



FACULDADE DE ARQUITETURA
UNIVERSIDADE DE LISBOA

AMBIENTES VIRTUAIS E IMERSIVOS
**EMPREGO DA REALIDADE VIRTUAL NA
CONCEÇÃO E NA COMUNICAÇÃO DO PROJETO
DE ARQUITETURA**

Mariana Marques da Silva Branco da Cunha

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Arquitetura com Especialização em Interiores e
Reabilitação do Edificado

Orientação Científica:
Professor Doutor Nuno Montenegro

Júri:
Presidente Doutor João Figueira
Vogal Doutor João Nuno Pernão
Vogal Doutor Nuno Montenegro

Documento Definitivo
FA ULisboa, Lisboa, Março 2017 (6 de Março)

U LISBOA | UNIVERSIDADE
DE LISBOA



FACULDADE DE ARQUITETURA
UNIVERSIDADE DE LISBOA

Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura
com especialização em Interiores e
Reabilitação do Edificado

Ambientes Virtuais e Imersivos.

Emprego da Realidade Virtual na conceção
e na comunicação do projeto de Arquitetura

Mariana Marques da Silva Branco da Cunha

Orientação Científica:

Professor Doutor Nuno Montenegro

Júri:

Presidente Doutor: João Figueira

Vogal Doutor: João Nuno Pernão

Vogal Doutor: Nuno Montenegro

Documento Definitivo

Lisboa, 6 de Março de 2017



**AMBIENTES
VIRTUAIS E IMERSIVOS**

Emprego da realidade virtual na concepção
e na comunicação do projeto de arquitetura



Título
Ambientes Virtuais e Imersivos

Subtítulo
Emprego da Realidade Virtual na conceção e na comunicação
do projeto de arquitetura

Discente
Mariana M.S. Branco da Cunha

Orientação Científica
Professor Doutor Nuno Montenegro

Mestrado Integrado em Arquitetura com especialização em
Interiores e Reabilitação do Edificado
Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa
Lisboa, 6 de Março de 2017

RESUMO

A presente dissertação teórica visa elaborar um conjunto de considerações sobre as vantagens e as dificuldades que advêm do uso da Realidade Virtual (RV) no contexto de projeto de arquitetura e perceber se o uso desta tecnologia traz benefícios para a presente área de estudo. Para tal, foi realizado um trabalho de levantamento bibliográfico e análise de diversos conceitos como a realidade, a percepção e o virtual. Em particular foi analisada a RV no campo da disciplina da arquitetura. A fundamentação teórica deste estudo incorpora diversas áreas do conhecimento, como a psicologia, a filosofia, a fisiologia e a neurologia. O presente trabalho tem ainda uma componente prática que se divide em dois estudos de investigação. Um caso de estudo e uma aplicação prática. O caso de estudo apresenta a ferramenta *Maquetteer* que foi idealizada para a criação expedita de modelos conceituais de arquitetura, focando a sua utilidade nas fases iniciais de projeto. O estudo prático inclui um questionário de satisfação e usabilidade da RV na arquitetura, e a respetiva análise estatística. No questionário participaram arquitetos, estudantes de arquitetura, leigos e agentes imobiliários com o objetivo de se observar como é percecionada a RV como ferramenta de apresentação de projeto, bem como a reação e a experiência de cada um deles em relação ao espaço apresentado.

Este trabalho permite concluir que é pertinente utilizar esta tecnologia e que seguramente poderá ser uma ferramenta presente em muitas etapas do projeto arquitetónico.

Como trabalho futuro, pretende-se observar alterações nos procedimentos de trabalho em arquitetura baseados no que as novas tecnologias têm a oferecer.

(260 palavras)

PALAVRAS-CHAVE

Arquitetura, Comunicação, Novas Tecnologias, Realidade Virtual

Title
Virtual and Imersive Environments

Subtitle
Virtual Reality in conception and communication
of architectural projects

Student
Mariana M.S. Branco da Cunha

Scientific Supervisor
Professor Doutor Nuno Montenegro

Master in Architecture with specialization in Interior and
Building Reabilitacion
Faculty of Architecture, University of Lisbon
Lisbon, 6 of March 2017

ABSTRACT

In the present dissertation it was aimed to elaborate a set of considerations about advantages and difficulties that come from the use of Virtual Reality (VR) in the context of architecture project and to perceive if the use of this technology brings benefits to current study area. For this, a bibliographical survey was accomplished and was made the analysis of diverse concepts as: reality, perception and virtual. In particular, VR was analyzed in the field of architecture discipline. The theoretical basis of this study incorporates several areas of knowledge, such as psychology, philosophy, physiology and neurology. The present work have also a pratic component that is divided in two research studies. A case study and a practical onde. The case study is about a tool that was designed for an expeditious creation of conceptual architectural models, focusing its usefulness in the initial phases of the project. The practical study includes a questionnaire on satisfaction and usability of VR in architecture, and the correspondent statistical analysis. In this study participated architects, architecture students, laypeople and real estate agents, with the objective of observing how it is VR perceived as a project presentation tool, as well as reactions and experiences of each of them in relation to space.

This work allows to conclude that it is pertinent to use this technology and that surely can be a present tool in many stages of the architectural project.

As future work, we intend to observe our working procedure based on what new technologies have an offer.

(252 words)

KEY-WORDS

Architecture, Communication, Client, New Technologies, Virtual Reality

Para a minha avó Fran.

“Existe uma magia do real. No entanto, conheço bem a magia dos pensamentos. E a paixão dos pensamentos belos. Mas aqui estou a falar daquilo que muitas vezes acho ainda mais incrível: a magia do verdadeiro e do real.”

Peter Zumthor, 2003, em: Atmosferas
Entornos Arquitectónicos- As coisas que me rodeiam

AGRADECIMENTOS

À minha família.

Aos meus pais, por me terem assegurado os estudos, a alimentação diária e terem suportado todos os meus dias menos bons.

À minha tia Carla e ao meu tio Carlos.

Ao professor Doutor Nuno Montengro, pela ajuda, disponibilidade e orientação.

Ao professor Doutor João Nuno Pernão, por toda a disponibilidade, paciência e todos os “mas deixe-me acabar de explicar”.

Ao arquiteto Rui de Klerk por toda a disponibilidade.

Aos restantes professores que me deram bases para que aprofundasse o meu conhecimento na área da arquitetura.

Ao David, por toda a amizade, carinho, compreensão e paciência diária ao longo destes anos.

À Clara, à Brites, à Isa, à Joana e à Roberta, por tudo.

Ao centro de investigação da Faculdade de Arquitetura de Lisboa.

Ao gabinete de arquitetura JParquetos, por me ter transmitido tanto conhecimento e novas perspetivas de trabalho.

Aos amigos de sempre, aos amigos recentes.

ÍNDICE	
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV-XV
ÍNDICE DE TABELAS	XVI
ACRÓNIMOS/ ABREVIATURAS e GLOSSÁRIO	XVII

PARTE I	1
----------------	----------

1. INTRODUÇÃO	2
1.1 ENQUADRAMENTO	2;3
1.2 PERTINÊNCIA DO TEMA E MOTIVAÇÕES	3;4
1.3 OBJETIVOS	4
1.4 METODOLOGIA	5
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	6-9

PARTE II	11
-----------------	-----------

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 OS CONCEITOS BASE	12-14
2.1.1 A Realidade	14-16
2.1.1.1 A Percepção	16-24
2.1.2 A Comunicação na arquitetura	24;25
2.1.3 O “Modelo físico”	25-28
2.1.4 O Virtual	28;29
2.1.5 A Representação digital	29-31
2.1.6 O “Projeto digital”	31-34
2.1.6.1 A Diferença entre o modelo e o ambiente virtual	35-37
2.2 A REALIDADE VIRTUAL	38
2.2.1 Definição de realidade virtual	39-42
2.2.1.1 Factor humano	42-44
2.2.2 Origens da realidade virtual	44-49
2.2.3 Equipamentos	49-52
2.2.3.1 Ferramentas para a criação de rv na arquitetura	52-54
2.2.4 Aplicações da realidade virtual	54-56
2.2.5 Formas de realidade virtual	56
2.2.5.1 Realidade Virtual de Simulação	56
2.2.5.2 Telepresença	57
2.2.5.3 Realidade Virtual Projetada	58
2.2.5.4 Realidade Aumentada	58;59
2.2.5.5 Realidade Mista	59-61
2.3 A REALIDADE VIRTUAL NA ARQUITETURA	62
2.3.1 A Realidade virtual no trabalho colaborativo	63;64
2.3.2 A Realidade virtual na conceção do projeto	64-66
2.3.3 A Realidade virtual como meio de comunicação	66-69

PARTE III	71
3.APLICAÇÃO PRÁTICA	72
3.1 O CASO DE ESTUDO	72;73
3.1.1 Contexto do Projeto	73;74
3.1.2 Metodologia Especifica para o caso em estudo	75
3.1.3 Considerações finais do caso de estudo	76;77
3.2 O ESTUDO PRÁTICO	78
3.2.1 Metodologia específica	78
3.2.1.1 Desenho da investigação	78
3.2.1.2 Amostra	79;80
3.2.1.3 Instrumentos de recolha de dados	80;81
3.2.1.4 Análise do conteúdo dos questionários	82
3.2.1.5 Procedimento	83
3.2.2 Análise de resultados	86-97
3.2.3 Discussão dos resultados	98-101
PARTE IV	103
4.CONSIDERAÇÕES FINAIS	104-109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111-121
ANEXOS	121-131

ÍNDICE DE FIGURAS

xiv

001 Ambientes virtuais interativos e imersivos Autoria da presente investigadora, Lisboa, 2016	III
002 Quino “Toda Mafalda”, São Paulo. Martins Fontes, 1993	1
PARTE I	
003 Douglas Ramos “Architecture from a dream”, 2015 Url: https://www.behance.net/gallery/27842661/Architecture-From-a-Dream	3
PARTE II	
004 Virtual Reality. Url: http://www.samsung.com/global/galaxy/gear-vr/	10,11
005 Gestalt “Vaso de Rubin” Gleitmann et.al, 2003	16
006 Gestalt “Ambígua mulher de Laevitt” Gleitmann et.al, 2003	16
007 Disparidade binocular ou retiniana Gleitmann et al, 2003	16
008 A perspetiva linear Autoria da presente investigadora, Lisboa, 2015	17
009 Gradientes de textura Autoria da presente investigadora, Madeira, 2016	17
010 Tamanho relativo Gleitmann et al,2003	17
011 A interposição de objetos Gleitmann et al,2003	17
012 Pintura Rupestre de 3000 a.c Url: http://rosangelal.blogspot.pt/2012_03_01_archive.html	20
013 Maurits Escher, “Desenhar as mãos”, 1948 Url: https://student.dei.uc.pt/~hdias/html/Escher_VIII.htm	21
014 Maquete concetual Url: https://pt.pinterest.com/pin/323555554458584871/	27
015 Maquete de trabalho Url: https://pt.pinterest.com/pin/503910645786378441/	27
016 Maquete de execução Url: https://pt.pinterest.com/pin/329044316507899025/	27
017 Tarefas realizadas por arquitetos Desenvolvido pela autora	35
018 Diferenças entre o modelo e o ambiente virtual Desenvolvido pela autora	36
019 Triângulo de RV Recriado pela autora a partir de Burdea (2003)	39
020 Estímulos necessários para uma boa experiência de RV Desenvolvido pela autora	40
021 Contribuição percentual dos 5 sentidos do Homem. Re-criado pela autora a partir de Heilig (1992)	42
022 Campo de visão vertical do Homem Heilig, 1992	43
023 Campo de visão horizontal do Homem. Heilig, 1992	43
024 Diorama de Daguerre Url: https://janeaustralsworld.wordpress.com/2011/11/28/the-diorama-19th-century-entertainment/	44
025 Visor estereoscópico, Wheatston, 1839 Url: http://web.ist.utl.pt/ist168736/3DTV/historia.html	45
026 Estereoscópio lenticular, 1939 Url: http://www.historiccamera.com/historiccameras/historiccameras2.html	45

027 View master, William Gruber, 1939	46
Url: http://www.3dstereo.com/vmhist.html	
028 Sensoram, Morton Heilig, 1956	46
Url: https://www.engadget.com/2014/02/16/morton-heiligs-sen-sorama-simulator/	
029 Sketchpad, Ivan Sutherland, 1963	47
Url: http://experiencedynamics.blogspot.com/2012/06/1963-1992-2012-06-19-10970b-popup	
030 Head Mounted Display, Ivan Sutherland, 1963	47
Url: http://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html	
031 Video place, Myron Krueger, 1975	47
Url: http://www.inventinginteractive.com/2010/03/22/myron-krueger/	
032 Data Glove, Visual Programming Languages, 1985	48
Url: http://www.yorku.ca/mack/Barfield.html	
033 Eye Phones, Visual Programming Languages, 1989	48
Url: https://www.pddnet.com/news/2014/03/virtual-reality-startups-look-back-future	
034 Cronograma, origem da realidade virtual	49
Desenvolvido pela autora	
035 Head Mounted Display, Samsung GearVR	50
Url: http://www.samsung.com/global/galaxy/gear-vr/	
036 Head Coupled Display	50
Url: http://www.umich.edu/~vrl/intro/	
037 Óculos estéreos com filtros coloridos	51
Url: https://www.amazon.com/3D-Glasses-ANACHROME-Anaglyph	
038 Óculos estéreos IMAX	51
Url: http://cultura.estadao.com.br/blogs/divirta-se/ajuste-os-olhos/	
039 CAVE	51
Url: http://gis.wustl.edu/gisweb/current-students/cave/projects.html	
040 Simulador de voo Boeing 777, vista exterior.	56
Mazurik e Gervautz, 1996	
041 Simulador de voo Boeing 777, vista interior.	56
Mazurik e Gervautz, 1996	
042 A ideia de telepresença numa operação. Adapt. (Bola, 1993)	57
Mazurik e Gervautz, 1996	
043 Sistema de teleoperação desenvolvido pela NOSC	57
Mazurik e Gervautz, 1996	
044 Realidade Aumentada.	58
Url: http://archcultura.blogspot.pt/2015/11/aplicativo-permite-visualizar-sua.html	
045 Óculos HoloLens, Microsoft, 2016	59
Url: https://www.microsoft.com/microsoft-holens/en-us	
046 Realidade mista. Hologramas com a utilização de HoloLens	59
Url: http://discovermagazine.com/tags/virtual-reality	
047 Posição das realidades numa escala	60,61
Recriado pela autora, Nogueira (2016)	
048 Modelo 3C.	63
Recriado por FUKS et.al, (2005). Elis, Gibs, Rein, 1991	
PARTE III	
049 Presente estudo	70,71
Url: https://www.youtube.com/watch?v=6Yn44wEqj_A	
050 Material do grupo TECTON3D	73
Autoria da presente investigadora, TAGUS PARK, 2016	
051 Infra-estrutura do Maquetteer (esq). Ambiente imersivo	77
RV do Maquetteer.	
URL: https://tecton3d.wordpress.com/2016/08/24/final-report/	
052 Experiência com o Maquetteer.	77
Autoria da presente investigadora, TAGUS PARK, 2016	
053 Ambiente Virtual Imersivo	79
Autoria da presente investigadora, TAGUS PARK, 2016	

ÍNDICE DE FIGURAS

xvi

054 Estudo Prático- comparação planta/alçado e maquete com RV. Autoria da presente investigadora, ISTECS, 2016	84
055 Estudo Prático Autoria da presente investigadora, ISTECS, 2016	85

PARTE IV

056 Realidade Virtual para arquitetos Url: https://www.dezeen.com/2016/05/25/virtual-reality-designing-architects-vrtisan-unreal-engine-htc-vive/	102;103
--	---------

ANEXOS

057 Planta/ Alçados/ Cortes	124
058/059 Render do Projeto de arquitetura. Jacob Barow, 2016	125
060/061 Render do Projeto de arquitetura. Jacob Barow, 2016	126
062/063 Fotografia da maquete conceptual do estudo prático	127
064 Questionário da categoria de Leigos	128
065 Questionário da categoria dos arquitetos e dos estudantes	129
066 Questionário da categoria dos comerciais de imóveis	130

ÍNDICE DE TABELAS

PARTE III

Tabela 001	79
Tabela 002	84
Tabela 003	85
Tabela 004	86
Tabela 005	87
Tabela 006	88
Tabela 007	89
Tabela 008	90
Tabela 009	91
Tabela 0010	92
Tabela 0011	93
Tabela 0012	94
Tabela 0013	94
Tabela 0014	95

2D - Duas dimensões

3D - Três dimensões

AV - Ambiente Virtual

BOOM - Binocular Omni Oriented Monitor

CAD - Computer Aided Design

CAE - Computer Aided Engeneering

CAM - Computer Aided Manufacturing

CAVE - Cave Automatic Virtual Environment

HCD - Head Coupled Display

HMD - Head Mouted Display

IMAX - Imagem MAXimum

ISTEC - Instituto Superior de TECnologias avançadas

RA - Realidade Aumentada

RC - Realidade Concreta

RM - Realidade Mista

RV - Realidade Virtual

TED - Technology Entertainment and Design

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação

SPSS - Statistical Package for the Social Sciences

VPL - Visual Programming Languages

GLOSSÁRIO

Software - é o conjunto de programas, instruções e regras informáticas.

Hardware - é um conjunto de componentes físicos ligados ao computador. Exemplo: monitor, teclado, rato, entre outros.

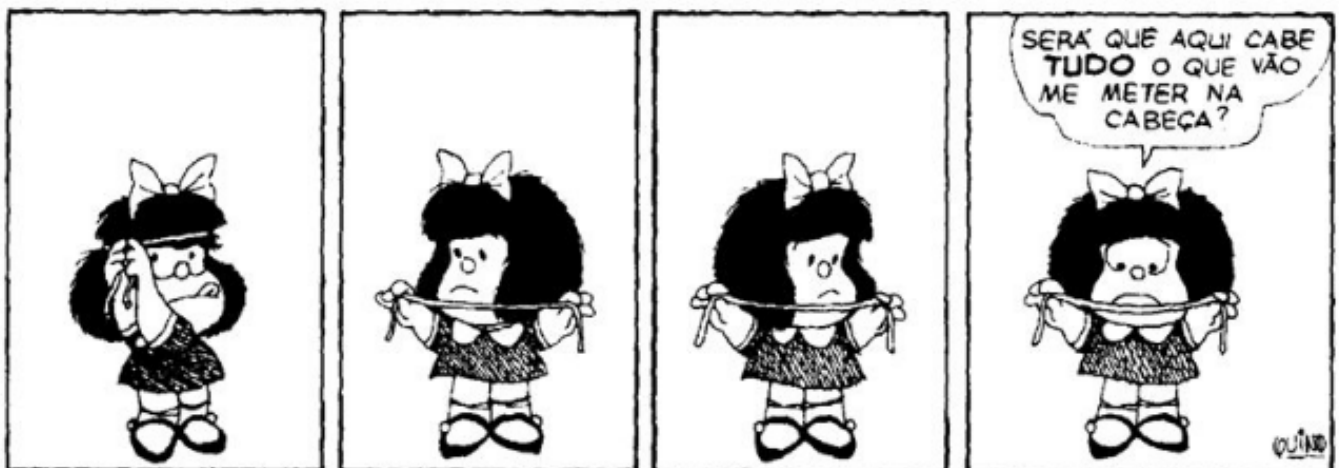
Joystick - é um dispositivo geral de controle com ou sem fios.

Headphones - fones de ouvido.

Feedback - quer dizer: dar resposta/reação a (...).

PARTE I

Introdução



1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo visa apresentar um enquadramento conceitual do estudo, a pertinência do tema e as motivações, os objetivos gerais e específicos pretendidos, a metodologia utilizada e ainda é contemplada a estrutura do presente trabalho.

1.1 Enquadramento

A representação¹ no domínio do projeto de arquitetura, usualmente realizada através do desenho e de modelos tridimensionais² constitui uma plataforma de trabalho corrente para o desenvolvimento de conceitos e fundamentos, com o objetivo final de representação de uma ideia, que se deseja realizar ou concretizar através da sua materialização ou construção.

Em arquitetura, a representação visual do projeto é crucial para aumentar a compreensão dos diversos sistemas que lhe são inerentes, bem como incrementar a eficiência das suas propostas integradas.

- Aos projetistas, a representação visual³ do projeto facilita a criação ou elaboração de conceitos e auxilia no desenvolvimento das características principais do projeto.

- Aos clientes, aos projetistas que colaboram com o arquiteto e aos consultores, facilita a comunicação e a compreensão das soluções de projeto entre os intervenientes envolvidos no processo de planeamento e construção.

No entanto, a representação visual usualmente utilizada pelos arquitetos para descrever e comunicar o projeto, é por vezes insuficiente para clarificar eventuais problemas espaciais ou

<
1. "Representar quer dizer concretizar, materializar o pensamento do arquiteto: prever, imaginar, projetar um edifício" (CROSET, 1987 cit. BASSO, 2005).

2. Para definir modelo tridimensional, a palavra maquete é o termo mais usual. Pierre-Alain Croset (1987) mencionado por Basso (2005), diz que a maquete designa esboço, rascunho, e revela a dimensão técnica da fase da ideia, ficando assim apta para verificações e correções. A palavra maquete surge no século XVIII, definindo a primeira materialização de uma ideia, de uma intenção formal. (BASSO, 2005)

3. "Na realidade, é evidente que nenhuma representação possa substituir o conhecimento direto da realidade. No campo da arquitetura, nem o mais exaustivo conjunto de planos, vistas, fotografias, películas e maquetes poderá substituir a experimentação real e pessoal dos valores arquitetónicos de um edifício concreto. O importante, no entanto, é assinalar que entre os objetivos ou pretensões da representação gráfica não se encontra o de substituir a experiência direta." (SAINZ e VALDERRAMA, 1992).

programáticos, ou ainda explicitar as suas principais características gerais e os seus detalhes como materialidade, luz, proporção, ambiente, conforto, entre outros. O uso de novas ferramentas e tecnologias, aplicadas ao desenvolvimento do projeto em arquitetura, têm vindo a ser desenvolvidas ao longo do tempo e podem auxiliar na resolução destas dificuldades.

No presente estudo, pretende-se explorar a tecnologia emergente, denominada Realidade Virtual (RV). É pretendido estudar a Realidade Virtual como uma ferramenta que pode auxiliar, tanto ao longo do processo criativo como na comunicação e apresentação do projeto a clientes, ou outros intervenientes no processo arquitetónico.

A utilização da Realidade Virtual pode apresentar vantagens neste contexto, porque visa proporcionar uma experiência interativa e imersiva que se baseia em imagens tridimensionais em tempo real criadas a partir do computador, simulando assim um espaço real ou imaginário.

1.2 Pertinência do Tema e Motivações

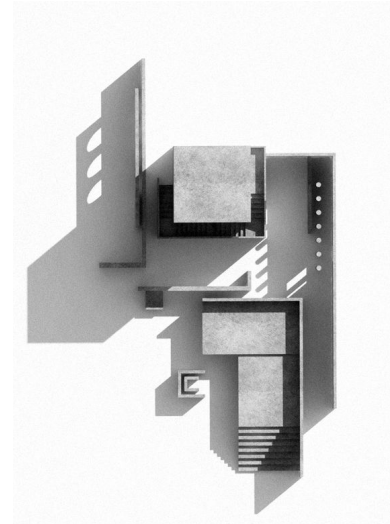
A imaginação⁴ fez sempre parte da vida do ser humano. Até há alguns anos, a única forma de representar o imaginário era através da verbalização, ou quando possível, através de representações gráficas, pelo cinema, ilusionismo, dança, entre outras artes de expressão. Muitas coisas que até há pouco tempo eram sonhos, com os avanços tecnológicos existentes, podem tornar-se realidade, uma Realidade Virtual.

A Realidade Virtual é a mais recente ferramenta digital⁵, ainda com poucos utilizadores profissionais no contexto da arquitetura e ainda pouco explorada na área académica, porém, se depender da velocidade a que as ferramentas digitais evoluem, promete ter uma utilização de larga escala que provêm dos vários benefícios que esta oferece.

A Realidade Virtual e os seus ambientes virtuais têm proporcionado muito mais do que apenas o reconhecimento do espaço tridimensional. Esta ferramenta permite a avaliação de vários aspetos de importância relevante para o projeto, como por exemplo a correção de problemas estruturais, saídas de emergência, sistemas eléctricos, entre outros.

É esperada uma avaliação sobre o uso da Realidade virtual na área profissional e académica, em arquitetura, tanto na fase de conceção como na comunicação do projeto.

Esta divulgação e os esclarecimentos dados sobre o



003. Douglas Ramos "Architecture from a dream", 2015

>
4. "Imagination is the beginning of creation. You imagine what you desire, you will what you imagine and at last you create what you will." (BERNARD, s.d). Tradução da autor:a: "A imaginação é o início da criação, imaginamos o que desejamos, queremos o que imaginamos e no final criamos o que queremos". URL: <https://www.brainyquote.com/quotes/quotes/g/georgebern113045.html>

>
5 .As "ferramentas digitais" são muito utilizadas hoje em dia, principalmente para a troca de informações entre utilizadores, vencendo as distâncias físicas. Exemplos mais comuns: Internet, chat's, e-mail, teleconferências, entre outros.

tema podem incitar novas questões sobre o mesmo, criando assim especulações saudáveis e novas propostas para um maior desenvolvimento tecnológico na matéria.

1.3 Objetivos

Os objetivos que se pretendem alcançar nesta investigação estão relacionados com a exploração da Realidade Virtual⁶ e dos Ambientes Imersivos⁷. Estes objetivos integram-se num conjunto de metodologias, descritas mais à frente, que visam explicar os conceitos e analisar as características principais da RV.

Os objetivos principais propostos para esta investigação enquadram-se, de grosso modo, nos seguintes pontos:

1. Desenvolver o tema geral sobre a representação no contexto do projeto de arquitetura.
2. Descrever a evolução e o uso de ferramentas e tecnologias utilizadas para a representação dos projetos em arquitetura, com uma abordagem particular à "era digital"⁸.
3. Descrever a tecnologia que constitui o tema central desta investigação - a Realidade Virtual.
4. Explicar as diferenças entre Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e Realidade Mista (RM).
5. Estabelecer uma relação entre a Realidade Virtual e o desenvolvimento do projeto em arquitetura.
6. Analisar as potencialidades da Realidade virtual como ferramenta projetual, designadamente no contexto das diversas fases de planeamento e projeto.
7. Proceder a uma análise da aplicação desta tecnologia no domínio do trabalho colaborativo em projeto e, principalmente, na fase de conceção projetual, utilizando como caso de estudo o *Maquetteer* do grupo *TECTON3D*.
8. Elaborar um conjunto de considerações sobre o estudo prático realizado, que permitam concluir um conjunto de vantagens e dificuldades que advêm do uso da RV no contexto de projeto.

<
6."O virtual é como o complexo problemático, o nó de tendências ou de forças que acompanham uma situação, um acontecimento, um objeto ou uma entidade qualquer, e que chama um processo de resolução: a atualização." (LÉVY, 1998, p. 11. Tradução livre da autora). Neste contexto o conceito virtual faz referência a uma noção do real.

7. "A concepção de imersão está relacionada com o objetivo de mostrar que o usuário, quando imerso no ambiente virtual, pode propiciar-se a sensação de estar dentro do ambiente. Todavia, a identificação da proporção de imersão, é captada pelos dispositivos que transmitem ao utilizador a sensação de entrada no ambiente virtualizado, levando seus sentidos sensoriais e atenção para o que está acontecendo dentro desse espaço, com isso isola-o do mundo exterior permitindo-lhe manipular e explorar naturalmente os objetos ao invés de ser apenas um observador." (RODRIGUES e PORTO, 2013, p.101)

8."Podemos classificar a era digital como uma revolução da comunicação e uma grande transformação na informação. Trata-se de um novo ciclo na rotina e na cultura popular mundial. Não se trata somente da cultura, mas dos costumes, das regras sociais, das convenções. A era digital alterou radicalmente os paradigmas da comunicação, os padrões da publicidade, do marketing e os hábitos do comércio." URL:<http://www.mk2.com.br/mk2/voce-na-era-digital-os-desafios-da-revolucao-na-comunicacao.as>

Com a investigação proposta pretende-se responder ao conjunto de questões e objetivos descritos anteriormente através da pesquisa, da reflexão e de experiências realizadas no contexto do presente estudo.

Desta forma a metodologia adoptada para este trabalho de investigação é suportada por diversos meios descritos nos pontos enunciados nesta secção, e que se relacionam diretamente com os pontos descritos nos “OBJETIVOS”, conforme se ilustra de seguida:

-Metodologia proposta para os Objectivos entre as alíneas 1-4:

- a) Levantamento bibliográfico.
- b) Identificação e análise de conceitos que suportam a temática genérica da representação e da comunicação.

-Metodologia proposta para os Objectivos alíneas 5 e 6:

- a) Levantamento bibliográfico.
- b) Caracterização de diferentes modos de visualização em Realidade Virtual.
- c) Definir as diferentes fases onde a Realidade Virtual pode auxiliar o desenvolvimento do projeto de arquitetura.

-Metodologia proposta para os Objectivos alíneas 7 e 8:

- a) Aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do levantamento bibliográfico.
- b) Observação presencial aquando da utilização da RV como ferramenta de modelação tridimensional, em arquitetura.
- b) Elaboração de um teste de usabilidade e satisfação sobre a experimentação da realidade virtual aquando da utilização para a comunicação de projetos arquitetónicos.
- c) Avaliação do processo e do funcionamento do sistema de Realidade Virtual em arquitetura e futuros caminhos possíveis de investigação.

1.5 Estrutura e Limitações do Trabalho

A presente dissertação teórica organiza-se em quatro partes que se correlacionam entre si.

A parte I - *Introdução*. Apresenta uma visão geral sobre o tema de investigação, inicialmente é descrito o contexto que sustenta a gênese do trabalho e são delimitadas as áreas de estudo abordadas. De seguida é exposta a pertinência do tema e as motivações, são retratados os objetivos e a metodologia geral aplicada no presente estudo.

Na parte II- *Fundamentação Teórica*. Esta parte é dividida em três pontos distintos. 2.1- **Conceitos base**; 2.2- **Realidade Virtual**; 2.3- **Realidade Virtual na arquitetura**. No tema “conceitos base”, são expostos os conceitos de Realidade, Percepção e Fenomenologia na arquitetura. O desenho é descrito como meio de compreensão da realidade. É exposto o seu desenvolvimento ao longo dos tempos, abordando mais especificamente a perspectiva e conseqüentemente a tridimensionalidade, na plataforma de duas dimensões do desenho. Aborda a passagem do desenho tridimensional, para a modelação tridimensional, por via de modelos físicos. Posteriormente, é abordado o conceito do que é o Virtual, é inserido o tema da modelação tridimensional digital e são apresentados alguns programas específicos que podem ser utilizados, na disciplina da arquitetura. Aquando da dimensão prática estes conceitos são aplicados. No tema “realidade virtual”, é esclarecida a tecnologia de Realidade Virtual, apresentando a sua definição conceitual, a história da sua origem, as novas ferramentas agregadas a esta evolução tecnológica. As suas aplicações em diversas áreas profissionais e por fim serão descritas algumas das diferentes formas de realidade virtual. No tema “Realidade Virtual na arquitetura” são então inseridas, as possibilidades de utilização desta ferramenta na presente área de estudo, arquitetura. É abordado o tema do trabalho colaborativo em arquitetura e como os ambientes virtuais podem ser uma mais valia em trabalhos de arquitetura. São estudadas as possibilidades da realidade virtual no processo de conceção do projeto arquitetónico e na comunicação do mesmo, com indivíduos ligados à área de arquitetura, ou não.

A parte III- *Aplicação Prática*. Esta parte é dividida em dois pontos. 3.1- **O caso de estudo**; 3.2- **O estudo prático**. No “caso de estudo” é apresentado o contexto do projeto do caso de estudo *Maqueteer*, as metodologias específicas e as ferramentas utilizadas pelo grupo TECTON 3D. O “Estudo prático” elaborado pela presente investigadora, contém questionários de usabilidade e satisfação aquando do tema da realidade virtual como ferramenta de comunicação na arquitetura. Tendo em conta a especificidade do tema do trabalho, foi necessário basear a investigação numa experiência direta da arquitetura. Nos “Anexos” apresentam-se, então as fotografias e a planta/alçado do projeto apresentado em RV e os guiões dos questionários elaborados. O facto de estes se encontrarem em anexo não diminui em nada a importância da sua contribuição para este estudo. Na verdade, estes constituem a matéria original do trabalho e introduzem a possível dimensão prática e analítica da pesquisa realizada com este trabalho. Ainda no tema do “estudo prático” é apresentada a metodologia específica utilizada, é descrito o desenho da investigação, a amostra, os instrumentos utilizados na recolha de dados, a análise do conteúdo dos questionários e os procedimentos. São apresentados os resultados das respostas dos questionários e a sua análise quantitativa. No final deste tema será elaborada uma discussão sobre os resultados obtidos.

A parte IV- *Considerações Finais*. Apresenta as conclusões da investigação desenvolvida no âmbito desta dissertação teórica, um resumo dos resultados obtidos, incluindo um conjunto de contributos técnicos e metodológicos sobre a matéria abordada bem como recomendações para futuros trabalhos.

O presente estudo promove conexões entre várias áreas do conhecimento, das artes às chamadas “ciências exactas”, e, como tal, o seu espectro é bastante alargado. Matérias como: a Filosofia, a Psicologia, a Fisiologia ou a Neurologia, são abordadas neste estudo e são consideradas importantes pois equacionadas em conjunto, procuram oferecer uma solução holística à fundamentação teórica.

Interessa assim considerar para a definição da fundamentação teórica desta investigação, não as informações respeitantes às diversas áreas do conhecimento em si, que aliás não caberiam num estudo desta natureza, mas sim os desenvolvimentos que foram efectuados na direção desta pesquisa, no sentido de utilizar algumas especificidades de vários campos para melhor compreender a realidade virtual como ferramenta de comunicação na arquitetura.



PARTE II

Fundamentação Teórica



2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo são apresentados os principais conceitos para uma melhor compreensão do trabalho de investigação. Este divide-se assim em três pontos principais: 2.1-Conceitos base; 2.2- Realidade Virtual; 2.3- A Realidade Virtual na Arquitetura.

O primeiro subcapítulo visa identificar pontos de origem para a construção de um discurso sobre o que é o real e o que é o virtual. É descrito um percurso desde a utilização do desenho ao desenvolvimento de novas tecnologias na disciplina da arquitetura. No segundo é analisada a definição da realidade virtual, assim como a origem da mesma. São ainda demonstrados alguns tipos de aplicações da realidade virtual e algumas formas de apresentação da mesma. O terceiro subcapítulo apresenta a aplicação da realidade virtual na área da arquitetura.

2.1 Os conceitos base

No presente subcapítulo estão contemplados alguns conceitos como: a realidade, a percepção, a fenomenologia na arquitetura e o desenho como compreensão da realidade. Temas como: a comunicação na arquitetura e o modelo físico, são também abordados neste subcapítulo. Posteriormente é

apresentado o tema sobre: o virtual, a representação digital e o projeto digital.

Trabalhar em arquitetura estabelece, usualmente, uma relação de trabalho que pressupõe um cliente, sendo esta a pessoa ou entidade que solicita o projeto de arquitetura. A participação do cliente, é tida como fundamental no projeto pois, o resultado final deve ir de encontro às suas necessidades, adequando-se aos contextos sociais e culturais do mesmo. Este diálogo entre as partes envolvidas, não só entre o projetista e o cliente, mas também entre o projetista e engenheiros/construtores, por vezes não é fácil e podem até surgir problemas na construção por falta de compreensão do projeto.

No presente subcapítulo, pretende-se estudar alguns dos conceitos necessários para a construção de um diálogo na arquitetura.

Considera-se que o desenho tem um papel primordial na comunicação da arquitetura⁹ porém, na fase de apresentação de um projeto a um determinado cliente, isto é, a quem encomenda o projeto, o desenho pode por vezes ficar ambíguo na interpretação da sua representação.

Esta falha entre a representação do espaço arquitetónico e de como realmente o espaço se distribui foi mencionada em 1948 por Bruno Zevi¹⁰. Zevi refere as plantas e os alçados das construções como sendo as projeções necessárias para medir as distâncias entre os diversos elementos, (larguras, alturas e comprimentos) facilitando a sua execução por parte dos trabalhadores presentes na obra (ZEVI, 2009).

Recorde-se que, no decorrer de todo o processo, o arquiteto deve produzir e viabilizar toda a informação necessária à compreensão e execução do projeto de arquitetura como: desenhos (esquícios, plantas, cortes/alçados, axonometrias) maquetas e/ou modelos tridimensionais.

Por volta de 1960, a arquitetura ganhou um novo sentido quando a informática chegou aos meios de representação do projetista, dando um novo rumo à prática profissional (SANTAELLA, 2003).

Esta inserção das tecnologias "(...) gerou novas profissões, introduziu novos termos, multiplicou a demanda por trabalhadores da área e recrutou para si tudo quanto é próprio às disciplinas científicas." (FASCIANI, 1998, p.119).

A tecnologia tornou-se cada vez mais popular dentro de várias áreas do conhecimento, desde a substituição da produção artesanal pela industrialização. Introduzida pela Revolução

>

9. "No método tradicional o arquiteto pensa desenhando, sente desenhando, desenha sentindo, descobre desenhando, desenha descobrindo, constrói desenhando. Molda as ideias no papel. O desenho é, em essência, a linguagem que usa para conversar consigo próprio para projetar... A imagem, mais do que portadora de uma ideia, é a própria ideia, o próprio pensamento." (STROETER, 1986, p.146) em *Arquitetura e Teoria*.

10. "Por não termos até agora a definição exata da consistência e do carácter do espaço arquitetónico, faltou a exigência de representá-lo e difundi-lo." (ZEVI, 2009, p.30) em *Saber ver a Arquitetura* Tradução: Maria Isabel Gaspar/Gaeten Martins de Oliveira, 2009

Industrial, a tecnologia surgiu como um grande movimento social e económico centrado na atividade industrial e no uso de máquinas como auxílio ao trabalho do homem (SANTAELLA, 2003). Neste sentido, a autora do livro *Culturas e Artes do Pós-Humano*, Lucia Santaella, afirma que "Enquanto a técnica é um saber fazer, cuja natureza intelectual se caracteriza por habilidades que são introjetadas por um indivíduo, a tecnologia inclui a técnica, mas avança além dela. Há tecnologia onde quer que um dispositivo, aparelho ou máquina for capaz de encarnar, fora do corpo humano, um saber técnico, um conhecimento científico acerca de habilidades técnicas específicas." (SANTAELLA, 2003, pp.152-153).

Apesar de não devermos ver as máquinas simplesmente como instrumentos que substituíram a força humana, é perceptível que estas se tornaram, sobretudo, meios de superação dos limites espaciotemporais. Sendo a organização espaciotemporal de cada um, a capacidade de se situar e de se orientar em relação aos objetos, às pessoas e ao seu próprio corpo num determinado espaço, pareceu pertinente de seguida iniciar o estudo pelo conceito mais global, a realidade.

2.1.1 A Realidade

A realidade é um tema muito complexo e por isso também muito questionado, tanto na área da filosofia como na da ciência. Não se pretende chegar a uma única definição mas sim suscitar interesse e levantar algumas questões sobre o mesmo, abordando algumas das perspetivas existentes.

Vivemos no mundo real, ou estará tudo nas nossas mentes? Vemos o Universo como ele é, ou será que os nossos sentidos nos enganam? Será a realidade real? Será a existência uma ilusão? Provavelmente não devemos confiar a cem por cento nos nossos sentidos. Os nossos pressupostos básicos acerca da vida e do universo podem ser falsos.

Afinal o que é real? Supomos que é tudo o que encontramos nas nossas vidas quotidianas, mas como é que podemos ter a certeza de que o Universo que vemos à nossa volta existe mesmo? E como é que podemos saber que o mundo que vemos, é igual ao que qualquer outra pessoa experiencia?

Embora pareça um paradoxo, Platão já por volta de 380 a.C, na obra *A República* (2001), ponderava sobre este assunto do quão real é a realidade. Platão acreditava que a realidade podia ser explicada a partir de duas abordagens: a primeira era a

partir dos sentidos, do qual só podemos obter um conhecimento aproximado ou incompleto; a segunda era a partir das ideias de cada um, defendendo que até poderíamos chegar a um conhecimento quase completo da realidade a partir do uso da razão (PLATÃO, 2001).

Já no séc.XX Paul Watzlawick¹¹, um dos mais conceituados teóricos da comunicação, mencionado por Françoise Belliard¹² (2004), fala também na existência de dois tipos possíveis de realidade, a realidade de primeira e segunda ordem. No que é referente à “realidade de primeira ordem”, Watzlawick descreve como a ordem que diz respeito ao que os nossos recetores sensoriais detetam; já a “realidade de segunda ordem” é referida como sendo a ordem que corresponde ao universo dos significados que damos às coisas. Podemos então observar que este autor parece pensar de uma forma semelhante a Platão em relação a este assunto, apesar da distância temporal de mais de vinte séculos entre os dois.

Para Watzlawick “O Homem constrói literalmente a sua realidade para de seguida reagir a esta independente de si, e finalmente chegar à surpreendente ideia de que as suas reações são a causa e o efeito da sua construção da realidade”. Belliard refere que “como observadores, somos simultaneamente ator e espectador, criador e construtor daquilo que consideramos o real (...) A realidade, tal como a concebemos, não possui existência própria: ela é o produto da nossa estrutura nervosa. A cor, por exemplo, não existe num mundo objetivo, é uma fabricação interna do sistema nervoso.” (BELLIARD, 2004, pp.37-38).

Lawrence Rosenblum¹³ no documentário *Through the Wormhole*, fala sobre os ilusionistas, e de como estes tiram partido da ânsia do nosso cérebro em fazer sentido do mundo, o que não ajuda o nosso cérebro a criar uma realidade mas sim a orientar a nossa atenção da informação perceptual de formas diferentes. Assim, podemos constatar que a nossa perceção da realidade é profundamente afetada pela forma como os nossos sentidos trabalham em conjunto. Rosenblum, refere ainda que, a informação detetada pelos nossos sentidos visuais se sobrepõem quase sempre à informação auditiva recebida, simplesmente por ser tão proeminente e tão “fácil de ver”.

João Nuno Pernão¹⁴, aborda também esta questão e menciona que os nossos sentidos fazem a realidade parecer suficientemente real. Diz ainda que a nossa realidade poderá ser simplesmente um conjunto frágil de ilusões articuladas entre si. Ilusões acerca de nós próprios, da nossa sociedade, etc (PERNÃO, 2005).

>
11. "Paul Watzlawick foi um dos mais notáveis teóricos da Teoria da Comunicação e tem importantes trabalhos ao nível das terapias familiares e na psicoterapia" URL: <http://globalherit.hypotheses.org/1608>

.....
12. Autora do livro *Do desejo ao prazer de mudar* (2004)

>
13. Lawrence Rosenblum é professor de psicologia na universidade Californiana, Riverside. Estuda a integração multisensorial, percepção audiovisual e percepção facial. URL: <https://www.meetup.com/Brains/events/13912698/>

>
14. Na sua tese de mestrado, com o título: *A interpretação da realidade como variação da cor pela luz no espaço e no tempo*

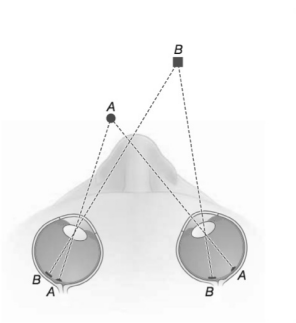


005. Vaso de Rubin. Padrão figura fundo reversível. Podem ver-se duas silhuetas de rostos ou um vaso branco.

006. Ambígua mulher de Laevitt. Pode ser vista uma mulher jovem a virar a cara ou uma mulher idosa.

15. Percepção, acedido em Dicionário da Língua Portuguesa. (Porto: Porto Editora, 2003-2016). (consultado a 05 de outubro de 2016), disponível no site eletrónico: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/percepção>

16. No documentário *Trough the Wormhole*



007. Disparidade binocular ou retiniana. Na perspetiva do olho esquerdo, a imagem vinda de A e a vinda de B, estão próximas uma da outra; no olho direito as imagens estão mais distantes. Esta disparidade entre as perspetivas proporciona um indicio forte para a profundidade. (HOCHBERG, 1978)

17. "...the truth is that each eye is positioned in a head that is in turn positioned on a trunk that is positioned on legs that maintain the posture of the trunk, head, and eyes relative to the surface of support. Vision is a whole perceptual system, not a channel of sense. One sees the environment not with the eyes but with the eye-in-the-head-on-the-body-resting-on-the-ground" (GIBSON, 1986, p.205)

Muitos sistemas sensoriais diferentes interagem no nosso cérebro, a nossa mente utiliza esta informação e interpreta à sua maneira esse conhecimento adquirido. A este conjunto podemos conotá-lo de "realidade".

2.1.1.1 A Percepção

Segundo o *Dicionário da Língua Portuguesa da Porto Editora*, Percepção¹⁵ é o ato ou efeito de perceber ou uma tomada de conhecimento sensorial de objetos ou de acontecimentos exteriores.

"Percecionamos muito mais do que nos apercebemos, e o que quero dizer com isto é que há canais inteiros de informação que chegam ao cérebro sob o nosso nível de consciência, além de vermos uma coisa e estarmos atentos ao que vemos, aquilo a que não estamos atentos está a afetar-nos também. E não é informação que obtemos simplesmente através dos olhos mas informação que obtemos dos nossos ouvidos, do nosso nariz e da nossa pele. E tudo isso acontece enquanto estamos a vivenciar o que julgamos ser uma realidade visual. Os outros sentidos estão a afetar tudo." (ROSEMBLUM, 2003. Documentário)¹⁶

De tudo o que percecionamos, muito nos escapa. A maioria dos seres humanos partilha o mesmo conjunto de sentidos, porém, alguns vêem as coisas de forma muito diferente. Conseguirá algum de nós ver o mundo como ele é realmente?

O senso comum diz-nos que vemos o mundo à nossa volta com os olhos, mas estes são apenas o órgão do sentido da visão. James Gibson define o sistema visual como uma série de órgãos que se complementam, desde a retina aos neurónios, os músculos dos olhos, o movimento dos olhos na cabeça, a cabeça que por sua vez se movimenta nos ombros, e o próprio movimento do corpo humano (GIBSON, 1986).

"...a verdade é que cada olho está posicionado numa cabeça que está assente sobre um tronco que fica sobre umas pernas que mantêm essa postura do tronco, da cabeça e dos olhos, relativamente à superfície de suporte. A visão consiste num sistema perceptual, não um canal de sentidos. Vê-se o ambiente em nosso redor, não com os olhos mas sim, com os olhos-na-cabeça-no-corpo-assente-sobre-o-solo."¹⁷

(GIBSON, 1986, p.205. Tradução livre da autora)

Como já foi referido, a percepção que temos da realidade provém dos nossos cinco sentidos, porém, será que estamos a interpretar de forma errada as nossas percepções? Donald Hoffman, numa conferência *TED* (Technology Entertainment and Design) com o título *Do we see reality as it is?* menciona que em tempos já fizemos percepções erradas por via dos nossos sentidos, e dá o exemplo de como pensámos que a Terra era plana por ela assim o parecer, e de como quando pensámos que a Terra era o centro do Universo e Galileu e Copérnico provaram que estávamos errados.

“Penso que, os sabores, os cheiros, as cores e por aí em diante... residem na consciência. Portanto, se o ser vivo fosse extinto, estas qualidades seriam... aniquiladas”

(GALILEU, cit. HOFFMAN, 2015)

Hoffman mencionou ainda que cerca de um terço do córtex cerebral do ser humano está ligado ao campo da visão e que os nossos neurónios estão a criar todos os objetos, formas, cores e movimentos que vemos, em tempo real. Estamos a construir tudo o que vemos à medida que se vai precisando da informação, não construímos o mundo inteiro de imediato. “Toda a experiência é subjetiva...o nosso cérebro constrói imagens, que nós pensamos “aprender.” (BATESON, 1987, p.36).

Há algumas demonstrações que são bastante convincentes de que construímos o que vemos, como por exemplo nas figuras representadas na página anterior (005 e 006).

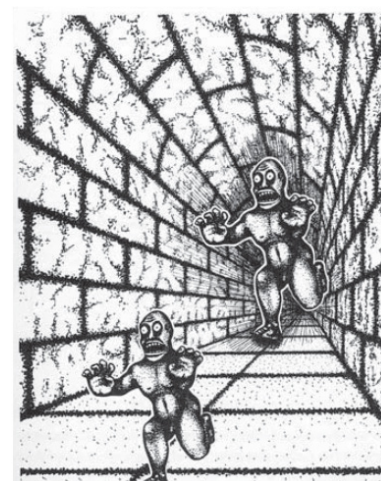
A psicologia gestáltica é defendida como uma corrente da psicologia cuja característica principal de toda a atividade cognitiva é a organização. Os psicólogos da *Gestalt* acreditam que, a percepção da forma não resulta apenas do somatório das componentes individuais mas sim, de que o todo é diferente da soma das suas partes.

No campo da percepção visual, o modo como vemos a forma, a profundidade e o movimento são algumas das principais ideias mais questionadas. Embora saibamos que o mundo visual é percebido em três dimensões, como podemos nós perceber a profundidade? A disparidade binocular (007) e os indícios monoculares, a perspetiva linear (008), os gradientes das texturas (009), o tamanho relativo (010) e a interposição dos objetos (011), são alguns dos indícios de como podemos perceber a profundidade.



008. Imagem da esquerda. A perspetiva linear como indício da profundidade. Fotografia da autora.

009. Imagem da direita. Gradientes de texturas como indício da profundidade. Fotografia da autora.



010. Tamanho relativo. A imagem dá um sugestão de profundidade e assim o monstro da direita parece ser maior e estar a uma maior distância. Esta falsa percepção de distância leva a uma falsa percepção de tamanho. Pode-se verificar com os dedos que os monstros são do mesmo tamanho.



011. A interposição e o reconhecimento de figuras parcialmente encobertas. O reconhecimento do quadrado, não é um dificuldade para nós, só porque um dos seus cantos está encoberto pelo círculo.

Os movimentos da nossa cabeça e do nosso corpo são novamente mencionados como elementos fundamentais para essa captação de informação acerca das distâncias entre os próprios objetos, e a distância a que se encontram do observador. (GLEITMAN, FRIDLUND e REISBERG, 2003, pp.289-339)

A realidade é então definida pela forma como cada um de nós vê o mundo ou é algo que partilhamos? Estamos constantemente a comparar as nossas observações com as observações dos outros, se não concordássemos no que é real e no que não é, a sociedade entraria facilmente em entropia. Porém observou-se que “o cérebro reúne e analisa toda a informação que lhe chega através dos nervos óticos e forma uma imagem da realidade” (PERNÃO, 2005, p.48), voltando assim ao cerne da questão: sendo o cérebro o criador das imagens que formamos do mundo em redor, e se todos observamos informações diferentes uns dos outros, será que vemos o mesmo?

Gregory Bateson (1987), diz que: “ (...) talvez seja uma boa coisa nós não sabermos demasiado acerca do processo de criação de imagens percetuais. Na nossa ignorância deste processo somos livres de acreditar naquilo que os nossos sentidos nos dizem. Duvidar continuamente da evidência da mensagem sensorial pode ser desastroso.” (BATESON, 1987, p.42).

Não procurando ir ao cerne do que é a fenomenologia por si só, parece pertinente entendermos a fenomenologia na arquitetura pois esta, vai de encontro a alguns conhecimentos que se obtiveram, aquando do tema anterior sobre a percepção.

Tem-se como referência do *Dicionário da Língua Portuguesa da Porto Editora* que, fenomenologia, é o estudo ontológico dos fenómenos, o estudo que se destina a determinar as suas estruturas e a sua essência.

“A arquitetura articula as experiências do ser no mundo e fortalece o nosso sentido de realidade e do eu; não nos faz viver num mundo de meras invenções ou fantasias.”¹⁸

(PALLASMAA, 2006, p.11. Tradução livre da autora)

Segundo Pallasmaa¹⁹ (2005), a fenomenologia da arquitetura é nada mais nada menos que, a procura da linguagem interna do edifício. Steven Holl (2007) refere ainda que “a arquitetura tem o poder de inspirar e transformar o nosso dia-a-dia”²⁰ (HOLL, 2007, p.40). Por exemplo, pelo simples facto de podermos abrir uma porta e entrarmos num espaço onde somos

18. “La arquitectura articula las experiencias del ser-en-el-mundo y fortalece nuestro sentido de realidad y del yo; no nos hace vivir en mundos de mera invención y fantasía.” (PALLASMAA, 2006, p.11) no livro intitulado de *Los ojos de la piel: la arquitectura y los sentidos*; título original *The eyes of the skin: Architecture and the senses*

19. Em *Encounters, Architectural Essays*, Pallasmaa, 2005

20. “Architecture holds the power to inspire and transform our day-to-day existence.” (HOLL, 2007, p.40)

instantaneamente abraçados através das nossas percepções sensoriais. Seremos capazes de perceber a passagem do tempo no espaço, a luz, as sombras e as transparências, as cores, as texturas, os materiais e os detalhes, tudo isto é um reflexo de uma experiência completa da arquitetura (HOLL, 2007).

A nossa experiência e sensibilidade podem envolver-se através de uma análise reflexiva e silenciosa. Para nos abirmos à percepção, devemos conseguir superar aquela urgência que temos de “coisas para fazer” e tentarmos aceder àquela vida interior que nos revela a intensidade que o mundo transmite.

“(…) A consciência da existência única que temos do espaço, é o essencial para o desenvolvimento de uma consciência da percepção em si.”

(HOLL, 2007, p. 40. Tradução livre da autora)

No seguimento do pensamento anteriormente exposto, Manfredo Massironi (1989), no seu livro *Ver pelo Desenho* fala de como as representações têm como pertença objetividade a reprodução da realidade “A construção das representações concretas tem em conta processos perceptivos elaborados que favorecem impressões similares às produzidas pelos objetos postos em imagem” (MASSIRONI, 1989, p.69. Tradução por: Cidália de Brito). Neste sentido, a representação pode ser caracterizada como um desdobramento do mundo, em que correlaciona a relação das experiências vividas e o conhecimento adquirido, com a invenção e a especulação de cada um. Massironi fala ainda do quão importantes são as marcas pessoais na criação da sua própria realidade, transposta na representação.

“Qualquer representação gráfica, porquanto fiel à realidade, proporcionada e precisa nos pormenores, particularizada em cada das suas partes, é sempre uma interpretação e, por isso, uma tentativa de explicação da própria realidade.”

(MASSIRONI, 1989, p.69. Tradução por: Cidália de Brito)

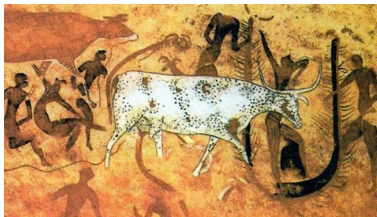
Existe portanto a ideia de que a representação “(…) é, assim, uma criação que se acrescenta ao mundo e através da qual a coisa representada se torna nossa em pelo menos dois sentidos distintos. Em primeiro lugar porque a representação significa uma compreensão mais profunda do domínio das aparências, logo, do modo como as coisas nos surgem e são dadas. Depois, porque como se sabe desde há muito, a posse da representação

identifica-se, numa perspectiva cultural e antropológica mais alargada, com a posse do objecto ele mesmo.” (VAZ DA SILVA, 2005, p.55).

Tal como na língua portuguesa existem duas palavras correlacionadas com o sentido da visão, “olhar” e “ver”. No desenho estas também estão relacionadas e têm objetivos diferentes. Segundo o *Dicionário da Língua Portuguesa da Porto Editora*, “olhar”²¹, é o ato de fixar os olhos em, observar, mirar. Olhar pode ser considerado na sua essência como o que o olho observa em seu redor, como capta o espaço. Já o “ver”²², segundo o mesmo dicionário, é o ato de perceber ou conhecer por meio dos olhos. Ou seja, podemos compreender as formas do mundo, através de imagens que são produzidas na retina do olho e que são transmitidas para o cérebro, através dos nervos óticos. “Ver” pode então ser considerado o modo de perceber o mundo.

<
21. Olhar, acedido em Dicionário da Língua Portuguesa. (Porto: Porto Editora, 2003-2016). (consultado a 07 de outubro de 2016), disponível no site eletrónico: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/olhar>

22. Ver, acedido em Dicionário da Língua Portuguesa. (Porto: Porto Editora, 2003-2016). (consultado a 07 de outubro de 2016), disponível no site eletrónico: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/ver>



012. Pintura Rupestre de 3000 a.C feita numa caverna em Tassalin- Ajjer, África. URL: http://rosangelal.blogspot.pt/2012_03_01_archive.html

<
23. Ex-professor da Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto.

“Os estímulos recebidos são transformados em impulsos elétricos e transportados para o córtex cerebral pelos nervos óticos. O cérebro reúne e analisa toda a informação que lhe chega através dos nervos óticos e forma uma imagem da realidade. É aqui que vemos a realidade”

(PERNÃO, 2005, p.48)

Posto isto, o que se pretende demonstrar é que “Através do desenho, somos levados a “ver” e a “perceber”” (BOWEN, 1992, p.11), ou seja, “ver” tem como sentido empírico ter a capacidade de perceber as coisas e entendê-las. Dentro deste tema do processo visual, Joaquim Vieira²³, no seu livro *O desenho e o projeto são o mesmo?* afirma que, “ver só se consegue verdadeiramente quando se deixa de pensar, de desejar, ou de esperar que o mundo nos satisfaça.” (MEIRA, 1995, p.47).

Sabe-se desde a pré-história, que a pintura é utilizada pelo homem como meio de comunicação. Ainda antes de saber escrever o homem já pintava/desenhava. As pinturas rupestres são um exemplo de como o homem utilizava o desenho para comunicar o seu quotidiano, as suas crenças e os seus rituais. Hoje em dia temos informações sobre a vida dessas civilizações antigas, pois estes deixaram os seus traçados para explicar um mundo de fenómenos, nas paredes das suas cavernas, nos templos e nas tumbas (012) (MASSIRONI, 1989).

"Num determinado horizonte temporal tudo é provisório, passageiro. (...) O desenho é o que permanece de uma certa configuração do mundo tal como o vemos ou desejamos ver; é um modo de resistirmos à contínua dissolução das formas. Contrariando o tempo e o esquecimento o desenho afirma-se: "estive aqui"; vi (ou podia ter visto) isto."

(VAZ DA SILVA, 2005, p.7)

À medida que as civilizações foram evoluindo e com o aparecimento da escrita e do alfabeto, os desenhos foram também sendo melhorados e tornando-se mais realistas. (CABRAL, 2015) Ou seja, o desenho não terá a mesma definição nem função que na época do Renascimento²⁴, nem interpretamos o desenho da mesma forma. "O entendimento que temos das coisas é um somatório de percepções e visões que vão sendo guardadas no nosso cérebro, que são articuladas com outras percepções, constituindo um arquivo de referências que vai sedimentando a construção da imagem" (MARQUES, 2006, p.27)

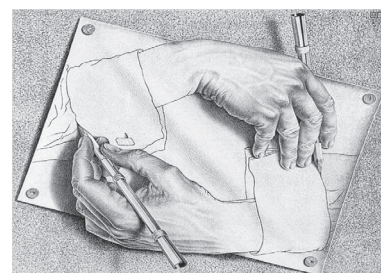
Crê-se que a ideia de infinito, traduzida pela manipulação do ponto de fuga surgiu no período do Renascimento (XAVIER, 2012), como tal, parece pertinente no presente trabalho abordar o tema do desenho como representação da arquitetura, posteriormente à época em que surgiu a perspectiva e a sua utilidade na área de estudo.

Com o desenvolvimento industrial, o desenho técnico recebeu um grande impulso. Havia a necessidade de estabelecer normas ou seja, universalizar o desenho. Com o desenvolvimento da produção em massa, foi necessária a padronização na representação para posterior fabricação. Por volta do século XVIII, Gaspard Monge²⁵ criou um método (método de Monge), generalizando alguns dos métodos introduzidos pelos renascentistas. Apresentou um método de representação, utilizando projeções ortogonais, que permitia a representação precisa das três dimensões do objeto²⁶, em planos bidimensionais.

O método de Monge foi publicado em 1795, denominado também como "Geometria Descritiva", foi criado com o fim de resolver um dos maiores problemas da compreensão do desenho bidimensional: conseguir entender as dimensões da largura, da altura, e da profundidade do objeto desenhado (XAVIER, 2012). Falando de tridimensionalidade e de perspectiva, devemos mencionar Maurits Escher²⁷, artista conhecido pela sua capacidade de desenhar construções impossíveis (013),

>

24. Período que abrange os séculos XIV ao XVII, nasce com esse termo por ser considerado um retorno às tradições clássicas – as bases da civilização Greco-romana.



013. "Desenhar as Mãos" 1948, Maurits Escher

>

25. Gaspard Monge, matemático e desenhista francês (1746-1818)

26. No presente trabalho, a palavra objeto irá ser utilizado como referência a peças tridimensionais e a espaços tridimensionais

27. "Maurits Cornelis Escher (Leeuwarden, 17 de Junho de 1898 - Hilversum, 27 de Março de 1972) foi um artista gráfico holandês conhecido pelas suas xilogravuras, litografias e meios-tons (mezzotints), que tendem a representar construções impossíveis, preenchimento regular do plano, explorações do infinito e as metamorfoses padrões geométricos entrecruzados que se transformam gradualmente para formas completamente diferentes."

URL: http://www.escher.eng.br/index_arquivos/Page345.htm

desenho: *Desenhar as Mãos* (1948). Este desenho, estimula e desenvolve a percepção, da sua percepção de representação. Isto é, podemos verificar que o autor percebe a sua mão a desenhar, e representa-a desenhando outra mão a desenhar, tomando-o num desenho de processo circular, um pouco confuso até, como que se tratasse de uma interpretação infinita. Podemos sentir-nos de forma idêntica a quando pensamos sobre “quem é que nasceu primeiro, o ovo ou a galinha?” como: (Qual foi a mão que desenhou primeiro a outra mão? Que mão iniciou o desenho?). Nesta representação, a mão aparenta desenhar outra mão, que conseqüentemente desenha a mão inicial. A ilusão da sombra representada simula a realidade, mas racionalmente pode-se entender que esta representação realista é impossível. Este é um exemplo de uma superfície representada sobre outra, que procura a demonstração da tridimensionalidade, num formato bidimensional. O que se pretende demonstrar na exposição deste desenho, é a progressão entre a linha abstrata numa folha de papel até a mesma se transformar numa superfície tridimensional, aparentemente realista. A sombra da mão é representada através da mancha e da textura da luz, dando assim uma sensação de tridimensionalidade.

Como Bruno Ernst (1991), refere no livro *O espelho mágico de M.C.Escher* : “O desenho é, na verdade, ilusão: Estávamos convencidos de que olhávamos um mundo a três dimensões, enquanto o papel de desenho é só bidimensional.” (ERNST, 1991, p.26).

Dado o desenho poder ser considerado, uma das técnicas gráficas mais utilizadas pelos arquitetos, Walter Gropius (2004), no seu livro *Bauhaus: Nova arquitetura*, menciona que:

“Com demasiada frequência confundimos capacidade de desenhar com capacidade de produzir o design criativo. A destreza de desenho bem como a destreza artesanal, constituem apenas um valioso meio auxiliar para exprimir representações espaciais. O virtuosismo e a habilidade manual não geram ainda a arte.”

(GROPIUS, 2004, p.44, Tradução por: J. Guinsburg e Ingrid Domien)

A intenção do arquiteto está então na representação da obra que irá ser construída e a técnica utilizada torna-se pouco relevante, sendo o maior propósito simular o espaço proposto. A forma como é representada, a técnica utilizada, irá melhorar ou piorar a comunicação entre as partes envolvidas (GROPIUS, 2004).

Quando observamos o mundo à nossa volta, entendemos que praticamente tudo é tridimensional, porém, quando representamos objetos tridimensionais através do desenho, estes são bidimensionais, a terceira dimensão deve então partir da interpretação de cada um, da sua capacidade de percepção espacial.

“Neste sentido a representação concretiza uma espécie de desdobramento do mundo, numa relação de experiência e conhecimento, de invenção e especulação.”

(MARQUES, 2006, p.23)

No geral, os arquitetos possuem uma maior apetência para interpretar ou resolver problemas de caráter tridimensional. Como tal, muitas vezes, proporcionam-se falhas de comunicação entre o arquiteto e, por exemplo: um cliente. (PALLASMA, 2013) Podemos então observar que, a representação gráfica de um projeto, deve ter como objetivo principal, comunicar visualmente com qualidade a proposta apresentada.

“(...) o desenho é uma das primeiras formas de expressão... analisando-o como forma de representação e comunicação, funcionando como uma espécie de registo que permite, a quem os depara, compreender e assimilar uma ideia através do olhar.”

(PALLASMA, 2013, p.27, Tradução por: Alexandre Salvaterra)

Como Juhani Pallasma (2013) refere, o desenho consegue representar um lugar e posteriormente analisá-lo. Muitas vezes o desenho é definido como meio da expressão artística, a qualidade deste acaba por desviar a atenção do que realmente importa, a apresentação o mais aproximado do real, na proposta do espaço (PALLASMA, 2013).

Victor Consiglieri (1999), no livro, *A Morfologia da Arquitetura. 1920-1970*²⁸, diz que “(...) desde a antiguidade que se tenta representar a realidade tridimensional em um plano, utilizando princípios representativos, topológicos ou a graduação da luminosidade.” (CONSIGLIERI, 1999, p.44). Utilizando sombras num desenho em perspetiva, a noção de profundidade e tridimensionalidade pode então tornar-se mais evidente para qualquer um compreender o desenho do espaço. A perspetiva tornou-se então num meio de tradução da profundidade, uma forma de representar o mundo tridimensional numa superfície bidimensional.

>
28. Texto originalmente publicado como tese de doutoramento na Faculdade de Arquitetura de Lisboa em 1992

“Compreender e representar o espaço da paisagem, ver e demonstrar que as luzes e as cores são índices significativos do aspecto da profundidade...”

(MASSIRONI, 1989, p.58. Tradução por: Cidália de Brito)

2.1.2 A Comunicação na arquitetura

Para qualquer um compreender o espaço, é necessária a existência de ferramentas auxiliares à comunicação. Segundo o *Dicionário da Língua Portuguesa da Porto Editora*, comunicação²⁹ é o ato/efeito de comunicar, é a troca de informação entre indivíduos através da fala, da escrita, de um código comum ou do próprio comportamento.

Mesmo antes de saber o que se pretende comunicar, é necessário entender se o é pertinente e que relevância poderá vir a ter.

O Homem não vive isolado mas sim em rede, e para haver esta vivência natural é necessária a comunicação. Sendo assim, que instrumentos temos à nossa disposição para o fazer na arquitetura? O que é que a arquitetura pretende comunicar? A criação de problemas faz parte do discurso da arquitetura? Tadao Ando, arquiteto japonês, refere que a “arquitetura é uma “caixa” cuja criação tem dois objetivos. O primeiro objetivo é o ideal, o outro a ambição. O ideal da arquitetura é criar um modelo do mundo, a sua ambição é despertar as sensibilidades humanas.”³⁰ (FURUYAMA, 1995, p.9. Tradução livre do autor).

Para melhor entendermos este “despertar as sensibilidades humanas” na arquitetura, podemos então considerar a arquitetura como uma arte. Porém, a maior diferença entre a arquitetura e outros tipos de arte é o facto de esta não ser uma arte acidental nem projetada, mas sim uma arte inevitável. A arquitetura tem um lado prático, o seu produto final não se resume simplesmente ao seu resultado estético, mas sim a um conjunto de beleza com utilidade. Um pintor ou um músico expõem a sua arte ao seu gosto e posteriormente têm um público alvo. Um arquiteto deve atender aos desejos expressos pelo seu público, o cliente. Isto significa duas coisas: que o arquiteto deve ser mais do que um artista, e que o cliente tem uma parte importante no desempenho da obra do arquiteto (VAN RENSSLAER, 2013).

Apesar do cliente desempenhar uma função importante na obra, este deve aprender a confiar no arquiteto, como qualquer um de nós confia num médico por exemplo. Quando vamos ao médico devemos descrever o nosso estado, o que sentimos,

<
29. Comunicação, acedido em Dicionário da Língua Portuguesa. (Porto: Porto Editora, 2003-2016). (consultado a 05 de Dezembro de 2016), disponível no site eletrónico: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/comunicação>

<
30. “Architecture refers to a box whose creation has two objectives. One objective is an ideal, the other an ambition. Architecture's ideal is to form a model of the world. Its ambition is to awaken man's sensitivities.” (FURUYAMA, 1995, p.9)

geralmente confiamos no médico para nos dar resposta aos nossos problemas, ele deve saber o que será melhor para nós. Com isto o que se pretende dizer é que, o cliente deve expressar o que precisa, o que não gosta, o que gosta, mas posteriormente deve ter a certeza de que o arquiteto irá saber melhor que ele, como é que os seus desejos podem ser concretizados. Para isto acontecer, o arquiteto deve trabalhar bem no projeto e entrar em contato com o cliente constantemente, para não existirem concretizações de falsas suposições ou por falta de compreensão na comunicação (VAN RENSSLAER, 2013).

O cliente pode julgar os arquitetos tanto ao nível dos seus dotes artísticos como em termos de carácter pessoal. Os arquitetos não são tratados como é um pintor ou um escritor. As falhas de carácter destes artistas não importam tanto como a de um arquiteto pois, o arquiteto entra em contato com o público como artista e como homem. O cliente escolhe o seu arquiteto e não o contrário. Os desenhos arquitetónicos são muito importantes na comunicação da arquitetura porém, simbolizam uma falha na comunicação entre o arquiteto e o cliente. Muitos dos problemas dos arquitetos derivam do não entendimento do desenho por parte do cliente, o cliente não tem experiência para ler o desenho arquitetónico como deve ter o arquiteto. A função do arquiteto ao longo do processo projetual passa também então por explicar os desenhos apresentados ao cliente (VAN RENSSLAER, 2013).

“Muitos dos nossos problemas no passado resultam do facto do público não entender que é necessário um olho de arquiteto, ou pelo menos um olho experiente para ler um desenho arquitetónico da forma correta (...) Mesmo aquela imagem que é chamada de perspectiva não pode ser facilmente compreendida; e uma planta, um corte, uma elevação, não são de todo imagens, mas sim sinais e símbolos que o novato muitas vezes intepreta incorretamente, quase sempre quando pensa que encontrou a pólvora (...) Tanto os interesses do cliente como os do arquiteto exigem que sejam avaliados por um artista competente, não envolvido na questão, e que este seja pago por isso - para avaliar os projetos apresentados.”³¹ (VAN RENSSLAER, 2013. Tradução livre da autora)

>

31. "Much of our trouble in the past has come because the public does not understand that it takes an architect's eye, or, at least, an experienced eye, to read an architectural drawing rightly. (...) Even that picture which is called a perspective cannot easily be understood; and a plan, a section, an elevation, are not pictures at all, but signs and symbols, which the novice often misconceives most entirely just when he thinks he has unravelled every knot. (...) The interests of the client and those of the architect both demand that some competent artist, not himself concerned in the matter, should be asked — and paid — to explain the submitted designs." (VAN RENSSLAER, 1890) "Client and Architect" Places Journal, 2013, url: <https://placesjournal.org/article/client-and-architect/> acessado a 28 de Novembro de 2016

2.1.3 O “Modelo físico”

Como grande parte dos nossos problemas de comunicação, derivam do facto do cliente muitas vezes não conseguir ler um desenho arquitetónico, de seguida é exposto um outro instrumento – o modelo físico - utilizado pelos arquitetos para comunicarem com os clientes.

O Renascimento baseia-se em conceitos que tinham sido empregues na cultura da Idade média. Conceitos como, a valorização do homem e da natureza em oposição ao divino e ao sobrenatural. Há uma enorme crença nas ciências, na leis matemáticas, o que se refletia muito nas obras construídas nesse período. A arquitetura é assim apresentada como uma ciência exata. Não podendo afirmar que os renascentistas foram os primeiros utilizadores dos modelos físicos tridimensionais na arquitetura, pode promover-se a riqueza da metodologia utilizada por estes e a sua regularidade na utilização dos mesmos (BASSO, 2005).

Rudolf Wittkower, no seu livro *Los Fundamentos de la arquitectura en la idade del humanismo*, entende que a arquitetura se deveria adequar às conceções de uma ordem superior, tal como as proporções de um corpo humano “que provêm da vontade Divina”³² (WITTKOWER, 1995, p.102. Tradução livre da autora). É sob essa busca pela perfeição, da conceção e da beleza da obra, que surge o modelo tridimensional, revelando ser um instrumento de enorme eficácia no desenvolvimento da ideia do arquiteto. Na arquitetura, a criação do modelo físico, foi considerado determinante na consolidação da diferença entre o arquiteto e o mestre de obras da época medieval (BASSO, 2005).

A partir do momento em que quem constrói, deixou de ser quem cria o projeto, a representação necessitou de algumas atualizações nos sistemas de representação, para uma melhor ilustração do objeto a ser construído. Foi então necessária a criação de alguns sistemas de projeção, de forma a facilitar a compreensão do objeto, sendo que estas representações foram-se tornando cada vez mais precisas e rigorosas.

A maior parte dos sistemas utilizados, para a representação de objetos tridimensionais, é feita a partir de suportes bidimensionais, o que não permite a representação na sua totalidade. Como escreveu Bruno Zevi: “A quarta dimensão pareceu responder de forma satisfatória à questão das dimensões da arquitetura. Viramos uma estatueta em nossas mãos para

32. “que provienen de la voluntad Divina”
(WITTKOWER, 1995, p.102)

observá-la de todos os lados, ou andamos em torno de um grupo estatuário para estudá-lo de um lado e de outro, de perto e de longe.” (ZEVI, 2009, p.22. Tradução por: Maria Isabel Gaspar e Gaetan Martins de Oliveira)

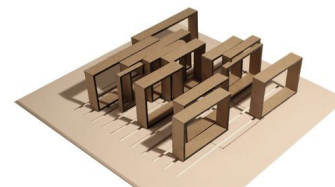
Ou seja, para existir a real tridimensionalidade, o observador é colocado numa certa posição em relação ao objeto e apenas obtém uma observação parcial do mesmo. Para poder observar as demais faces, é necessário alterar a sua posição em relação ao objeto, ou a posição do objeto em relação ao observador.

Como João Pernão (2005) menciona na sua tese de mestrado, “A utilidade da percepção tridimensional é inquestionável na relação interativa do ser humano com o mundo físico que o rodeia.” (PERNÃO, 2005, p. 67).

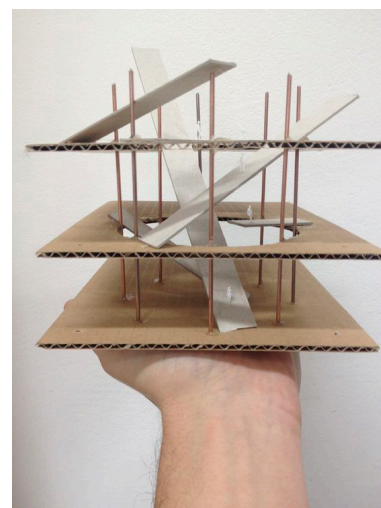
No livro de Knoll e Hechinger (2009), *Maquetas de Arquitectura- Técnicas y Construcción*, os modelos físicos em arquitetura, ou maquetes físicas, são divididas de acordo com as etapas de projeto. Estes autores dividem os modelos físicos em: maquetes conceituais (014), maquetes de trabalho (015) e maquetes de execução (016). As maquetes conceituais são representativas das ideias iniciais, formas rápidas de representar com elementos e materiais simples. As maquetes de trabalho referem-se às que permitem fazer jogos com os volumes criados. Por último, as maquetes de execução, devem expressar com



016. Maquete de execução.
URL: <https://pt.pinterest.com/pin/329044316507899025/>



014. Maquete conceptual.
URL: <https://pt.pinterest.com/pin/32355554458584871/>



015. Maquete de trabalho.
URL: <https://pt.pinterest.com/pin/503910645786378441/>

maior rigor e fidelidade, as exigências do desenho representado. Para estes autores, também é o desenho a primeira expressão da ideia. A maquete faz uso dos volumes para concretizar o espaço concetualizado.

“O projeto realiza-se a partir de desenhos e de maquetes. Através destes, pode-se seguir o processo da formalização. O desenho, apesar da sua grande vantagem, a sua disponibilidade imediata e a sua rápida resposta à espontaneidade da ideias súbitas, representa o espaço arquitetónico de uma forma “abstrata” que frequentemente é difícil de perceber. Pelo contrário, a maquete, e especialmente a maquete concetual, é a tradução imediata das nossas ideias sobre o espaço para uma realidade concreta complementada com elementos tectónicos.”³³

(KNOLL, HECHINGER, 2009, p.7. Tradução livre da autora)

<
33. “El proyecto se realiza en dibujos y maquetas. A través de estos se puede seguir el proceso de formalización. El dibujo, a pesar de la ventaja que significa su disponibilidad inmediata y su rápida respuesta a la espontaneidad de las ideas súbitas, representada el espacio arquitectónico de una manera ‘abstrata’ que a menudo es difícil percibir. Por el contrario, la maqueta, y sobre todo la maqueta concetual, es la traducción inmediata de nuestras ideas sobre el espacio a una realidad concreta mediante elementos tectónicos.” (KNOLL, HECHINGER, 2009, p.7)

2.1.4 O Virtual

No seguimento do pensamento de que a realidade é uma ilusão gerada por cada um de nós, falamos então do virtual, palavra esta que deriva do latim *virtualis*, que por sua vez surge do termo *virtus* que significa força e potência (LÉVY, 1998).

Segundo o *Dicionário da Língua Portuguesa da Porto Editora*, virtual, é algo suscetível de se exercer ou realizar, algo possível que existe em potência.

Gilles Deleuze³⁴, na sua primeira publicação em 1968, propõe o virtual como sendo uma potência de criação e não uma representação reconhecida:

“Em tudo isto, o único perigo é confundir o virtual com o possível. Com efeito, o possível opoem-se ao real; o processo do possível é pois uma realização. O virtual ao contrário, não se opoem ao real; ele possui uma plena realidade por si mesmo. Seu processo é a atualização.”

(DELEUZE, 2000, p.339 Tradução: Luiz Orlandi, Roberto Machado)

<
34. Conceituado filósofo Francês do século XX

<
35. Tradução original do título do livro, em Francês. No presente estudo, foi utilizada a tradução em espanhol feita por Diego Levis: “Qué es lo virtual”

Ao longo da obra de Pierre Lévy, *Qu’est-ce que le virtuel?*³⁵, o autor refere o trabalho de Deleuze inúmeras vezes, quando sente necessidade de distinguir o possível do virtual. Por um lado fala que o possível se irá realizar independentemente da sua determinação ou natureza, compara o possível com o real,

só faltando ao possível a sua existência. O possível implica uma produção inovadora de uma ideia ou de uma forma. A diferença entre real e possível é puramente lógica. O virtual não se opõem ao real mas sim ao atual. Podemos subentender que para Lévy, tal como para Deleuze, o virtual é algo que existe como uma realidade “reconhecível” e “representável”, apesar de não ocupar na verdade um local definido no espaço (LÉVY, 1998).

Dando o exemplo de uma chamada telefónica, Lévy consideraria o telefonema como um encontro virtual, onde poderíamos pensar onde é que se encontram na verdade as vozes, num “não lugar” mas não em “lugar nenhum”. Podemos assim considerar que o autor considera o virtual como um espaço não materializado e não totalizável (LÉVY, 1998).

“A virtualização não é uma desrealização (a transformação de uma realidade num conjunto de possíveis), mas uma mutação de identidade, um deslocamento do centro de gravidade ontológico do objeto considerado: em vez de se definir principalmente por sua atualidade (uma “solução”), a entidade passa a encontrar sua consistência essencial num campo problemático. Virtualizar uma entidade qualquer consiste em descobrir uma questão geral à qual ela se relaciona, em fazer mutar a entidade em direção a essa interrogação e em redefinir a atualidade de partida como resposta a uma questão particular.”³⁶

(LÉVY, 1998, p.12, Tradução livre da autora)

Lévy, refere que Jean Baudrillard entende o virtual como se se tratasse de uma ilusão de uma ilusão, pois acredita não existir uma realidade absoluta³⁷. Lévy por outro lado, apresenta então a virtualização como algo que pertence ao mundo humano. Apesar de estes dois autores terem pontos de vista diferentes em relação ao que é virtual, podemos verificar que eles concordam que o virtual é possível num processo de realização “noutro lugar” (LÉVY, 1998).

2.1.5 A Representação digital

Como referido anteriormente, a revolução industrial foi impulsionada pela produção a grande escala e pelos seus grandes investimentos, que levaram à criação de novos bens de consumo. Apesar das primeiras tentativas, de implementar a

>
36. “La virtualización no es una desrealización (la transformación de una realidad en un conjunto de posibles), sino una mutación de identidad, un desplazamiento del centro de gravedad ontológico del objeto considerado: en lugar de definirse principalmente por su actualidad (una “solución”), la entidad encuentra así su consistencia esencial en un campo problemático. Virtualizar una entidad cualquiera consiste en descubrir la cuestión general a la que se refiere, en mutar la entidad en dirección a este interrogante y en redefinir la actualidad de partida como respuesta a una cuestión particular.” (LÉVY, 1998, p.12, Traducción: Diego Levis)

37. “Do meu ponto de vista, como já disse, fazer acontecer um mundo real é já produzi-lo, e o real jamais foi outra coisa senão uma forma de simulação. Podemos, certamente, pretender que exista um efeito de real, um efeito de verdade, um efeito de objetividade, mas o real, em si, não existe” (BAUDRILLARD, 2001, p. 41)

<
38. "who is often referred to as the "father" of information theory". (Que é usualmente referido como o "pai" da teoria da informação.)

URL:http://amturing.acm.org/award_winners/sutherland_3467412.cfm, (consultado a 20 de novembro de 2016)

39. (MIT)- Massachusetts Institute of Technology

40. "Na década de 50 surge o conceito de CAD (Computer Aided Design), quando o Exército Norte Americano desenvolve os primeiros Plotters (Traçados gráficos), até hoje utilizados para impressão de desenhos técnicos capazes de representar desenhos por intermédio de parâmetros de computador." (MITCHELL, 1991, p.93) em Computer-Aided Architectural Design

<
41. Programa de software de desenho assistido por computador, utilizado para a criação de projetos em 2D e 3D

42. Programa de software para a criação e modelação objetos tridimensionais

43. Programa de software para a criação e modelação objetos tridimensionais onde é possível uma melhor renderização das imagens conseguidas do objeto criado, permite também fazer animações

computação gráfica como sistema de apoio destinado à produção industrial, na década de 1950, as dificuldades na padronização e os elevados custos agregados a este, impediram a sua adoção imediata (LIMA, SOARES e BORGES, 2011).

O conceito de computação gráfica, como conhecemos atualmente foi desenvolvido por Ivan Sutherland³⁸ no início de 1960, na sua tese de doutoramento no MIT³⁹. Com a computação gráfica, e os conceitos introduzidos por Sutherland, foi despertado o interesse das indústrias automobilística e aeroespacial, levando à produção dos sistemas CAD⁴⁰ (Computer Aided Design). Sutherland idealizou o CAD para substituir as ferramentas de auxílio de desenho, mais primitivas. O CAD subdivide-se em dois tipos de tecnologia, CAE (Computer Aided Engeneering) e CAM (Computer Aided Manufacturing), isto é: engenharia assistida por computador e manufatura assistida por computador (LIMA, SOARES e BORGES, 2011).

O CAD tinha como objetivo principal aumentar a produtividade na elaboração dos desenhos técnicos, hoje em dia a partir de objetos tridimensionais podemos obter projeções bidimensionais e volumétricas e descrições de montagens. O *software* CAE é utilizado para o cálculo de tensões, deslocamentos, vibração, transferências de temperaturas, entre outras aplicações. O CAM determina a melhor forma de utilizar procedimentos industriais, ou seja cria e determina o melhor processo de manufatura (LIMA, SOARES e BORGES, 2011).

Apenas nas décadas de 70 e 80 é que o sistema CAD começa a ser utilizado em maior escala pois apesar de ser uma ferramenta com imensa utilidade era uma ferramenta extremamente dispendiosa. Nos anos 80 também surgiu uma nova companhia, a Autodesk criada com o auxílio do programador John Walker que foi uma das primeiras pessoas a experimentar a área da visualização tridimensional (RHEINGOLD, 1992).

O programa Autocad⁴¹ foi um dos programas pioneiros na área da arquitetura, começou a ser largamente utilizado por projetistas, o que levou a alguns investimentos em aplicações específicas para arquitetura como é o caso do Sketchup⁴² e do 3D StudioMax⁴³ que apesar de serem ótimos programas para modelação tridimensional não são os programas mais indicados para as etapas de projeto que dependam de grande pormenor/detalhe na representação gráfica (XAVIER, 2012).

A área de desenho pode ser considerada um dos outros principais atributos da representação digital, ao contrário do processo dito "tradicional", onde o espaço que o desenho ocupa fica limitado pelo tamanho da folha que utilizamos. No processo

digital a área gráfica não possui um tamanho definido, os limites podem ser configurados para qualquer tipo de organização do desenho⁴⁴ (XAMIER, 2012).

Este elemento que o desenho digital nos oferece possibilita desenhos das mais diferentes dimensões dentro da mesma área gráfica. Ainda sobre a área de desenho, temos outro benefício no caso dos programas com suporte tridimensional. Os objetos podem ser representados não apenas pelas suas projeções, mas podem também ser reproduzidos através da sua própria tridimensionalidade, utilizando assim as dimensões das suas alturas, larguras e profundidades através de um sistema cartesiano com três eixos de coordenadas (X,Y,Z) (RHEINGOLD, 1992).

2.1.6 O “Projeto digital”

Continuando a focar-nos na área da arquitetura, pode-se descrever a internet como sendo uma ferramenta que alterou completamente a interação entre o profissional e o cliente. Onde quer que esteja o cliente, este poderá discutir ideias e obter soluções sem encontros físicos, simplesmente através de e-mails, chats ou telemóvel.

“Com isso, está a surgir uma arquitetura invisível, erguida em salas virtuais onde os funcionários se reúnem para uma teleconferência e onde colegas de trabalho executam as suas funções trocando ao mesmo tempo informações, quase “lado a lado”, em “espaços virtuais”, mesmo estando fisicamente separados por quilómetros de distância.”

(EICHEMBERG, 2003, p.77. Tradução livre da autora)

Hoje em dia, podemos verificar que geralmente o primeiro contato entre o cliente e o arquiteto é feito através da internet. O profissional geralmente tem um site, e neste, coloca fotografias de maquetes, desenhos, croquis⁴⁵ de projetos, entre outros. É, a partir desta exposição que o cliente decide se contata o profissional para futuros trabalhos ou não. Podemos então questionar: como é que as novas tecnologias têm sido utilizadas na área de arquitetura, em especial, nos processos de desenvolvimento e de gestão do projeto? É importante referir que a forma como é desenvolvido o projeto é uma característica particular de cada projetista e esta, está associada ao processo criativo de cada um. Existem

> 44. Na representação técnica do projeto é necessário colocar diferentes espessuras nas linhas, legendas específicas para cotar o desenho, a representação de materiais, por exemplo num pormenor construtivo, tem uma linguagem comum 2D. Por isso é que os programas de modelação não serão os mais indicados para uma fase de leitura para a execução.

> 45. Croqui significa: esboço, em breves traços, de desenho ou de pintura. URL:<http://arquiteturaurbanismotodos.org.br/croqui/> (consultado a 3 de novembro de 2016)

projetistas que iniciam o projeto a partir de esboços em planta, enquanto outros criam logo formas geométricas ou volumetrias espaciais. A sequência de eventos é refletida na prioridade de escolha das ferramentas a serem utilizadas durante o processo de criação, então entende-se que a utilização das TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) pelos arquitetos, não é utilizada da mesma forma ou com o mesmo propósito (LIMA, SOARES e BORGES, 2011).

Neste sentido, James Steele (2001), no livro intitulado *Arquitectura y revolución digital*, refere três maneiras diferentes de como os arquitetos têm lidado com as transformações da informática:

“A primeira e menos complicada, é utilizar este novo potencial digital como ferramenta para realçar um projeto que se tem trabalhado de forma convencional e que, geralmente, se identifica com os arquitetos que já criaram o seu “estilo” antes de entrarem na era eletrônica. O Autocad é geralmente utilizado para realizar tarefas repetitivas e mecânicas, para delinear graficamente conceitos já definidos.”⁴⁶

(STEELE, 2001, p.65. Tradução livre da autora)

Uma segunda forma é explorar as potencialidades da tecnologia e interligar com a criatividade do arquiteto.

A terceira e ultima variante, ainda apontada por Steele, refere-se aos arquitetos que incorporam os seus desenhos feitos à mão, digitalizando, tomando o seu trabalho híbrido, ou seja manual e digital. Esta variante faz uma junção de linguagens, uma combinação entre a representação “tradicional” com a produzida digitalmente.

Lévy (1999), no livro *Cyberculture*⁴⁷, refere que paralelamente ao som, o controlo que temos da imagem, tem evoluído. O autor refere ainda que o *sampler* está para o som, como a digitalização está para imagem. O *sampler* é um equipamento que armazena o som e permite a sua reprodução. A digitalização da imagem, faz com que a mesma, possa ser reprocessada e posteriormente possam ser alterados parâmetros cromáticos, o seu tamanho e a sua forma, entre outros. (LÉVY, 1999)

Ainda sobre como os arquitetos se têm relacionado com as novas tecnologias, Frederico Braidá (2004), refere que é possível verificarmos a existência de pelo menos, dois tipos de arquitetos que associam as suas criações às TIC. Existem os arquitetos contemporâneos que estão a introduzir mudanças no modo de

<
46. “La primera, y menos complicada, es utilizar este nuevo y poderoso potencial digital como una herramienta para resaltar un proyecto que ha estado trabajando de una manera convencional y, generalmente, se identifica con aquellos arquitectos que habían creado su “estilo” antes de entrar en la era electrónica. el autocad se utiliza generalmente para llevar con tareas repetidoras y mecánicas, de delinear conceptos definidos gráficamente ya” (STEELE, 2001, p.65)

<
47. Tradução original do título do livro, em Francês. No presente estudo, foi utilizada a tradução em português feita por Carlos Irineu da Costa: “Cibercultura”

pensar, planejar e construir arquitetura, sendo uns utilizadores do computador como uma ferramenta de representação de projeto para ser desenvolvido num espaço concreto físico; e podemos verificar um outro grupo denominado como arquitetos do ciberespaço que são os que projetam arquitetura virtual, simulam o mundo físico e produzem uma arquitetura completamente desligada do mundo concreto (BRAIDA, 2004).

Novamente, o filósofo Pierre Lévy, apresenta uma explicação mais poética para a definição de arquitetura virtual. O autor compara a arquitetura virtual com a arquitetura dos barcos, uma arquitetura sem fundações, prática para “navegar” que reúne ferramentas para uma tradução de um pensamento coletivo.

Para se falar então de projeto digital ou arquitetura virtual devemos entender o desenho digital e os seus atributos. Dois dos principais atributos do desenho digital em relação ao desenho tradicional são, como referido anteriormente, a escala e a área de desenho.

Sainz e Valderrama referem, em 1992⁴⁸, que o Autocad passou a ser um programa de “eleição” dos processos de trabalhos gráficos dos projetistas, arquitetos e estudantes, pois o programa em si implica um método de trabalho que determinará a forma de desenhar dos utilizadores (SAINZ e VALDERRAMA, 1992).

O aparecimento do computador, representou então uma nova metodologia de trabalho auxiliada por um conjunto de ferramentas tecnológicas, sendo que estas ferramentas estão em constante reinvenção e evolução. Em todo o caso, só a partir dos anos 90, quando os computadores pessoais se interligaram em rede, pela internet, é que se deu um novo “boom” no modo de vida das pessoas (SILVEIRA, 2003).

Como referido anteriormente, com o uso contínuo da internet, a barreira espaciotemporal foi vencida e hoje em dia podemos comunicar com qualquer pessoa “do outro lado do mundo”, enviando e-mails quase instantâneos e por exemplo, definir os nossos próprios horários de trabalho em casa. Com esta nova tecnologia podemos trabalhar à distância, o que não tem custos tão elevados como trabalhar num escritório (MODESTO,1997).

>
48. No livro com o título *Infografía y Arquitectura: dibujo y proyecto asistido por ordenador*

“A nova revolução tecnológica tem recebido mais denominações: Castells a chamou Revolução das Novas Tecnologias de Informação, Negroponte preferiu denomina-la Revolução Digital, Jean Lojkin nomeou-a Revolução Informacional e Jeremy Rifkin a apontou como a Era do Acesso, entre tantas outras classificações.”

(SILVEIRA, 2003, p.8)

O computador por se poder interligar com outros, por conseguir trabalhar com som, com a imagem, entre outras coisas, foi aceite pela sociedade e tem proposto novos hábitos. Como já foi mencionado, a partilha de ideias é essencial na conceção do projeto de arquitetura e é necessário utilizar as ferramentas e os desenhos que facilitem a compreensão e a realização do projeto criado, da maneira mais aproximada, quando transposta para a escala real.

Dois motivos pelo qual muitos profissionais pensam que o uso de novas ferramentas (tecnologia computacional) é um processo com uma conclusão demorada e imprecisa, é a disciplina e a persistência que estas exigem. A adaptação às ferramentas convencionais de desenho, exige maioritariamente habilidades manuais, tornando assim as digitais mais complexas.

De seguida foi elaborado um esquema (017). No centro é descrita a tarefa e nas laterais é exposta a divisão entre o ambiente físico e o ambiente virtual e a quantidade de ferramentas e meios que o profissional de arquitetura pode encontrar tanto num como no outro.

Segundo este esquema apresentado na página seguinte, nas tarefas correspondentes ao desenho e à execução da maquete, a quantidade de material no ambiente digital é muito menor que no ambiente físico, facilitando por exemplo, o seu transporte. Em termos de visualização e apresentação o ambiente digital oferece uma maior variedade que o ambiente físico, que, apesar de eficaz é mais limitado.

Com este confronto não é pretendido afirmar que o espaço físico está a desaparecer mas sim, que é fundamental entendermos que cada vez mais somos influenciados pelas novas tecnologias e as novas ferramentas de trabalho.

Esta geração de arquitetos encontra a oportunidade ou o desafio de poder dominar as novas ferramentas tecnológicas que, prometem mais agilidade e mais precisão nos detalhes necessários ao projeto. Estas ferramentas são constantemente

melhoradas e adaptadas procurando ir de encontro com as evoluções do processamento gráfico (*hardware*) ou do *software*. Este domínio só acontece depois da escolha adequada da ferramenta a utilizar para as necessidades expostas. A diversidade de procedimentos e de tarefas que podem ser substituídas por ferramentas tecnológicas, são inúmeras (XAVIER, 2012).

Vários aspetos positivos aumentam a rápida difusão das ferramentas tecnológicas nas disciplinas da Arquitetura. A agilidade no desenvolvimento de projeto beneficia tanto o arquiteto na

AMBIENTE FÍSICO

Lápis
Canetas
Borrachas
Réguas
Papeis

DESENHO

X-Ato
Cartão
Tesoura
Cola
(entre outros)

MAQUETE

Fotografias
Slides

VISUALIZAÇÃO

Desenhos
Fotografias
Maquetes

APRESENTAÇÃO

AMBIENTE DIGITAL

Editor de imagem
vetorial(CAD)

Editor de Imagem
Raster1
(Bitmap)

Software de
modelação
tridimensional

Animações
Camaras Digitais

Maquetes intera-
tivas

Realidade Virtual

Imagens

Animações

Maquetes Intera-
tivas

Desenhos Plota-
dos

Realidade Virtual

017. Algumas tarefas que os arquitetos desenvolvem. Diferenças de ferramentas utilizadas no ambiente físico e no ambiente digital. Criado pela autora com base na leitura de Xavier, 2012.

otimização das etapas de projeto como o cliente com a redução dos prazos de entrega do mesmo. Na educação também pode haver uma grande vantagem na prática multidisciplinar de conteúdos com o auxílio de aplicações educativas, permitindo ao aluno uma aprendizagem mais lógica e coerente.

2.1.6.1 A Diferença entre o modelo e o ambiente

Como conseguimos aferir, a partir do que foi apresentado até agora, no presente trabalho, no seguimento do desenho digital, surgiu a possibilidade da criação de modelos tridimensionais e maquetes digitais.

Até então a apresentação dos projetos era feita através de desenhos em planta, desenhos perspectivados ou maquetes físicas. A possibilidade de criar uma maquete digital trouxe uma maior diversidade na apresentação através de várias vistas, tanto internas como externas do projeto.

Segundo Bruno Zevi (2009), um projeto, nem mesmo com maquetes, pode ser realmente admirado - só depois da sua execução. O autor refere que "Todos os produtos de arquitetura são qualificados por sua escala, e por isso não só as maquetes

MODELO VIRTUAL

Permite a criação de animações e imagens para uma apresentação feita posteriormente .

Não permite interação com o modelo dentro do ambiente

Não gera qualquer tipo de sensação de imersão .

AMBIENTE VIRTUAL

Permite utilizar animações já definidas e manipular em tempo real a apresentação .

Oferece a possibilidade de explorar livremente o ambiente e o modelo .

Estimula as sensações da visão, do tato, da audição, entre outras .

018. Quadro de diferenças entre o modelo virtual e o ambiente virtual.
Criado pela autora com base na leitura de Garcia, Camargo e Tissiani, 2001.

plásticas não são suficientes para representá-los, como também qualquer imitação (...)”(ZEV, 2009, p.49. Tradução: Maria Isabel Gaspar/Gaeten Martins de Oliveira).

Hoje em dia podemos: observar, explorar e manipular o projeto ainda não edificado, contudo, na sua escala real só o é possível utilizando a tecnologia da Realidade Virtual (RV). Esta é a ferramenta mais recente disponível no mercado, ainda com poucos utilizadores na arquitetura (comparando com as outras tecnologias disponíveis), contudo, com a velocidade a que as novas tecnologias evoluem, promete uma nova revolução na área.

Não estendendo para já o tema da Realidade Virtual, voltando ao tema do modelo virtual e do ambiente virtual, é necessário compreender as diferenças destes dois termos.

O modelo virtual, refere-se a qualquer objeto com três dimensões, tendo largura, altura e profundidade desenvolvido numa aplicação própria de modelação tridimensional. A complexidade que o modelo virtual poderá obter, dependerá da capacidade de manuseio e habilidade do utilizador na aplicação de modelação. Este modelo virtual permite a criação de animações e renderização⁴⁹ de imagens para as apresentações necessárias (GARCIA, CAMARGO e TISSIANI, 2001).

No presente trabalho, o termo ambiente virtual será utilizado para ambientes onde são possíveis vários tipos de interação com os objetos e cenários criados para os sistemas de Realidade Virtual. No ambiente virtual podemos interagir com o objeto e explorar livremente, dentro e fora, a maquete digital. Uma das principais características que diferenciam o ambiente virtual da animação digital é a interação em tempo real que o usuário tem com a maquete no ambiente virtual, contrariamente a uma animação pré-feita (GARCIA, CAMARGO e TISSIANI, 2001). O ambiente virtual pode tornar-se importante para o desenvolvimento de projetos com as aplicações, dispositivos e modelos de interação corretos.

>
49. Renderizar é o ato de compilar e obter um produto final por meios digitais.
URL: <https://oprofessorweb.wordpress.com/2013/12/10/o-que-e-renderizar/>
(consultado a 3 de novembro de 2016)

2.2 A Realidade Virtual

No presente subcapítulo será apresentada a definição e a origem da realidade virtual. Posteriormente serão expostas, as suas aplicações, as várias formas de apresentar a realidade virtual e que tipo de equipamentos são utilizados na realidade virtual.

A Realidade Virtual contém um conjunto de recursos que torna possível o envolvimento do utilizador, através da interação em tempo real⁵⁰ com ambientes virtuais.

A disponibilidade comercial, dos equipamentos necessários à utilização desta tecnologia, está cada vez mais próxima das expectativas do mercado. Até há pouco, fevereiro de 2016, apenas os equipamentos mais simples para a visualização, de baixo custo eram acessíveis para a utilização em larga escala, como por exemplo os *Google CardBoard*⁵¹.

Esta dificuldade proveniente dos custos, torna difícil o acesso a esta ferramenta por parte dos profissionais, e desta forma os modelos mais complexos, com um maior realismo, tornam-se pesados para os equipamentos mais simples, devido ao grande número de polígonos que transformam o modelo no mais realista possível.

< 50. Interação em tempo real neste caso quer dizer entrada e saída de dados sem tempo de espera entre o usuário da aplicação e a aplicação em si.

< 51. Os Google Cardboard são, como diz o nome, uma caixa com uns óculos com lentes biconvexas, criada pela Google que servem como plataforma para a Realidade Virtual, com o uso de um smartphone.

A Realidade Virtual tem como principal propósito, representar a partir da concepção de modelos digitais tridimensionais, um ambiente virtual de determinada realidade, seja do passado, do presente, de algo que se pode concretizar no futuro, ou apenas de algo conceitual e imaginado, que se pretenda evidenciar.

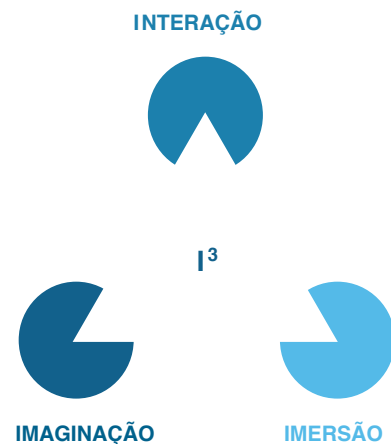
Como o próprio nome dá a entender, o conceito Realidade Virtual, vem da definição do que é realidade e do que é virtual. Para o propósito do presente estudo, o virtual pode ser interpretado como uma coisa que existe mas não é materializável, já a realidade, é como aquilo que experienciamos como seres humanos no nosso quotidiano. Ou seja, a realidade virtual pode ser vista como uma “quase realidade”. Para ser mais fácil de definir, apresenta-se a realidade virtual como uma representação da realidade, através de meios digitais, que podem reproduzir ambientes, onde pelo menos um dos cinco sentidos (visão, audição, tato, paladar e olfato) possa ser estimulado a ter uma nova percepção do espaço onde estamos inseridos. Quanto maior o número de sentidos estimulados dentro do ambiente virtual produzido, maior será a sensação adquirida e a imersão vivenciada. Howard Rheingold (1993) define a Realidade Virtual como:

“(…) uma experiência em que a pessoa é rodeada por uma representação tridimensional gerada por um computador, consegue mover-se dentro do mundo virtual e observar o espaço de diferentes ângulos, para alcançá-lo, agarrá-lo e modelá-lo”⁵²

(RHEINGOLD, cit. CRUZ-NEIRA et. al, 1993, p.135. Tradução livre da autora)

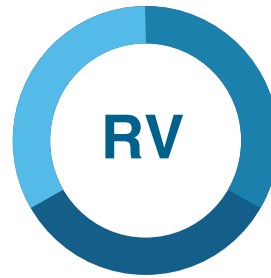
Burdea e Coiffet (1994), no livro *Virtual Reality Technology*, representam através de um triângulo (019) os estímulos relacionados com a interação, a imaginação e a imersão. Estes autores, afirmam que só assim se pode definir a realidade virtual. Cada um destes estímulos tem como objetivo cumprir uma determinada função, estas funções são descritas no esquema (020) da página seguinte.

A autora do livro *Virtual Reality: a door to cyberspace*, Ann Weiss (1996) defende também esta ideia de que para termos uma experiência de realidade virtual, temos de estar rodeados de estímulos relacionados com a interação, a imaginação e a imersão.



019. Triângulo de RV- Interação, Imaginação, Imersão. Re-criado pela autora a partir de Burdea (1994)

> 52. "(...) as an experience in which a person is surrounded by a three-dimensional computer-generated representation, and is able to move around in the virtual world and see it from different angles, to reach into it, grab it, and reshape it." (RHEINGOLD cit. CRUZ-NEIRA et al, 1993, p.135)



IMERSÃO

Proporciona à pessoa a sensação de estar completamente integrada no ambiente digital criado para a interação.

IMAGINAÇÃO

Tudo o que se experiencia aparenta ser real pois os sentidos são muito estimulados.

INTERAÇÃO

Faz com que o utilizador tenha uma relação completa com o ambiente, com os objetos presentes e com outras pessoas.

020. Estímulos necessários para uma boa experiência com a RV.
Figura criada pela autora.

Voltando a Burdea e Coiffet (1994), podemos observar que no seu parecer, a relação espacial é também uma característica crucial para tornar a Realidade Virtual num meio de reprodução mais desenvolvido que, por exemplo, uma maquete física. A Realidade Virtual pode ser considerada muito especial porque, em relação a todos os outros meios de comunicação, a nossa consciência⁵³ pode interpretar o meio. Podemos até ponderar se na verdade a nossa consciência não se torna o meio para a realidade (BURDEA e COIFFET, 1994).

Quando queremos falar sobre esta nova tecnologia, os termos mais utilizados são a realidade virtual e os ambientes virtuais (AV). Apesar de existirem muitos outros, estes dois são os mais populares. Mencionando, a título de curiosidade, outros termos que na sua essência são equivalentes (apesar de pequenas diferenças nas suas definições), temos termos como: experiência sintética, mundo virtual, mundos artificiais, ou realidades artificiais. Todas estas definições querem dizer que a realidade virtual é uma experiência numa simulação (autónoma) do mundo, onde persiste a interatividade e a imersividade (MAZURIK e GERVAUTZ, 1996).

Anteriormente, Pimentel (1995) mencionou a realidade virtual como o “espaço” onde o computador e os humanos entram em contato⁵⁴ (PIMENTEL, 1995). Em geral, o principal objetivo da realidade virtual é fazer com que o utilizador desfrute uma presença interativa e imersiva do mundo virtual (JACOBSON, 1994).

<
53. A palavra “consciência” neste texto é usada como o sentimento que cada um adquire da realidade através dos seus sentidos e das suas experiências.

<
54. “Virtual Reality is the place where humans and computers make contact” (PIMENTEL, 1995, p.17)

Reconhecendo então que a Realidade Virtual, pode ser considerada a imersão num ambiente em que temos um ponto de vista diferente; podemos considerar que o utilizador desta ferramenta, está imerso numa realidade alternativa. Mas o que é de facto esta realidade alternativa? O que é que significa esta imersão? Esta definição reconhece a possibilidade de perceber algo para além do mundo onde vivemos atualmente de duas formas distintas: ou entendemos a realidade alternativa como uma representação de uma realidade vista de outro ponto de vista, ou como realidades puramente imaginárias.

Imaginemos por exemplo que somos dotados com habilidades sobre-humanas e podemos criar a nossa própria realidade, os objetos têm propriedades diferentes, pode não existir gravidade, podem existir extraterrestres no mesmo ambiente, criado na nossa mente (imaginação). Com a Realidade Virtual, a partir do momento em que algo pode ser imaginado, é possível ser criado. Ficamos somente limitados pela nossa capacidade de imaginação e de comunicação da mesma.

“A imaginação é onde os mundos virtuais começam e onde inúmeros mundos virtuais são experienciados. O poder da imaginação permite-nos escolher onde viver, quando quisermos e com quem quisermos.”⁵⁵

(SHERMAN e CRAIG, 2003, p.7. Tradução livre da autora)

Muitas vezes somos confrontados, sem nos apercebermos, com partilhas de ideias da nossa imaginação com outros. Ao partilhar a imaginação, todos podemos participar em novas criações. O cinema é um exemplo de um meio de comunicação deste tipo de partilha. Esta comunicação parte do criador para o público, mas cada um pode ter uma interpretação sua, até podem existir reações que o criador nem esperava. Muitas vezes depende apenas, da empatia criada com os personagens, ou com o local. Este exemplo de meio de comunicação, geralmente apresenta a realidade alternativa vista pela terceira pessoa. Na realidade virtual, a componente necessária para entrar no mundo virtual é a imersão física, a definição de realidade virtual anteriormente referida não é então completa, pois como se entende no exemplo dado, outros meios de comunicação já satisfazem os parâmetros para uma imersão psicológica.

Normalmente, a imersão psicológica é subentendida quando se refere a um estado emocional ou mental, ao facto de se sentir envolvido na experiência. Na realidade virtual, podemos então referir que esta também nos transporta para uma sensação

> 55. “Imagination is where virtual worlds begin and how numerous virtual worlds are experienced. The power of imagination can allow us to dwell where we choose, when we choose, and with whom we choose” (SHERMAN e CRAIG, 2003, p.7)

Visão	70%
Audição	20%
Olfato	5%
Tato	4%
Paladar	1%

021. Contribuição percentual dos 5 sentidos para o Homem. Re-criado pela autora a partir de Heilig (1992)

de imersão física, ou seja que estimula os sentidos do utilizador (SHERMAN e CRAIG, 2003).

No presente trabalho, refere-se o termo imersão quando existe uma sensação de “estar no ambiente”. Esta sensação pode ser puramente mental ou pode ser física: Imersão física é a definição característica da realidade virtual e imersão psicológica ou mental é considerado o objetivo geral da maior parte dos criadores dos meios de comunicação (SHERMAN e CRAIG, 2003).

Enquanto imersão psicológica é considerado ser o estado de completo compromisso, suspensão da descrença, envolvimento. A imersão física, é considerada o estímulo sintético dos sentidos do corpo humano, com o uso da tecnologia. Isto não implica todos os sentidos ou o próprio corpo na sua totalidade, imerso no ambiente virtual.

A Realidade Virtual também abraça muitas vezes o termo de presença, provavelmente derivada, da utilização do termo tele-presença⁵⁶. O que se pretende então com a Realidade Virtual, pode ser resumidamente descrito como: obter o sentido de presença.

<
56. Telepresença: Termo que se refere a um conjunto de tecnologias que permite que uma pessoa sinta que está presente num local onde na realidade não está.

2.2.1.1 Factor Humano

Como já foi mencionado no subcapítulo anterior *Percepção*, a relação que temos com o espaço é interpretada por cada um de nós, pelas informações que o cérebro recebe, principalmente através, do sentido da visão. Um exemplo simples para demonstrar um tipo de reação que deriva dos diferentes modos de interpretação que podemos ter de um mesmo espaço, é a claustrofobia⁵⁷. Não é que seja uma sensação que se pretenda provocar numa experiência em que se utilize a realidade virtual, mas se pensarmos que pode levar-nos a obter essa sensação, esta pode tornar-se numa representação convincente duma representação da realidade. Holloway e Lastra (1995) mencionam que, ao construir ambientes virtuais, devemos ter o conhecimento de como “enganar” os nossos sentidos. Deve ser transmitida uma sensação de imersão e para isso temos de saber quais os estímulos mais importantes e de que forma podem estar ordenados, por grau de intensidade (HOLLOWAY e LASTRA, 1995).

<
57.“A claustrofobia é o medo de entrar (e ficar preso) em espaços fechados, como elevadores, salas pequenas, túneis, etc.” (DALGALARRONDO, 2006, p. 110)

Heilig (1992) no artigo *El cine del Futuro* demonstra percentualmente, a contribuição de cada um dos cinco sentidos mais conhecidos do ser humano (021), demonstrando claramente que a visão humana providencia a maior parte da informação capturada pelo cérebro. Assim sendo podemos afirmar que é

este o sentido que mais nos ilude e nos transporta para uma maior sensação de imersão. Podemos também verificar, através do quadro de Heilig, que:

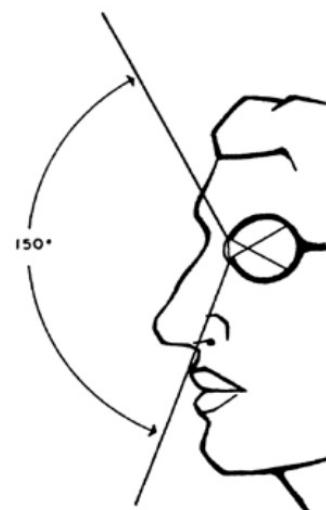
-A audição é o segundo sentido mais levado em consideração pelo ser Humano

-O tato não desempenha uma função assim tão relevante (exceto para tarefas em que é necessária a manipulação)

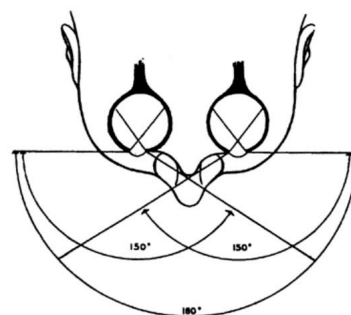
-O olfato e o paladar nem são considerados na maior parte dos sistemas existentes de RV devido à dificuldade da sua implementação.

O presente trabalho é fundamentado, abordando mais concretamente o sentido da visão, visto que é o sentido que pode ser mais apto a manipulação. Infelizmente hoje em dia, a tecnologia ainda não é capaz de igualar os limites do sistema visual humano. Na utilização desta tecnologia, temos portanto de considerar possíveis implicações, na qualidade dos ambientes virtuais resultantes.

O olho humano, tem aproximadamente, tanto na vertical como na horizontal, um campo de visão de 180° por 180° . O alcance vertical é limitado a cerca de 150° , em cima pelas sobrancelhas e em baixo pelas bochechas (022). No entanto, o alcance horizontal de cada olho, ou seja com um dos olhos fechados, é de 150° . Ainda assim, este é limitado a 60° pelo nariz quando olhamos para dentro e os restantes 90° para o lado de fora da cara. Sendo o campo de visão horizontal um total de 180° , quando olhamos para o infinito existe uma sobreposição binocular de 120° (023). Para termos uma noção da dimensão do nosso campo de visão, um monitor de 21 polegadas⁵⁸, a 50cm (centímetros) da cara, cobre aproximadamente 48° no campo de visão (HEILIG, 1992). Dentro do campo de visão ainda se entende como pertinente, termos mais factores importantes para uma melhor compreensão da imagem como: a acuidade visual, a resolução temporal, a luz, a cor e a percepção da profundidade. No caso da visualização, através do sistema da Realidade Virtual, para criar imagens estereoscópicas e de profundidade, o cérebro extrai informações que os olhos vêem. Toda a sugestão de profundidade numa imagem pode ser dividida em dois grupos: fisiológicos e psicológicos (PERNÃO, 2005).



022. Campo de visão vertical do Homem. HEILIG, 1992



023. Campo de visão horizontal do Homem. HEILIG, 1992

>

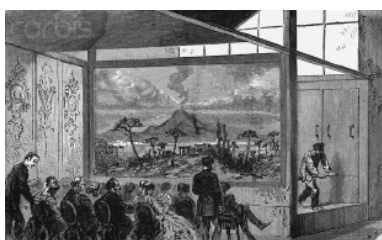
58. Ecrã de 21 polegadas equivale a 30 cm de largura e 45 cm de comprimento. Fonte Uri: <http://naosounerd.blogspot.pt/2009/01/qual-medida-do-monitor-14-1517192021-e.html>

“No ver existe sempre uma parte fisiológica e outra psicológica, e estes são processos interligados que não podem ser analisados separadamente. (...) coloca a percepção visual no fulcro da investigação sobre os mecanismos de apreensão da realidade. Para reproduzir artificialmente estes mecanismos, para construir uma percepção artificial, há que estudar e compreender a percepção natural.”

(PERNÃO, 2005, p.42 e 45)

Sem voltar a entrar na discussão filosófica sobre o que é a realidade, considera-se, no presente trabalho, que pode haver mais do que uma realidade que podemos experimentar em primeira mão, só com os nossos sentidos. Referimo-nos então a uma realidade física. A realidade imaginada refere-se às experiências que temos nos nossos sonhos, nos pensamentos, ou que vivenciamos em segunda mão (através de meios de comunicação) onde está implícita a existência ou ocorrência apresentada.

A Realidade Virtual é então, o meio onde podemos experimentar a realidade imaginada, com muitos dos nossos sentidos físicos. Confiamos na imaginação do criador do ambiente virtual para imermos numa realidade que não a nossa. Embora existam ambientes em realidade virtual, que exibem unicamente experiências táteis (como iremos demonstrar no tema *Aplicações da Realidade Virtual*), na maioria dos casos é o sentido da visão que recebe o maior feedback sensorial. Um típico sistema de Realidade virtual deteta, a cabeça do participante e pelo menos uma das mãos, ou o objeto que a mão segura (SHERMAN e CRAIG, 2003). Há uma variedade de tecnologias que podem ser utilizadas para detetar as principais articulações do corpo Humano, mas são sistemas mais avançados de Realidade Virtual. Algumas dessas tecnologias serão apresentadas no tema *Equipamentos*.



024. Diorama de Daguerre, 1821.
URL: <https://janeaustensworld.wordpress.com/2011/11/28/the-diorama-19th-century-entertainment/>

2.2.2 As origens da Realidade Virtual

De forma a refletir acerca do conceito de Realidade Virtual, temos de retroceder 200 anos na história de forma a perceber a sua origem. No livro *Enciclopédia nineteenth-century photography*, podemos verificar que em 1821, Daguerre divulgou ao público, um meio de apresentação artística chamado de *Diorama*⁵⁹(024). Louis-Jacques-Mendé Daguerre pintava paisagens dos dois lados das telas, de grandes dimensões, feitas num tecni-

⁵⁹“Daguerre was best known as the entrepreneur and creator of the Diorama, which he organized as a limited stock company in 1821 with his partner Bouton.” (HANNNAVY, 2008, p. 364)

do bastante transparente. Quando as expunha, movia um espelho que estava escondido em cima das telas e redirecionava a luz vinda do exterior. Mesmo à vista do público este deslocamento permitia mutações de panoramas incríveis⁶⁰ que simulavam efeitos naturais de tempo, movimento e luz, contrastando as vistas exteriores e interiores.

Na história da fotografia, no século XIX, mais precisamente em 1838, Charles Wheatstone⁶¹ estudava como o cérebro do ser humano processa as imagens que recolhe. Wheatstone descobriu que aquando a junção lado a lado de duas imagens da mesma cena, tiradas de pontos de vista ligeiramente diferentes, e observadas através de um visor estereoscópico⁶² (025), conseguia obter-se uma sensação de profundidade, distância e tamanho dos objetos, proporcionando assim uma sensação de visão tridimensional das imagens. Onze anos mais tarde, David Brewster veio a reinventar o design do estereoscópio de Wheatstone⁶³ o estereoscópio lenticular (026) (HANNNAVY, 2002).

Avançando na história, 100 anos, mais precisamente em 1939, foi lançada a patente do *View master*, (027)* um novo aparelho com alguns progressos no campo da visão estereoscópica, como a introdução da cor nas fotografias. Na altura era utilizado principalmente para entretenimento (HANNNAVY, 2002).

Já em 1956, quando a fotografia e o cinema já eram tecnologias banalizadas, o cineasta Morton Heilig decidiu, num género de uma cabine, juntar ao vídeo o som estéreo, vibrações mecânicas, aromas e ar em movimento com o auxílio de ventoinhas (PIMENTEL, 1995). Apesar de não ter tido grande sucesso na altura, este conjunto de estímulos sensoriais, permitiam ao utilizador, uma experiência de imersão neste simulador chamado de *Sensorama* (028)* (JACOBSON, 1994).

Em 1963, surgiu uma nova ferramenta que promoveu o uso das novas tecnologias. O *Sketchpad* foi a primeira caneta ótica que possibilitou a inserção de gráficos diretamente no ecrã do computador (029)*, logo de seguida surgiu o primeiro videocapete *Head Mounted Display* (HDM) (030)* e estes dois projetos foram criados por Ivan Sutherland. Esta última criação possibilitou a visualização das diferentes perspetivas do mesmo objeto simplesmente através da movimentação da cabeça do utilizador. Pode-se então dizer que este foi o passo que marcou o início da Realidade Virtual (PIMENTEL, 1995).

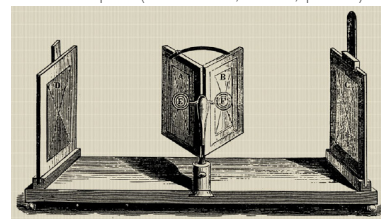
Em simultâneo aos estudos de Ivan Sutherland, no início de 1970, Myron Krueger experimentava juntar computadores com sistemas de vídeo, nomeando assim esta experiência de “mapeamento de vídeo”. Surgindo, de seguida, o *Videoplace* (031)*.

>
60. “The Diorama was a building designed by Daguerre that housed two large, semi-transparent paintings illuminated by natural light. Inspired by the success of the panoramas[...] Daguerre and Bouton employed blinds and colored screens to represent natural effects of time, light, and movement in contrasting interior and exterior views.” (HANNNAVY, 2008, p. 364)

61. “Wheatstone’s importance for photographic history lives in his invention of the stereoscope.” (HANNNAVY, 2008, p.1492)

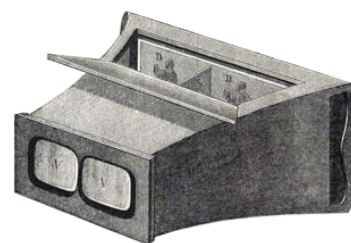
62. “The stereoscope illustrated Wheatstone’s revolutionary idea that the perception of solidity depends on the mental combination of the different images seen by the two eyes—the principle of binocular vision.” (HANNNAVY, 2008, p.1492)

63. “Brewster influenced the development of scientific instrumentation by improving existing devices, inventing new ones like the kaleidoscope and lenticular stereoscope.” (HANNNAVY, 2008, p.210)



025. Estereoscópio, Wheatstone, 1839.

“Wheatstone criou um aparelho em que duas imagens estereoscópicas iguais (C e D) eram projetadas por dois espelhos (A e B) orientados para a vista do utilizador (E e F)” URL: <http://web.ist.utl.pt/ist168736/3DTV/historia.htm>



026. Estereoscópio lenticular, Brewster. 1939. URL: <http://www.historiccamera.com/historiccameras/historiccameras2.html>

(027; 028; 029; 030; 031)*
Figuras apresentadas nas páginas seguintes.

<
 027. View Master, William Gruber,
 1939
 URL: <http://www.3ds stereo.com/vmhist.html>



<
 028. Sensorama, Morton Heilig,
 1956
 URL: <https://www.engadget.com/2014/02/16/morton-heiligs-sensorama-simulator/>

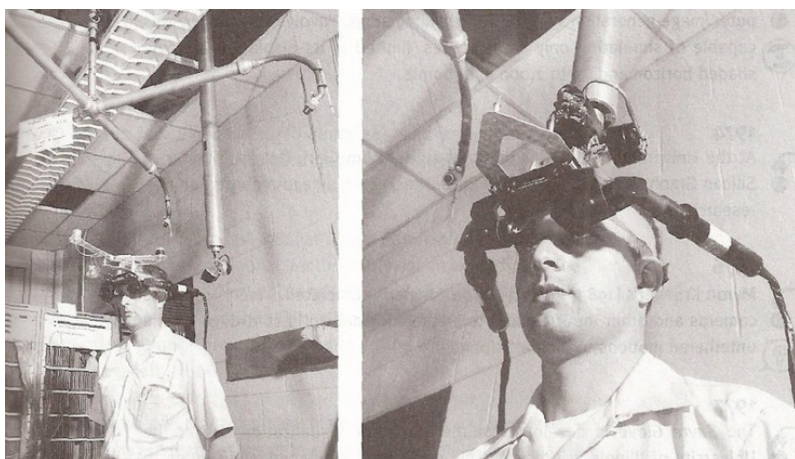




>

029. Sketchpad, Ivan Sutherland, 1963

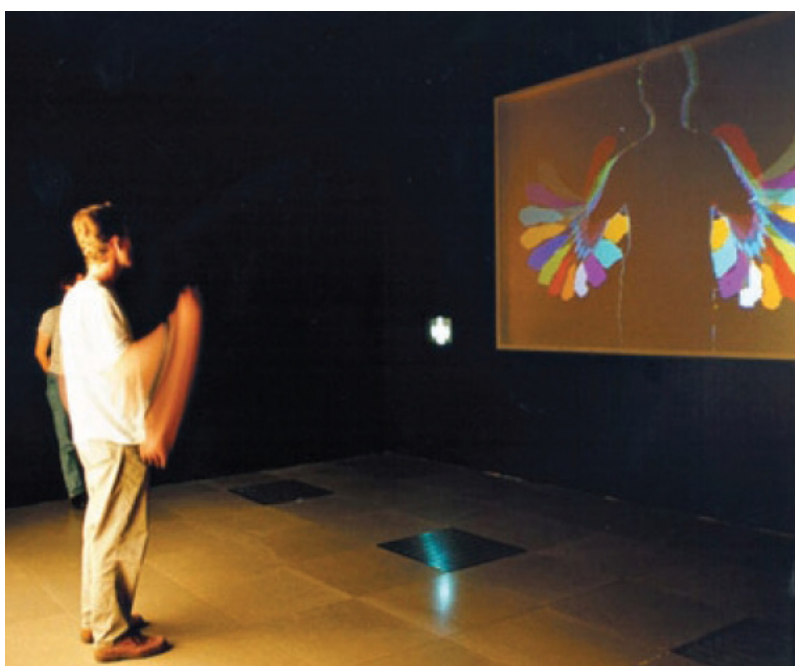
URL: <http://experiencedynamics.blogs.com/.a/6a00d8345a66b-f69e20120a654c910970b-popup>



>

030. Head Mounted Display, Ivan Sutherland, 1963

URL: <http://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>



>

031. VideoPlace, Myron Krueger, 1975

URL: <http://www.inventinginteractive.com/2010/03/22/myron-krueger/>

O Videoplace permite capturar a imagem dos participantes e projetá-las em duas dimensões numa tela (PIMENTEL, 1995). Os utilizadores podem interagir uns com os outros e com os próprios objetos, pois os seus movimentos estão constantemente a ser capturados e processados para a tal tela de projeção. Esta técnica, tornou-se conhecida como: Realidade Virtual de projeção (JACOBSON, 1994).

Em 1987 a empresa *Visual Programming Languages* (VPL) Research Incorporation colocou no mercado produtos relacionados com a Realidade Virtual como por exemplo: a luva denominada de *Data Glove* (032), criado em 1985 e pouco tempo depois divulgou o capacete entitulado de *EyePhones* (033) (JACOBSON, 1994) .

Foi em 1989, que a *Autodesk* publicitou e colocou no mercado, o primeiro sistema de Realidade Virtual, para uso pessoal a partir do seu computador (JACOBSON, 1994).

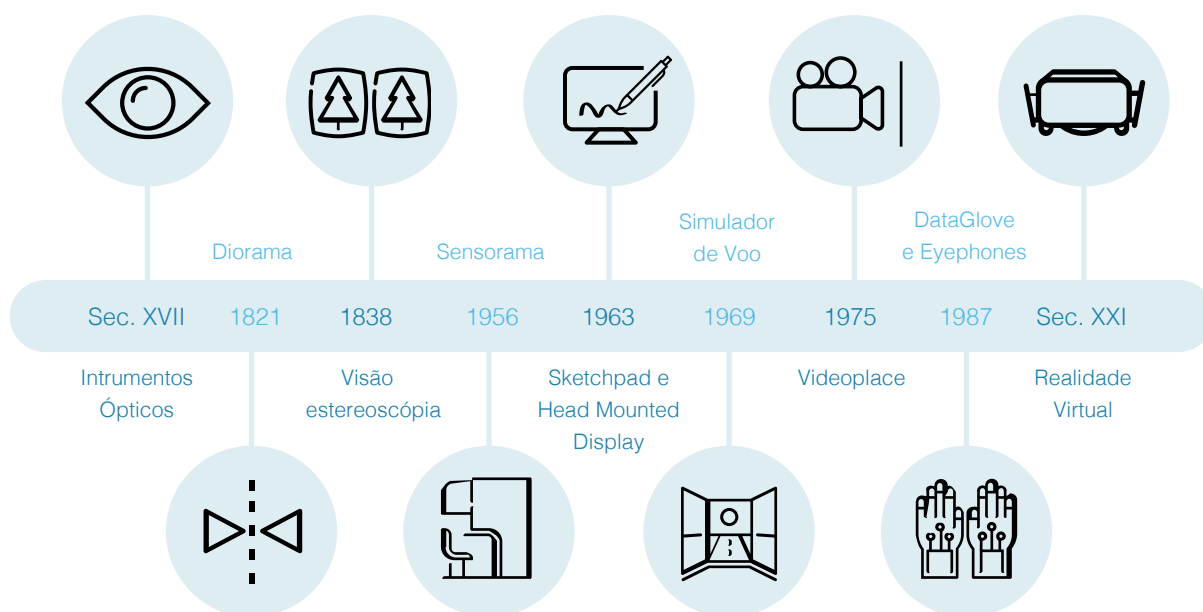
Apesar de podermos verificar que a realidade virtual já existe há algum tempo, só a partir da década de 90 é que esta tecnologia foi melhor apresentada ao público. Quando aparece-

032.Data Glove,
Visual Programming Languages,
1985
URL <http://www.yorku.ca/mack/Barfield.html>:



033.EyePhones,
Visual Programming Languages,
1989
URL:<https://www.pddnet.com/news/2014/03/virtual-reality-startups-look-back-future>





034. Cronograma, origem da Realidade Virtual. Criado pela autora a partir da revisão da literatura.

ram no mercado os videogames, começaram a surgir mais equipamentos para experiências de realidade virtual (PEREIRA e NOGUEIRA, s.d).

Desde o final dos anos 90 até 2010, apesar da tecnologia se ter vindo a tornar cada vez mais viável, a moda da realidade virtual ficou “adormecida” e em termos de mercado foram apresentados mais produtos de realidade aumentada que de realidade virtual. Nesta altura houve também o aparecimento da internet e as pessoas começaram a conectar-se em rede. Assim sendo, com os avanços na área da multimédia, sentiu-se uma necessidade de oferecer ao consumidor uma maior sensação de imersão e reapareceu então a Realidade Virtual (PEREIRA e NOGUEIRA, s.d).

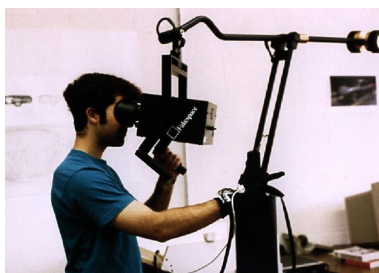
2.2.3 Equipamentos

A forma como os participantes interagem com a realidade virtual, influencia em muito a experiência, o seu contato com o mundo virtual. Para que exista uma boa interação com o mundo virtual, existe uma componente bastante importante: os dispositivos de entrada, ou input, que se destinam à deteção da posição do utilizador.

Pimentel (1995) distingue dois tipos possíveis de dispositivos de entrada: os dispositivos de interação e os de trajetória. Os primeiros permitem ao participante a movimentação e a manipulação dos objetos no ambiente virtual como por exemplo as Luvas de dados e os sensores de entrada biológicos. As luvas de



035. *Head Mounted Display- Gear Vr da Samsung. Modelo utilizado no presente estudo*



036. *Head Coupled Display. URL: <http://www.umich.edu/~vrl/intro/>*

64. *Head Mounted Display- o capacete dispõe de dispositivos que detetam os movimentos do utilizador. (RODRIGUES e PORTO, 2013)*

65. *Head Coupled Display/ BOOM- é montado num braço mecânico articulado, e só deteta os movimentos do utilizador a partir de outros dispositivos de entrada. Só permite liberdade de movimentos até 6 graus, porém, é mais fácil a transição entre a visualização do mundo virtual e a do mundo real, assim pode haver uma maior interação com o monitor, o teclado ou outros dispositivos que controlem a simulação. (RODRIGUES e PORTO, 2013)*

66. *A reação tátil é o sistema que dá a sensação de toque sobre a pele. Poderá permitir a distinção de rugosidades ou temperatura nos materiais. (RODRIGUES e PORTO, 2013)*

67. *A reação da força é o sistema que permite a sensação de pressão ou de peso do objeto. (RODRIGUES e PORTO, 2013)*

dados permitem o reconhecimento dos movimentos das mãos do utilizador, já os sensores de entrada biológicos processam algumas atividades indiretas, como sinais musculares e elétricos que são detetados através de eletrodos colocados sobre a pele (PIMENTEL, 1995).

Já os segundos, os dispositivos de trajetória baseiam-se em detetar as diferenças de posição em relação a um ponto de referência. Normalmente existe uma fonte emissora, uma fonte receptora e uma base que processa esse sinal e faz a comunicação com o computador (RODRIGUES e PORTO, 2013).

Uma parte significativa dos dispositivos de entrada consiste em monitorizar as ações do utilizador, ou seja, detetar a posição física e os movimentos do participante, permitindo assim uma melhor integração no ambiente virtual. Outro tipo de acessórios, pertencentes ao grupo dos dispositivos de entrada são *joysticks*, ou seja, outros adereços que são por si próprios detetores da posição, ou então plataformas que ajudam a definir o espaço que o utilizador irá ocupar durante a experiência em realidade virtual. Ocasionalmente a realidade virtual inclui um método que dá uso à voz, para proporcionar uma comunicação natural com o mundo virtual, outro tipo de sensor de entrada biológica. Os dispositivos de entrada, são então apenas uma parte de como realmente o sistema da realidade virtual interage com o participante, os dispositivos de saída, ou de output, constituem a outra metade (RODRIGUES e PORTO, 2013).

Na verdade, os últimos, são os que pretendem estimular a maior quantidade de sentidos, enquanto os de entrada capturam com maior ou menor fidelidade os movimentos do participante. Os dispositivos de saída de dados dividem-se em três categorias: os dispositivos visuais, os auditivos e os físicos. (RODRIGUES e PORTO, 2013)

Dentro dos dispositivos visuais temos os vídeo-capacetes ou *Head Mounted Display*⁶⁴ (HMD) (035). Os *Head Coupled Display* (036) conhecidos por *BOOM* (Binocular Omni-Oriented Monitor)⁶⁵ e os Monitores e os Sistemas de Projeção. Os dispositivos físicos dividem-se em duas classes : a reação tátil⁶⁶ e a reação de força⁶⁷. Estes dispositivos físicos, necessitam de uma maior sofisticação na interação com o corpo do utilizador, em comparação com os dispositivos visuais (RODRIGUES e PORTO, 2013).

O presente subcapítulo foca-se precisamente nos equipamentos visuais e físicos.

O maior domínio de dispositivos, auxiliares da Realidade Virtual é notoriamente na área dos equipamentos visuais, até

porque a base da realidade virtual são precisamente as imagens. Neste tipo de equipamentos temos a título de exemplo: monitores, sistemas de projeção, óculos estereoscópicos, capacetes, ou o sistema *CAVE*⁶⁸ (BERTOL, 1997).

Os monitores e os sistemas de projeção, dentro do leque de equipamentos visuais, são considerados ter a menor capacidade de imersão, pois o utilizador tem de estar constantemente a olhar para o visor e utilizar alguns dispositivos de entrada para conseguir uma boa movimentação no ambiente virtual (BERTOL, 1997).

Uma técnica também utilizada para a visualização tridimensional em monitores é o dos óculos com filtros coloridos (037), cores complementares como o azul e o vermelho, ou verde e vermelho. Nestes óculos as imagens são observadas por filtros, permitindo cada olho ver a sua imagem (VINCE, 1995).

Os óculos estereoscópicos (038) estimulam a percepção da distância, da perspetiva e da profundidade, feito pela retina, através de pequenas vibrações de duas imagens com o mesmo conteúdo. Quando vamos ao cinema, ver filmes em salas de cinema IMAX⁶⁹ são estes os óculos que nos são fornecidos para ver as imagens em 3D.

Embora os exemplos referidos já nos permitam, outros tipos de sensações, os capacetes *Head Mounted Display*, como referido anteriormente, permitem uma maior imersão no ambiente virtual devido à falta de contato com o ambiente real. Os capacetes geralmente possuem detetores de movimentos e a maior diferença entre os vários tipos de capacetes existentes no mercado é a qualidade de imagem produzida (NETTO et al, 2002).

O sistema *CAVE* (039) é baseado em projeções e em estereoscopia. Tal como os monitores e os sistemas de projeções, mais do que uma pessoa pode estar no mesmo ambiente virtual. A maior diferença entre estes dois sistemas é que no *CAVE*, as projeções são feitas em mais do que uma parede e pode ser inserido som estéreo no ambiente, tornando a experiência mais imersiva. O *CAVE* não dispensa a utilização de óculos estéreos e sensores (BERTOL, 1997).

2.2.3.1 Ferramentas para a criação de RV na arquitetura

Para a criação de uma Realidade Virtual são necessários alguns conceitos básicos para quem a desenvolve. Hoje em dia, os softwares para a criação de realidade virtual são nutridos de recursos que permitem a programação de dispositivos de intera-

68. *CAVE- Automatic Virtual Environment*



037. Óculos estereoscópicos com filtros coloridos.



038. Óculos estereoscópicos IMAX

69. IMAX quer dizer "image maximum" ou seja, imagem máxima. Em comparação com o cinema convencional, o cinema IMAX tem uma tela maior, mais côncava, tem uma melhor resolução de imagem e utiliza o efeito *surround* no som (som 360° graus). URL: <https://canaltech.com.br/o-que-e/cinema/qual-a-diferenca-entre-o-imax-e-um-cinema-convencional/>



039. *CAVE*.

URL: <http://gis.wustl.edu/gisweb/current-students/cave/projects.html>

ção, para existir, por parte do utilizador, algum tipo de *feedback* visual, auditivo ou tátil. Alguns deste *softwares* permitem apenas a criação de realidade virtual exploratória, ou seja, o utilizador não consegue alterar ou interagir com os componentes do ambiente virtual. Por outro lado, existem *softwares* altamente sofisticados que dão a liberdade total ao utilizador de interagir com o ambiente através de certos dispositivos, como os que foram mencionados no tema anterior (CORKE et.al, 2016).

Na Realidade Virtual, o ambiente virtual é o local onde a experiência imersiva ocorre. Para isso acontecer com maior realismo, os objetos virtuais são caracterizados por geometrias (a forma do objeto), aparência (tamanho, cor, iluminação incidente, sombreamento e reflexos aplicados à geometria do objeto) e comportamentos (reações do objeto submetido a confrontos).

Qualquer objeto virtual é então formado, mais precisamente, por conjuntos de polígonos que envolvem conceitos de computação gráfica como a perspetiva linear (o tamanho do objeto aumenta ou diminui conforme a distância a que este se encontra do utilizador), a iluminação (sombra, derivado à posição a que se encontra o objeto em relação à fonte de luz) e sobreposição (quando existem objetos que cobrem completamente, ou apenas algumas partes, de outros objetos)(JACOBSON,1994).

Como foi anteriormente referido, há dois tipos de ferramentas para a criação de realidade virtual:

- Uma gama de plataformas que geram modelos tridimensionais RV, otimizados para uma navegação em tempo real no ambiente virtual.

- Um conjunto de ferramentas que renderiza panoramas RV, imagens panorâmicas de grande angular, normalmente 360°. Geralmente nas imagens panorâmicas, a visualização é estática ou já está predefinida, ou seja, o utilizador percorre o caminho que o programador definiu para o ambiente (CORKE et.al, 2016).

Nos últimos 5 anos, com a popularidade que a realidade virtual adquiriu, houve uma maior oferta de produtos, de baixo custo e até por vezes grátis, para a criação de ambientes virtuais em realidade virtual. No presente trabalho serão apresentadas algumas ferramentas disponíveis no mercado, mais direcionadas para a presente área de estudo.

Dentro das plataformas existentes, as duas maiores plataformas de desenvolvimento profissional de RV, para projetos de arquitetura são:

- O *WorldViz Vizard* foi criado no início da década de 1990

a partir do estudo desenvolvido pela atual equipa, que juntamente com um psicólogo estudaram acerca do comportamento humano e da sua perceção. Esta tecnologia contribuiu para alguns dos primeiros sistemas de RV de total funcionalidade e interatividade. Hoje em dia, são os líderes mundiais a nível de soluções inovadoras de realidade virtual. Esta plataforma suporta todos os tipos de *HMD*, monitores 3D, detetores de movimento e dispositivos de entrada.

- O *Virtualis Visionary Render*, comparativamente ao anterior, oferece uma interface de usuário semi-transparente 3D o que proporciona uma maior tridimensionalidade no ambiente (CORKE et.al, 2016).

Ainda dentro do leque de ferramentas que possibilitam a navegação no ambiente virtual, em tempo real (mais acessíveis em termos de facilidade de utilização e de custos):

- *Unity 3D* mais conhecido na área do entretenimento, na criação de jogos. Atualmente já tem uma grande presença nos novos produtos lançados para a arquitetura.

- *UnrealEngine* também muito popular na criação de jogos em ambientes 3D totalmente imersivos. A partir deste foi criado o *UnrealEngine4Arch*, mais direcionado para a modelação de ambientes para arquitetos.

- *IrisVR* que adaptou o mecanismo dos jogos no *Prospect* (ferramenta que permite aos arquitetos importar ficheiros do *Sketchup*, *Revit*, e *Rino* para o ambiente virtual de realidade virtual). Este tipo de plataforma permite ao arquiteto transformar os seus modelos em realidade virtual a baixo custo. Neste tipo de ferramenta não é obtido um grande realismo pois simplesmente é feita a importação do modelo 3D, sem renderização. Idênticos ao *IrisVr* existe também o *Sketchfab* e o *Modelo*.

- *TrueVision* trabalha principalmente com arquitetos e designers de interiores. O cliente, neste caso o arquiteto, envia o ficheiro 2D ou 3D do projeto, em *Autocad*, *Revit* ou *Sketchup*, especifica que nível de detalhe pretende no ambiente virtual (se pretende o espaço básico, mobilado ou pormenorizado) e eles devolvem o projeto em realidade virtual.

- *Stingray* é uma ferramenta recente (criada depois de 2014) da Autodesk, que importa ficheiros do 3DMax e tranforma o ambiente de forma a poder ser explorado em tempo real. Neste momento a Autodesk está a melhorar o software de forma a ser mais acessível para os arquitetos podendo no futuro, serem importados ficheiros do *Revit* (programa de modelação com um grau de complexidade menor, em comparação com o 3DMax) (CORKE et.al, 2016).

No segundo conjunto de ferramentas (as que renderizam imagens panorâmicas 360°), temos:

- O Chaos Group V-ray
- O Nvidia IrayVR Lite
- O Autodesk A360 Rendering
- O IrisVR Scope
- O Lumion

Atualmente, a versão 2017 do 3DMax também já torna possível com a câmara, a gravação da imagem do modelo criado, a 360°(CORKE et.al, 2016).

2.2.4 Aplicações da Realidade Virtual

Uma das razões pela qual a realidade virtual suscita tanto interesse é o facto de uma das suas maiores atrações poder ser oferecer variados benefícios para um leque tão diversificado de áreas. Devido à interação homem-máquina, a Realidade Virtual propiciou a criatividade na criação de novas aplicações, alterou alguns propósitos da utilização de recursos da Realidade Virtual, o que tem vindo a fornecer melhores desempenhos e menores custos nos projetos.

Os recursos oferecidos pela realidade virtual, podem ser aplicados em várias áreas como por exemplo: no entretenimento, nas ciências, nas artes e na educação. No geral, a realidade virtual oferece a possibilidade de existir visualização tridimensional, modelação, planeamento, avaliação, simulação e treino (BELL e FOGLER, 1995).

Apesar de se poder pensar que a aplicação desta tecnologia na área do entretenimento é uma trivialidade, podemos verificar que é o oposto. A aplicação da realidade virtual no entretenimento é o que está atualmente a conduzir ao seu desenvolvimento e provavelmente continuará a ser assim nos próximos anos. Não quer isto dizer que o entretenimento exija mais ou menos requisitos técnicos, podemos verificar isto simplesmente pelo facto de no entretenimento ser necessária a produção em massa.

O maior entrave, neste momento, ao desenvolvimento da Realidade Virtual, é o custo da mesma. Enquanto os volumes forem baixos, o preço é alto. Num futuro próximo quanto maior vier a ser a produção, mais baixos serão os custos, e maior ainda será a diversidade de aplicações possíveis para esta tecnologia.

Na área da saúde, a realidade virtual, tem sido um recurso que, cada vez mais, aparenta trazer benefícios. Um dos principais problemas na medicina é aplicar a prática de anatomia, sem ter

de existir um corpo presente. Com a realidade virtual, qualquer profissional de saúde pode praticar e explorar a anatomia do corpo, de diferentes ângulos, separando ou agrupando como desejar, tudo dentro do “corpo”. O que a realidade virtual permite a um profissional de saúde, seria impossível num paciente vivo e economicamente inviável, porém, com esta nova tecnologia torna-se iminente (RODRIGUES e PORTO, 2013). Ainda na área da saúde podem ser concretizadas terapias virtuais, para o tratamento de fobias, por exemplo: para pacientes com medo de alturas, pode ser criado um espaço virtual sem paredes e sem chão (como acontece num elevador panorâmico) e em cada sessão, o profissional de saúde, faz com que o doente “suba mais um andar”, monitorizando o estado físico do paciente. Espera-se que desde a primeira sessão à última, o nível de desconforto e medo vá diminuindo e a recuperação do paciente se torne bastante visível (MAHONEY, 1994).

Assim sendo, como já foi referido anteriormente, na realidade virtual, é possível a imersão quase completa, num ambiente virtual que simule um espaço real, através da representação tridimensional do mesmo. Um grande benefício desta tecnologia é a facilidade da sua utilização, torna-se intuitivo para o utilizador a experiência possível nesse ambiente virtual.

“Em termos de estilos de aprendizagem, a realidade virtual é excelente para conquistar os aprendizes mais ativos, visuais, indutivos e globais, que nem sempre são bem servidos através dos métodos do ensino tradicional”⁷⁰

(BELL e FOGLER, 1995. p.8. Tradução livre da autora)

Pode-se entender então que a realidade virtual demonstra uma grande potencialidade na área da educação, tanto no processo exploratório, como na comunicação, ou mesmo no processo construtivo, oferecendo ao estudante uma melhor compreensão do objeto em estudo. Consegue então, intervir não só na assimilação e na compreensão de conceitos como também na prática do problema proposto (BELL e FOGLER, 1995).

De acordo com Donald Clark (2006), a realidade virtual pode ser utilizada como um meio de aprendizagem muito mais interessante e divertido, devido ao facto de aumentar a motivação e a atenção do aluno.

No tema mais à frente, *A Realidade Virtual no trabalho colaborativo*, será abordada a forma como esta tecnologia poderá trazer benefícios na aprendizagem da arquitetura.

>
70. “In terms of learning styles, virtual reality is excellent for reaching the active, visual, inductive and global learners, who are not always served well through traditional teaching methods.” (BELL e FOGLER, 1995, p.8)

2.2.5 Formas de Realidade Virtual

As diferentes formas de apresentar a realidade virtual variam consoante o tipo de finalidade a que se predestina a experiência e, os níveis de interatividade e imersão variam consoante o sistema escolhido.

Segundo Pimentel (1995) existem quatro tipos de realidade virtual: Realidade virtual de Simulação, Telepresença, Realidade Virtual Projetada e Realidade Aumentada. São estas formas de Realidade Virtual que são descritas no subcapítulo que se segue, tendo como extra a Realidade Mista (a forma de RV mais recente até ao presente momento).



040. Simulador de voo do Boeing 777. Vista exterior. Mazurik e Gervautz, 1996



041. Simulador de voo do Boeing 777. Vista interior. Mazurik e Gervautz, 1996

2.2.5.1 Realidade Virtual de Simulação

O simulador de voo (040 e 041) tem uma longa história na Realidade Virtual de simulação. Os primeiros foram relatados por volta de 1950 podendo até serem considerados como uns dos grandes percursos da Realidade Virtual de hoje em dia. Os simuladores de voo foram constantemente aperfeiçoados. Inicialmente eram utilizados para fins militares e ao longo do tempo começaram a ter novas utilidades em disciplinas que necessitam de treino, como por exemplo: tarefas perigosas no espaço para astronautas ou em aviação e simulações de vôos. A realidade virtual de simulação oferece a possibilidade de treinar situações de risco que ocorrem, raramente ou não, na realidade. Para além de ser uma tecnologia que oferece menores custos comparativamente a um treino real, oferece igualmente menores custos em qualquer uma das aplicações anteriormente descritas. (MAZURIK e GERVAUTZ, 1996) A realidade virtual de simulação é habitualmente feita dentro de uma cabine com monitores de vídeo, dispositivos áudio e comandos de controle. Esta cabine está assente sobre plataformas móveis para existir simulação de movimentos reais. (PIMENTEL, 1995) Na área do entretenimento, estes simuladores também se tornam uma tecnologia atrativa e hoje em dia muitos parques temáticos têm simuladores de montanha-russa por exemplo.

2.2.5.2 Telepresença

A Telepresença simula um ambiente real remoto, ou seja, simula um ambiente real à distância ou numa escala diferente da real e permite ao utilizador operar por meio de interfaces de usuários Realidade Virtual. De acordo com Akin (1983), citado por Richard Held e Nathaniel Durlach (1992), a telepresença é definida como a tecnologia em que:

“No local de trabalho, os manipuladores têm a destreza de permitir ao operador executar funções normais humanas, o operador recebe uma quantidade e qualidade suficiente para proporcionar um sensação efetiva no local de trabalho.”⁷¹

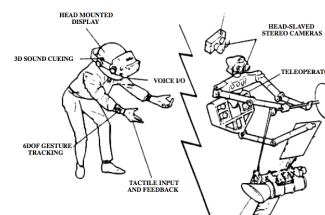
(Akin cit. em HELD e DURLACH, 1992, p.22. Tradução livre da autora)

Em muitas ocasiões, esta forma de controle remoto é a única solução viável, por exemplo em locais distantes e/ou perigosos para a vida humana. Nas figuras ao lado (042 e 043) é demonstrado um sistema de telepresença em que existe um manipulador e um operador. No campo da medicina, esta tecnologia promete ter muitas aplicações, uma das quais, as intervenções cirúrgicas utilizando os *Head Mounted Display* (HMD) e os dispositivos táteis que permitem vistas microscópicas, sentir e manipular a superfície da amostra, como se o utilizador estivesse dentro do corpo em que se vai intervir (HELD e DURLACH, 1992).

2.2.5.3 Realidade Virtual Projetada

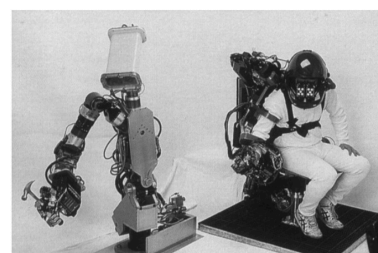
A Realidade Virtual Projetada é apresentada, tal como o nome indica, através de grandes telas de projeção, onde o usuário fica rodeado pelas mesmas, idealmente 360°, necessitando assim de instalações físicas. A tecnologia CAVE surge como uma interface que necessita de uma verdadeira gruta (cave), habitualmente o espaço é cúbico ou paralelepípedo, onde uma série de projetores são apontados pelo exterior para os planos de projeção. Muitas vezes são utilizados espelhos para defletir focos luminosos dos próprios projetores, reduzindo, desta forma a distância do projetor ao plano projetado. O sistema CAVE atinge um grande ângulo de visão, e como tal, cria imagens de alta resolução em tempo e escala real, permitindo mais do que uma pessoa interagir no mesmo ambiente virtual (CRUZ-NEIRA et al., 1993).

Com o auxílio de óculos polarizados, a imagem é sincro-



042. A ideia de telepresença numa operação. Adaptado de (BOLA, 1993) por Mazurik e Gervautz, 1996.

> 71. “at the work site, the manipulators have the dexterity to allow the operator to perform normal human functions; at the control station, the operator receives sufficient quantity and quality of sensory feedback to provide a feeling of actual presence at the worksite” (AKIN cit. em HELD e DURLACH, 1992, p.28) em *Telepresence, Time Delay and Adaptation*



043. Sistema de teleoperação desenvolvido pela NOSC. Mazurik e Gervautz, 1996.

nizada com os projetores, permitindo assim uma visualização tridimensional, estes óculos não necessitam de fios e são mais leves que os *Head Mounted Display*. Com o auxílio de som estéreo e outros dispositivos de entrada e saída (mencionados no tema "Equipamentos") a interação e a sensação de imersão é maior. A desvantagem deste tipo de Realidade Virtual é que consiste num sistema caro, de grandes dimensões, frágil e necessita de configurações precisas de hardware (HELD e DURLACH, 1992).

2.2.5.4 Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada (RA) é descrita, por Steven Feiner e colaboradores (1993), como uma tecnologia que "apresenta um mundo virtual, enriquecendo o mundo real em vez de o substituir"⁷² (FEINER, MACINTYRE e SELIGMANN, 1993, p.53. Tradução livre da autora)

Muitas vezes a Realidade Aumentada (044) é confundida com a Realidade Virtual. Como foi anteriormente referido neste capítulo, a Realidade Virtual é uma simulação artificial, normalmente produzida por computador, onde existe a recreação de um ambiente real ou não. A experiência da Realidade Virtual permite ao utilizador ficar completamente imerso no ambiente produzido, com os estímulos dos sentidos da visão e por vezes da audição (WILLIAMS, 2016).

Estas duas tecnologias permitem experiências cada vez mais procuradas na área do entretenimento. Cada vez mais se veem novos produtos e dispositivos, que promovem o desenvolvimento destas tecnologias. Podemos distinguir estas duas tecnologias, no seu propósito e através do seu método de utilização:

-Quanto ao seu propósito, a Realidade Virtual cria a sua própria realidade, sem interferências vindas de fora do ambiente virtual. Por sua vez a Realidade Aumentada, como o próprio nome indica, aumenta as experiências quotidianas com componentes virtuais, como gráficos, imagens, entre outras (WILLIAMS, 2016).

-Quanto ao método de utilização, a Realidade Virtual é geralmente apresentada ao utilizador através de *Head Mounted Display* e por vezes com o auxílio de controladores manuais, permitindo a navegação livre no ambiente virtual. A Realidade Aumentada é apresentada através de dispositivos, normalmente móveis, como os tablets ou os smartphones (WILLIAMS, 2016).

Assim sendo, a RA tem como objetivo, criar a sensação de que existem no mundo real, objetos virtuais, sendo eles apresentados em duas ou três dimensões. Apesar da Realidade

<
72. "...presents a virtual world that enriches, rather than replaces the real world" (FEINER, MACINTYRE e SELIGMANN, 1993, p.53) em Knowledge-Based Augmented Reality



044. Realidade Aumentada. Exemplo com um projeto de arquitetura. URL: <http://archcultura.blogspot.pt/2015/11/aplicativo-permite-visualizar-sua.html>

Aumentada fazer parte das formas de Realidade Virtual existentes, estas não têm os mesmos objetivos, nem os mesmos métodos, portanto é importante expor esta diferença (WILLIAMS, 2016).

2.2.5.5 Realidade Mista

Já foi descrito o que é a realidade virtual e o que é a realidade aumentada, foram apresentadas as diferenças entre estas duas tecnologias, então e o que é a realidade mista? Como o nome indica, a realidade mista, tem características tanto da realidade virtual como da realidade aumentada. A realidade mista é a utilização da tecnologia, não só para aumentar o mundo concreto, mas também para transformar as nossas experiências quotidianas e deixar o digital sair dos ecrãs (NOGUEIRA, 2016).

Os HoloLens (045) devem ser considerados a evolução da Realidade Aumentada⁷³ com a Realidade Virtual, uma ferramenta da Realidade Mista. Como o próprio nome dá a entender, esta ferramenta trabalha com hologramas. Há fontes que se referem a este equipamento como pertencente à Realidade Virtual⁷⁴, porém, posteriormente à explicação apresentada, em que são distinguidas as diferenças da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada, podemos compreender que estas afirmações não são corretas (ROBERTS, 2016).

Estes consistem essencialmente, um computador holográfico instalado num conjunto de óculos com fones, onde é permitido ver, ouvir e interagir com o hologramas no ambiente real. Os HoloLens foram criados pela Microsoft e foram lançados ao público em março de 2016 (ROBERTS, 2016).

Os HoloLens tem umas lentes holográficas semitransparentes que geram hologramas (046) multidimensionais coloridos, ou não. Não projeta imagens para que todos em redor do utilizador possam ver. As imagens holográficas são apresentadas nas lentes, o virtual sobrepõem-se no real (ROBERTS, 2016).

Mais concretamente, este “computador holográfico” contém um medidor de inércia, um sensor que deteta e se adequa à luz ambiente, uma câmara para tirar medidas de profundidade e outras quatro que são específicas para entender o ambiente real. Todos estes componentes estão interligados para processar informações sobre o ambiente, para a existência de uma melhor interação por parte do utilizador deste equipamento (ROBERTS, 2016).



045. Óculos HoloLens, Microsoft, 2016

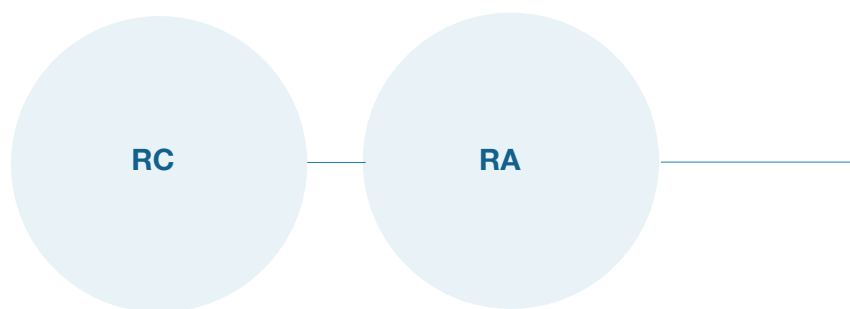
URL:<https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us>

>
73. "Microsoft's innovative augmented reality headset isn't going to arrive anytime soon, but with development kits being sent out this week." Fonte url: <http://www.trustedreviews.com/opinions/hololens-release-date-news-and-price>

74. "O HoloLens é um dispositivo de realidade virtual da Microsoft anunciado em 2015", fonte url: <http://www.techtodo.com.br/tudo-sobre/hololens.html>



046. Realidade Mista. Hologramas com a utilização dos óculos HoloLens, Microsoft, 2016. URL:<http://discovermagazine.com/tags/virtual-reality>

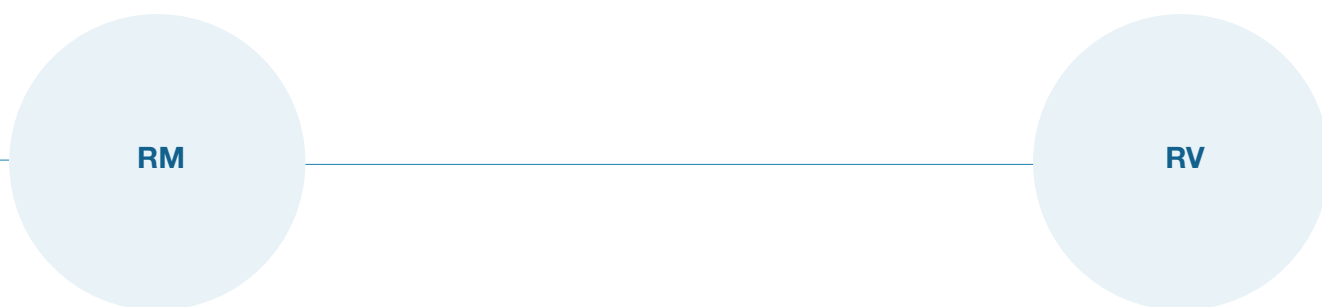


75. Posição das realidades numa escala.

Se as realidades fossem distinguidas através de uma escala, a realidade concreta e a realidade virtual estariam nos extremos. A realidade mista no centro e a realidade aumentada mais próxima da realidade concreta que da realidade virtual.

(NOGUEIRA,2016)

Com base no que foi abordado neste subcapítulo, pudémos compreender melhor a tecnologia da realidade virtual, a sua origem, as suas aplicações, os equipamentos e algumas das subcategorias da realidade virtual. Apesar de até ao momento (no presente trabalho), esta tecnologia não ter sido explorada na área da arquitetura, foi apresentado um leque de programas que se apresentam disponíveis ao público, pagos ou não. Pode-se também verificar que é possível distinguir pelo menos quatro tipo de realidades. A realidade concreta (RC), a realidade aumentada (RA), a realidade mista (RM) e a Realidade Virtual (RV).



047. Posição das realidades numa escala.⁷⁵
Recriado pela autora (NOGUEIRA, 2016)

2.3 A Realidade Virtual na arquitetura

No presente subcapítulo serão apresentadas três das possíveis utilidades da realidade virtual na área da arquitetura. Primeiro, será exposta a utilidade da realidade virtual na área do trabalho colaborativo.

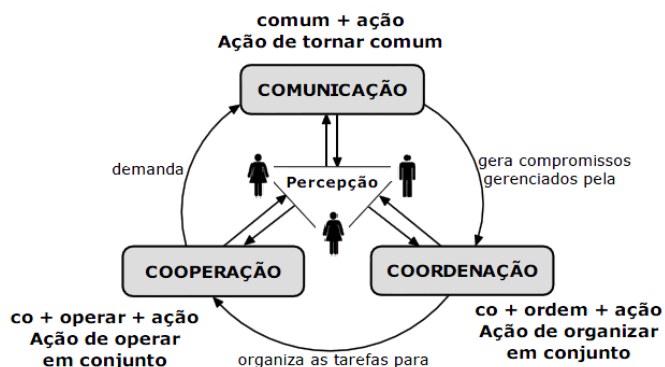
Como referido anteriormente, a arquitetura envolve o trabalho por parte de várias entidades. Os arquitetos, os engenheiros, os construtores e os clientes são algumas das entidades envolvidas no projeto de arquitetura (VAN RENSSLAER, 2013). Posteriormente será abordada a utilização desta ferramenta na fase da concepção do projeto e na aprendizagem da arquitetura. Por último, será apresentado como a realidade virtual pode ser mais uma ferramenta a utilizar, na comunicação do projeto de arquitetura. De acordo com Brouchoud (2016), a realidade virtual promove mais realismo quanto à representação, apresentação e simulação da compreensão do projeto.

Como referido no tema *Projeto Digital*, o uso do computador e da internet fez surgir a questão de como é que estes novos recursos poderiam ser utilizados por forma a promover a comunicação entre vários utilizadores.

Neste contexto os ambiente de Realidade Virtual, abrem uma nova perspectiva em relação ao trabalho de equipa, pois possibilitam a interação de vários utilizadores, em tempo real, através de simulações dos ambientes e dos objetos projetados, até então imaginados (FILLIPO et.al, 2007).

Segundo o *Dicionário da Língua Portuguesa da Porto Editora*, colaboração⁷⁶, é o ato ou efeito de colaborar, trabalhar em comum com outrem, cooperar, coadjuvar.

Para existir colaboração, os envolvidos têm de comunicar, cooperar e se organizar. Baseado nestes três conceitos, Fuks et.al (2005) recriou num diagrama (048), o modelo 3C de colaboração proposto por Ellis, Gibs e Rein (1991) (FILLIPO et.al, 2007).



048. Recriação do Modelo 3C.

Fuks et.al (2005)

Neste diagrama podemos observar que, a comunicação gera compromissos que necessitam de coordenação. A coordenação gera a organização de determinadas tarefas e estas exigem a cooperação por parte dos envolvidos. A cooperação volta a proporcionar a existência de comunicação por parte dos participantes (a comunicação é um tema abordado ao longo do presente trabalho, devido à sua importância na área da arquitetura). Este modelo evidencia a necessidade dos participantes em saber o que se está a fazer. A partir das informações recolhidas por cada um, através da percepção, os utilizadores têm noção de quais as etapas que já foram concluídas; de quem é a responsabilidade de determinada tarefa, ou seja, o que cada um tem de fazer; conseguem avaliar o seu trabalho e o dos restantes participantes e a

> 76. Colaboração, acedido em Dicionário da Língua Portuguesa. (Porto: Porto Editora, 2003-2016). (consultado a 08 de Dezembro de 2016), disponível no site eletrónico: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/colaboracao>

partir desta recolha de informações, cada um pode direcionar o seu trabalho para alguma tarefa que seja necessária.

Os ambientes virtuais colaborativos apresentam então um grande potencial no trabalho em grupo, incluindo o trabalho colaborativo em arquitetura. Estes ambientes são definidos como uma simulação em tempo real de um mundo real ou imaginário e nestes, os utilizadores podem interagir entre eles ou com objetos virtuais (FILLIPO et.al, 2007).

De uma forma geral, os ambientes virtuais colaborativos são utilizados para a colaboração entre utilizadores, que estão fisicamente distantes uns dos outros (um exemplo disto são os jogos virtuais em equipa). Contudo, têm sido realizados estudos no sentido de desenvolver ambientes virtuais colaborativos, onde os utilizadores estão todos presentes tanto no mesmo espaço físico real como no mesmo ambiente virtual (FILLIPO et.al, 2007).

No presente trabalho, é apresentado um estudo de um destes tipos de ambiente colaborativo para a utilização no processo projetual de arquitetura.

2.3.2 A Realidade virtual na conceção do projeto

Na fase de concepção de projeto, os arquitetos procuram dar, por exemplo, resposta aos problemas associados às estruturas ou às patologias de uma determinada construção. Pode ser considerada a fase em que as decisões tomadas, são as que trazem maiores consequências, em termos de velocidade, de qualidade e de custo da obra. O projeto, é assim definido como um instrumento importante para a definição de características físicas da edificação (FRANCO, 1992).

Márcio Fabrício (2002) na sua tese de doutoramento, fala sobre as diversas capacidades, intelectuais e motoras, que os arquitetos requerem no processo da criação do projeto. A capacidade de análise e de síntese de informação, a capacidade de criatividade, de raciocínio, de comunicação e interação entre os vários elementos envolvidos na obra, estão fundamentadas nas experiências e nas formações anteriores de cada arquiteto (FABRÍCIO, 2002).

O processo mental na concepção do projeto arquitetónico, promove o aprimoramento das ideias formadas e da sua compreensão, para uma melhor resposta aos problemas que surgem nos projetos (FABRÍCIO, 2002).

Mais uma vez, Zevi (2009) refere que “utilizamos como

representação da arquitetura a transferência prática que o arquiteto faz das medidas que a definem para uso do construtor.” (ZEVI, 2009, p.18. Tradução: Maria Isabel Gaspar/Gaeten Martins de Oliveira). Este autor, fala ainda sobre a incapacidade de representar perfeitamente o espaço interior, pois este não pode ser conhecido sem ser através da própria experiência (ZEVI, 2009).

“O espaço interior, (...) não pode ser representado perfeitamente em nenhuma forma, que não pode ser conhecido e vivido a não ser por experiência direta, é o protagonista do fator arquitetônico”

(ZEVI, 2009, p.18. Tradução: Maria Isabel Gaspar/Gaeten Martins de Oliveira)

Esta experiência do espaço, que Bruno Zevi menciona, pode ser feita através da Realidade Virtual. Poder experimentar diferentes tipos de iluminação, trocar uma janela de sítio, diminuir e aumentar o tamanho dessa janela, alterar a mobília, a cor, o material, entre outras coisas. Tudo isto se torna possível, em tempo real, com a utilização da realidade virtual como ferramenta de visualização, manipulação e apresentação, sem qualquer tipo de custos de produção na obra (BROUCHOUD, 2016).

A possibilidade de utilização da realidade virtual, na fase de concepção de projeto, pode ser também aplicada na área da aprendizagem da arquitetura.

Benjamin Bloom, mencionado por Bell e Fogler (1995), por volta dos anos 60, estudou os objetivos dos processos educacionais e inicialmente dividiu-os em três categorias fundamentais e não exclusivas entre si: A primeira, a dimensão cognitiva, associada à área do saber; de seguida a dimensão afetiva, ligada à esfera dos sentimentos e da postura, por ultimo; a dimensão psicomotora, que destaca a ação física (BELL e FOGLER, 1995). Dentro da dimensão cognitiva, Bloom ainda destaca seis níveis, que obedecem à lei da complexidade crescente⁷⁷, que vai desde o conhecimento (nível um) até à avaliação (nível seis), passando pela compreensão (nível dois), aplicação (nível três), análise (nível quatro) e síntese (nível cinco).

“A Realidade Virtual está, não só preparada para aumentar a variedade de mecanismos dentro do ensino, como para abordar especificamente áreas onde os métodos tradicionais fracassam.”⁷⁸

(BELL e FOGLER, 1995. Tradução livre da autora)

>

77. A lei da complexidade crescente, vai do menos complexo para o mais complexo

78."Virtual reality stands poised to not only add to the variety of educational delivery mechanisms, but to specifically address those areas where traditional methods are weakest."(BELL and FOGLER, 1995. p.3) em The Investigation and Application of Virtual Reality as an educational Tool

No seguimento do pensamento de Benjamin Bloom, Felder e Silverman (1998), falam sobre cinco dimensões possíveis durante a aprendizagem, em que a realidade virtual pode ser um fator de influência:

- Na dimensão sensorial pode apresentar uma representação tangível à realidade.
- A área visual/auditiva pode fornecer grandes contributos para o realismo da experiência (como por exemplo, ouvir e ver o abrir e o fechar de uma porta).
- Na intuição e na dedução, a realidade virtual torna-se um meio natural de exploração e aprendizagem.
- Na escala dos reflexos e da atividade, esta tecnologia é altamente envolvente e torna o usuário ativo no ambiente virtual.
- Numa escala sequencial/ global, a realidade virtual pode ajudar na compreensão das necessidades globais dos alunos (BELL E FOGLER, 1995).

A realidade virtual pode ser portanto, considerada na arquitetura e na sua aprendizagem, uma ferramenta de modelação, que tanto pode ser útil na fase de concepção do projeto, como pode facilitar a construção do edifício, podendo ser testada previamente a segurança, estudada a logística, a produtividade e as necessidades de gestão da construção e facilitar determinadas decisões construtivas.

2.3.3 A Realidade virtual como meio de comunicação na arquitetura

Como Herzberg previa em 1968 “Em poucos anos, vocês (grupo de arquitetos) serão capazes de andar e mexer as vossas mãos num espaço antes de estarem realmente lá. Serão capazes de construir um edifício num espaço invisível ou não material, e poderão andar em seu redor e alterá-lo.”⁷⁹ (HERZBERG cit. PARANANDI e SARAWGI, 2002, p.310. Tradução livre da autora).

<
79. “In a few years from now you (a group of architects) will be able to walk into a room and move your hand and have a plane or surface appear before you in light. You will be able to build a building in light so that you can walk around it and change it.” (HERZBERG, cit. PARANANDI e SARAWGI, 2002, p.310)

Um dos maiores problemas na área da representação em arquitetura, como já foi referido, é a escala. Projetar um edifício na sua escala real, não deve ser considerada a forma mais prática para a apresentação de um projeto, e por isso, os projetistas fazem as suas representações através de desenhos e modelos em escalas reduzidas. Na maior parte das vezes, um dos maiores desafios do arquiteto é convencer o cliente de que o projeto final vai igual ou muito idêntico à representação.

Mesmo que a comunicação do projeto seja feita através

de modelos 3D, como imagens renderizadas, a apresentação é sempre bidimensional porque, ou é apresentada num monitor, ou é projetada, ou impressa, podendo não levar a uma valorização total do espaço criado. Imaginemos a possibilidade de poder andar no espaço da sala de jantar da nossa futura casa, ainda antes de esta estar construído (HENRY, 1992).

Mesmo que o arquiteto possa criar e apresentar renders de alta qualidade, é difícil providenciar o nível de realismo que a realidade virtual poderá transmitir, a tal sensação de imersão no espaço, mencionado no tema anterior sobre a Realidade Virtual . Os renders são como fotografias, quando vemos fotografias de sítios onde nunca fomos, podemos imaginar qual é a sensação que esse local nos transmitiria, mas não podemos afirmar que temos uma sensação real de presença, ou de proximidade com a realidade, quando não estamos lá.

Os vídeos têm o acréscimo do som e do movimento das coisas (apesar de continuar a ser uma imagem plana), o que nos pode levar a uma sensação mais próxima de como seria estar nesse lugar hipotético, mas também não poderia ser considerada uma sensação real pois continuamos a ver o sítio onde estamos na verdade, devido à fisiologia do olho humano, o campo visual, abordado no tema *Factor humano* .

“Os utilizadores podem explorar o ambiente simplesmente com a rotação natural da cabeça como fariam num espaço real. Devido aos atributos específicos das interfaces virtuais, as pessoas desenvolveram a sensação de estarem realmente dentro do modelo criado.”⁸⁰

(HENRY, 1992, p.6. Tradução livre da autora)

A sensação, convincente, de que realmente poderemos estar dentro dos modelos, são exatamente os requisitos pedidos para melhor entender os espaços arquitetónicos. Estes são então os atributos em falta, neste momento, nas outras formas de representar e apresentar espaços. A escala, como já foi anteriormente referido, e a profundidade são os problemas principais na forma como apresentamos atualmente arquitetura (HENRY, 1992). Como os projetos são geralmente apresentados (não colocando as maquetes neste grupo), em duas dimensões, a terceira, a profundidade implícita na informação espacial é pouco valorizada. Os Eyephones estereoscópicos utilizados para interagir com os ambientes virtuais, recriam a terceira dimensão do espaço e a escala deixa de ser o maior problema. O facto de se poder detectar a

>

80.“Viewers can look around in the model by turning and moving their heads, as they do naturally in real spaces. Because of the specific attributes of virtual interfaces, people develop a sense of actually being somehow present inside the model.”

(HENRY, 1992, p.6)

posição do corpo no ambiente é uma confirmação da existência de uma presença contínua no espaço e de escala, em relação ao modelo criado (BROUCHOUD, 2016).

Atualmente, os ambientes virtuais, podem em muito, ajudar os arquitetos e os seus clientes a fazerem avaliações mais precisas sobre características, básicas ou não dos projetos, porque iria ser mais intuitiva a percepção da informação espacial virtual, tal como se faz com a informação espacial real (BROUCHOUD, 2016).

Os utilizadores podem andar e explorar o espaço virtual como fariam no espaço real. Para explorar os ambientes virtuais os clientes só precisam de agir naturalmente, ser intuitivos, não há necessidade por parte do arquiteto de dizer ao cliente “imagine que...” porque este está dentro do espaço imaginado, não existe nenhum esforço consciente de uma necessidade de construção de uma ideia, porque existe realmente a interação com o ambiente virtual quase como se tratasse de um ambiente real (BROUCHOUD, 2016).

Embora possamos compreender o enorme potencial que a realidade virtual poderá trazer para a representação de espaços arquitetónicos, não podemos transformar esta tecnologia num “mar de rosas”⁸¹ quanto à percepção individual espacial.

O risco de conduzir o utilizador, neste caso um cliente, em erro, não deve ser uma possibilidade posta de parte. Se o utilizador estiver completamente convicto de que a sua percepção do espaço virtual é igual à que seria do espaço real, poderá levar a erros de julgamento do mesmo, durante o processo em que devem ser tomadas certas decisões em relação ao espaço pretendido. (HENRY, 1992) Basta uma distância ser mal interpretada, julgar que o espaço é maior do que aparenta na realidade, a luz do espaço ser menos bem representada, para que o cliente não fique satisfeito com o projeto final, por não corresponder totalmente com aquilo que percecionou no ambiente virtual. Claro que, como em qualquer outra nova tecnologia devemos, como arquitetos, aperfeiçoar a representação do espaço criado e durante a exibição do projeto, explicar passo a passo todo o ambiente criado como fazemos atualmente. Com as ferramentas de apresentação que temos disponíveis, podemos fazer com que haja uma menor margem de erro na percepção que o cliente irá ter do espaço criado.

<
81. Situação muito feliz ou
sem adversidades

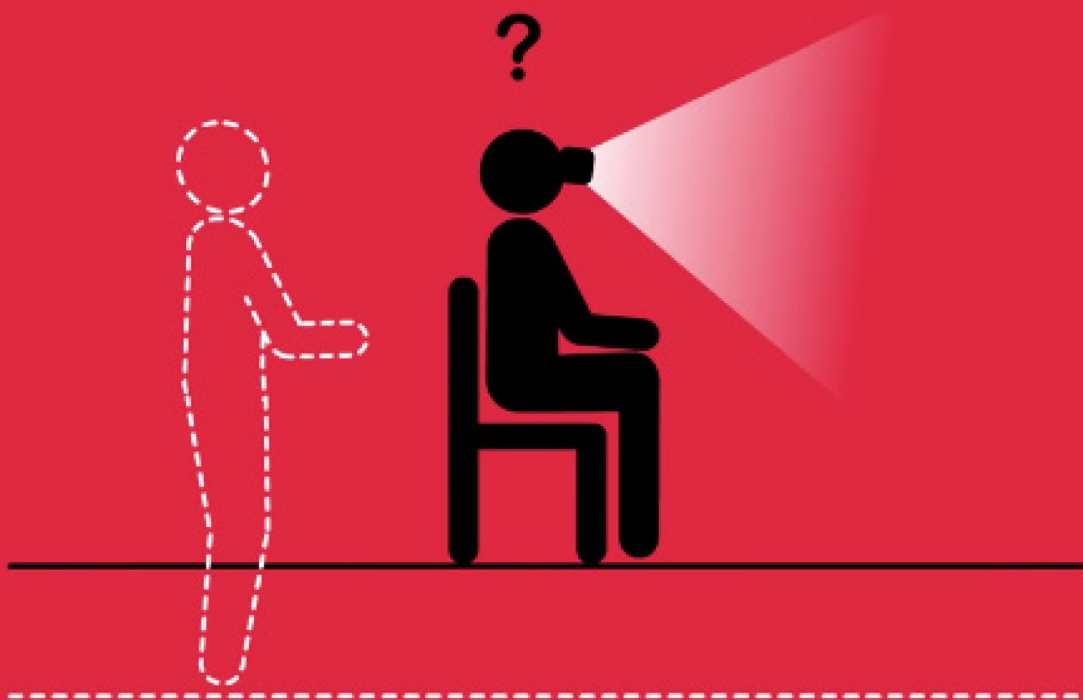
“Todos aqueles que, ainda que fugazmente, refletiram sobre esse tema, sabem o carácter essencial da arquitetura- o que a distingue das outras atividades artísticas- está no fato de agir com um vocabulário tridimensional que inclui o homem.”

(ZÉVI, 2009, p.17. Tradução: Maria Isabel Gaspar/
Gaeten Martins de Oliveira)

Para se obter sensações mais realistas dos espaços é necessário, tanto o uso de texturas de forma adequada como o estudo da iluminação. Estes são detalhes em constante desenvolvimento, pois o cálculo da luz e dos materiais, em tempo real, pode consumir muita capacidade no processamento do ambiente. A apresentação de modelos com iluminação em tempo real é possível, mas é necessário ter um processador potente, no computador. Muitas vezes, a forma de contornar esta dificuldade na representação da iluminação é fazer com que esta seja apresentada através das texturas, que representam um “espelho” da iluminação pretendida no espaço, fazendo o ambiente parecer mais real. (LUZ e KIRNER, 2006)

PARTE III

Aplicação Prática



3. APLICAÇÃO PRÁTICA

O presente capítulo divide-se em dois estudos de investigação.

O primeiro é denominado como caso de estudo. É apresentada a ferramenta Maquetter do grupo TECTON 3D. Neste estudo são aplicados alguns dos conhecimentos adquiridos na fundamentação teórica. É também apresentado o contexto do projeto, a metodologia aplicada pelo grupo, bem como algumas considerações finais.

O segundo estudo é apresentado como estudo prático, desenvolvido pela autora. Aqui estão contempladas, a metodologia específica, o desenho da investigação, a amostra, os instrumentos utilizados, os procedimentos, a análise de resultados e por fim é desenvolvida uma discussão sobre o estudo apresentado.

3.1 O caso de estudo

Aquando do tema da utilização da realidade virtual como instrumento na fase de conceção de projeto, surgiu a possibilidade da participação num workshop no IST-TagusPark e numa conferência realizada na Faculdade de Arquitetura de Lisboa, prestada pelo grupo do projeto TECTON 3D.

Foi apresentada uma ferramenta de modelação tridimensional para ser utilizada em ambientes imersivos de realidade virtual, o Maquetteer. Esta ferramenta foi pensada para a criação expedita de modelos conceituais de arquitetura, focando a sua utilidade, principalmente nas fases iniciais de projeto. O Maquetteer permite criar livremente, modelos tridimensionais no espaço, fornecendo uma relação direta e imersiva com o espaço idealizado, podendo este ser visualizado a várias escalas, incluindo a escala 1:1⁸²(JORGE, DUARTE, LOPES et.al, 2016).

3.1.1 Contexto do projeto

Hoje em dia, os softwares de visualização arquitetónica, baseados em ambientes virtuais (AV), suportam na sua globalidade, principalmente, animação em três dimensões e navegação automática.

Apesar destes ambiente virtuais, estarem em constante progresso, ainda precisam de sofrer algumas alterações e melhorias, para aumentarem, ou até substituírem os sistemas utilizados atualmente para modelação tridimensional.

Para resolver estas falhas, ainda existentes, é necessário o desenvolvimento de novas técnicas de interação baseadas nos sistemas de deteção de movimentos, tornando os dispositivos de modelação 3D mais atrativos às técnicas realizadas. Para tentar resolver estas lacunas, o grupo TECTON 3D, teve como objetivo, criar uma ferramenta que combinasse a visualização estereoscópica com a possibilidade de modelação, simulação e de conteúdo reativo no mesmo ambiente virtual.

O objetivo específico, do grupo TECTON 3D, visa desenvolver ferramentas que auxiliem os arquitetos, primordialmente em termos de processo de design, na fase de conceção projetual e posteriormente, em termos de processo de comunicação da informação para a construção da obra.

Este grupo inspirou-se, em termos de design, nos Gregos, mas em vez de utilizarem modelos tridimensionais físicos, trabalham com modelos tridimensionais virtuais (JORGE, DUARTE, LOPES et.al, 2016).

A intenção principal deste projeto é aplicar técnicas de interação Homem-Computador no design dos arquitetos, através da representação e da modelação de objetos, usando apenas os gestos das mãos e a deteção da postura corporal do utilizador. É proposto um ambiente virtual onde os arquitetos podem deslocar-se entre o ponto de vista do criador e o ponto de vista do utilizador,

>

82.Escala 1:1 é a escala real. 1 metro equivale a 1 metro, 1 centímetro equivale a 1 centímetro, etc.



50. Material do grupo TECTON 3D. Fotografia da autora.

ou seja, ao mesmo tempo que existe a criação, o utilizador pode explorar o que é criado em grande escala.

O grupo, analisou informações relativas aos benefícios que a realidade virtual pode trazer para a arquitetura (recolhidas através de entrevistas) e posteriormente estudou o que seria necessário para a implementação de tais ferramentas. Estas ferramentas visam proporcionar melhores interações em tempo real entre o utilizador e o computador, principalmente na fase concetual de projeto, onde estimulam a fase do processo criativo (permitindo explorações mais aprofundadas do espaço desenhado), reduzindo assim o tempo necessário para outras atividades necessárias quando se projeta. Esta redução do tempo, necessário noutras fases de projeto, é alcançada através de atividades com objetos tridimensionais, utilizando a gesticulação das mãos e a postura corporal em tempo real. Esta interação em tempo real, permite então um fluxo mais natural na criatividade do utilizador.

Ao longo da história da arquitetura, os instrumentos utilizados pelos arquitetos, influenciaram em muito a sua criatividade como abordado na *Fundamentação Teórica*. Foram assim propostos, pelo grupo TECTON3D, quatro módulos que são direcionados para a concretização do projeto de arquitetura:

- O WorldBuilder (ou construtor do mundo), que permite a modelação tridimensional de sólidos básicos como: cubos, esferas, cones, cilindros e paralelepípedos, através dos gestos das duas mãos num ambiente virtual imersivo.

- O AirSketching (ou esboço aéreo) que serve para, como o nome indica, esboçar as primeiras ideias em três dimensões, através do manuseio de um dispositivo que é reconhecido como uma caneta virtual no ambiente virtual imersivo.

- O VirtualExplorer (ou explorador virtual) que deteta os movimentos corporais do utilizador, permitindo assim a navegação no espaço virtual (fora ou dentro do modelo criado), conseguindo assim novas perspetivas do objeto na sua escala real.

- O CityWave (ou onda da cidade) que visa conceber modelos urbanos de forma mais natural, usando a deteção do movimento das mãos em cima de uma mesa estereoscópica (JORGE, DUARTE, LOPES et.al, 2016).

Assim sendo, o grupo pretende desenvolver modelos tridimensionais virtuais, com rigor e detalhe, e que estes possam vir a ser utilizados como elementos de referência e de comunicação no processo arquitetónico e na construção de edifícios/ espaços urbanos.

3.1.2 Metodologia específica para o caso de estudo

Neste projeto foram elaborados estudos de usabilidade com o objetivo de testar o ambiente interativo de modelação tridimensional.

Em termos de hardware, para a realização dos testes de usabilidade, o grupo equipou um espaço com diversas câmaras detetoras do movimento dos utilizadores. Estas câmaras, foram utilizadas como marcadores óticos que estavam interligados com um controlo remoto. Este controlo remoto era o dispositivo utilizado para o desenho da maquete no ambiente virtual. Para existir a imersão no espaço virtual, foram utilizados os Head Mounted Display da Samsung, os GearVr (que necessitam de um smartphone para renderizar imagens). O ecrã divide-se em dois, a metade esquerda é direcionada para o olho esquerdo e a metade direita para o olho direito. Como vimos no tema da *Perceção* e no tema das *Origens da Realidade Virtual*, a partir destas duas imagens, a estereoscopia, é criada uma perceção de profundidade no ambiente.

Numa primeira fase do projeto, a amostra foi dividida em duas categorias: uma categoria de leigos e outra categoria de profissionais na área da arquitetura.

O principal objetivo destes estudos de usabilidade foi então avaliar o Maquetteer, como ferramenta de modelação.

Nesta fase foi também pedido a alguns estudantes de arquitetura, a replicação de modelos simples tridimensionais utilizando o Maquetteer e o Sketchup, para comparação entre estas duas ferramentas. No final das experiências, os utilizadores foram solicitados a avaliar a precisão da ferramenta e a facilidade do uso da mesma. Era pretendido saber se esta ferramenta era intuitiva e de fácil utilização para todos (JORGE, DUARTE, LOPES et.al, 2016).

Com os resultados obtidos nesta primeira fase, foram melhoradas algumas propriedades do Maquetteer.

O estudo observado pela presente investigadora, foi a última fase do projeto, onde foram realizados novos estudos de usabilidade, com alguns profissionais de arquitetura e alguns estudantes. Nesta fase, era pretendido novamente avaliar o Maquetteer, porém, também como uma possível ferramenta a utilizar aquando sessões de trabalho colaborativas, onde os arquitetos puderam interagir em tempo real, simultaneamente, no mesmo ambiente tridimensional imersivo.

No final das experiências⁸³, os utilizadores foram solicitados a avaliar a precisão da ferramenta e a facilidade do uso da mesma.

83. Os participantes foram desafiados a reproduzir tridimensionalmente o objeto arquitetónico representado bidimensionalmente (exposto numa das paredes virtuais do ambiente).

3.1.3 Considerações finais do caso de estudo

Não podendo transcrever os resultados obtidos no presente caso de estudo (por motivos autorais e de eventuais patentes) foi aprovado, pela equipa investigadora, expor apontamentos obtidos durante o teste de usabilidade.

Os arquitetos presentes no estudo após a experiência no ambiente virtual colaborativo, demonstraram claro interesse em continuar a usar o Maquetteer (a experiência foi limitada a 15 minutos de interação). No ambiente criado pelo grupo TECTON3D, os utilizadores encontraram-se como avatares⁸⁴ e demonstraram claro interesse numa melhoria em relação a esse aspeto. Sentiram necessidade da introdução do corpo humano no ambiente virtual.

De seguida estão contempladas algumas considerações retiradas desta experiência do grupo TECTON3D:

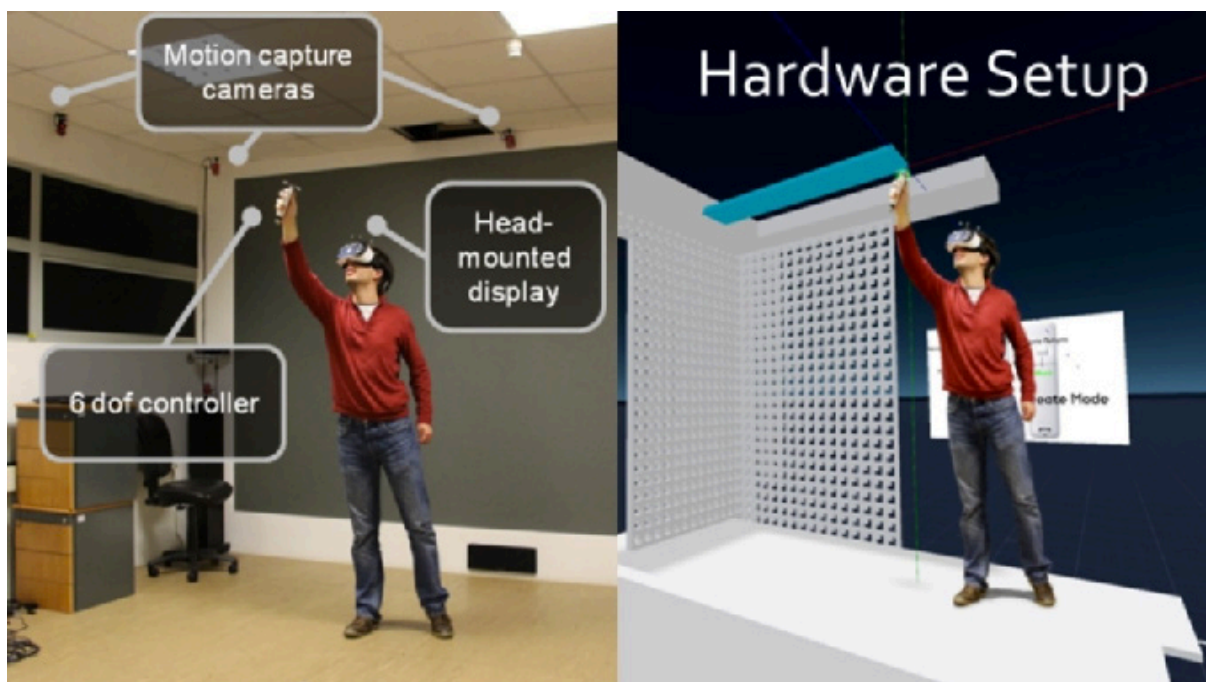
Em termos de trabalho colaborativo, por vezes existe (por parte dos arquitetos) a necessidade de gesticular as emoções e reações, para isso talvez seja necessário conseguirmos ver os outros colaboradores. A simplificação do Homem num avatar pode ser demasiado simples para uma boa interação no trabalho colaborativo. A comunicação no trabalho colaborativo muitas vezes não é só verbal, existindo também a comunicação física. Talvez para um trabalho individual num ambiente virtual, esta questão não seja tão fundamental assim e os avatares sejam o suficiente.

No final da experiência, os sujeitos manifestaram uma clara adaptação à ferramenta. À medida que iam experimentando novos gestos, novos modelos tridimensionais, a modelação e a comunicação foi-se tornando mais fácil. Foi mencionado esta questão da adaptação às novas tecnologias na *Fundamentação Teórica*.

Os arquitetos mencionaram que os ambientes virtuais podem oferecer uma aproximação à escala real e que por vezes sentem falta dessa mesma aproximação aquando da conceção do projeto de arquitetura. Ainda que numa forma muito abstrata, o Maquetteer demonstrou ser uma ferramenta que poderá trazer soluções rápidas de modelação. Um dos arquitetos que participou na experiência, mencionou "*Em vez de fazer um esquiço, com esta ferramenta posso experimentar logo o que estou a pensar, e creio que é também uma mais valia na minha comunicação.*"

Apesar de ainda poder sofrer melhorias, por exemplo, em termos de afinação da distância dentro do espaço virtual, os resultados obtidos pelo grupo foram de claro benefício para o Maquetteer como ferramenta de conceção de projeto.

< 84. Avatar em ambientes digitais ou imersivos é interpretado como a representação projetada do usuário dentro do ambiente imersivo.



051. Imagem da infra-estrutura do Maquetteer (esquerda) e o tipo de ambiente imersivo de realidade virtual proporcionado pelo Maquetteer (direita) . (TECTON3D, 2016)



052. Experiência com o Maquetteer.
Fotografia da autora



3.2 O estudo prático

O presente subcapítulo, destina-se a descrever a metodologia utilizada no presente estudo, os resultados obtidos bem como, a apresentação de algumas considerações finais relativamente aos mesmos.

3.2.1 Metodologia específica para o estudo prático

Este tema tem como objetivo a descrição da metodologia do estudo prático, contemplando a amostra, os instrumentos utilizados na recolha de dados e, por fim, o procedimento.

3.2.1.1 Desenho da investigação

A presente investigação é de cariz exploratório e descritivo. Esta baseia-se numa abordagem metodológica quantitativa.

A amostra é não probabilística, sendo intencional, por conveniência tendo como critério único de inclusão a idade compreendida entre os 18 e os 60 anos. Este critério de inclusão pode ser explicado por um julgamento empírico de uma maior probabilidade destas gerações representarem possíveis futuros clientes de escritórios de arquitetura e compradores de imóveis.

No presente estudo participaram 74 indivíduos, com idades compreendidas entre os 19 e os 58 anos, residentes na área metropolitana de Lisboa.

O estudo foi desenvolvido nas instalações da FAL (Faculdade de Arquitetura de Lisboa), na agência imobiliária ERA do Lumiar, nas instalações do ISTEAC (Instituto Superior de Tecnologias Avançadas) e no escritório de arquitetura JPa Arq., durante os meses de Novembro e de Dezembro de 2016. A amostra é primeiramente dividida em dois, sendo um primeiro grupo referente aos sujeitos que detêm conhecimentos em arquitetura e um segundo grupo referente aos sujeitos leigos na área. Estes dois grupos subdividem-se em dois. Podemos assim contemplar as quatro categorias finais: no grupo de sujeitos que detêm conhecimentos em arquitetura observamos o grupo dos profissionais de arquitetura e dos estudantes de arquitetura frequentadores do 5ºano (finalistas da Faculdade de Arquitetura de Lisboa). No grupo de sujeitos leigos na área da arquitetura são contemplados o grupo de comerciais de imóveis e o de leigos (este último é caracterizado por não ter conhecimento na área da arquitetura e não dotar de agilização na leitura de representações arquitetónicas por oposição ao grupo de comerciais de imóveis).



053. Ambiente virtual imersivo.
Fotografia da autora

Tabela 001. Faixa etária das categorias da amostra

Categoria	Faixa etária		TOTAL
	18 – 25 N (%)	26-60 N (%)	N (%)
Leigos	44 (90%)	5 (10%)	49 (66%)
Estudantes de Arquitetura	16 (94%)	1 (6%)	17 (23%)
Arquitetos	0 (0%)	3 (100%)	3 (4%)
Comerciais de imóveis	0 (0%)	5 (100%)	5 (7%)
TOTAL	61 (82%)	13 (18%)	74 (100%)



Como pode ser observado na tabela (001), o presente estudo contou com a participação de 49 leigos, 17 estudantes do 5ºano do Mestrado Integrado em Arquitetura, três profissionais na área de arquitetura e cinco profissionais na área da venda de imóveis. Na sua globalidade, a amostra, mostrou ter contacto diário com as TIC.

Foi considerado pertinente ter uma maioria clara de inquiridos leigos 49 em 74 (66%), pois segundo a literatura revista “Grande parte dos nossos problemas no passado derivam do facto do público não entender que é preciso o olho de um arquiteto ou pelo menos um olho experiente para ler um desenho arquitetónico de forma correta” (VAN RENSELAER, 2013).

Os profissionais na área de arquitetura tem idades compreendidas entre os 27 e os 58. Os estudantes de arquitetura têm idades compreendidas entre os 23 e os 26 anos. Os comerciais imobiliários têm idades entre os 28 e os 47 anos. Já as idades dos leigos distribuem-se entre os 19 e os 56 anos.

3.2.1.3 Instrumentos de recolha de dados

A tecnologia.

Para testar a visualização do espaço imersivo foram utilizados:

-Um telemóvel Samsung Galaxy S7 com as seguintes características:

Memória: 4GB

Processador de RAM, 32GB de armazenamento interno

Sistema Operativo: Android

-Uns óculos Samsung GearVR

Os instrumentos de visualização utilizados nesta experiência, foram disponibilizados pelo Centro de Investigação de Realidade Virtual da Faculdade de Arquitetura de Lisboa.

Representação arquitetónica

O espaço imersivo apresentado, foi realizado por Jacob Barrow, no programa UnrealEngine4Arch (mencionado aquando do tema *Ferramentas para a criação de realidade virtual*).

Houve a possibilidade da criação de um modelo tridimensional para transportar para RV, porém, como as ferramentas atualmente disponíveis gratuitamente no mercado e o pouco

tempo de utilização dos óculos GearVr, as experiências não corresponderam ao grau de qualidade de renderização de imagem que era pretendido. Assim sendo optou-se por utilizar um vídeo já renderizado 360° de uma moradia de outro autor.

Contrariamente ao processo que tinha sido inicialmente pensado, foi invertida a ordem, pela qual foi desenvolvida a representação do espaço. Para se poderem realizar os questionários, foi necessária a concretização de uma representação bidimensional (planta, alçados e cortes (em anexo 057)), e uma representação tridimensional física (maquete (fotografias em anexo, 058 e 059)). Ao invés de se construir o modelo tridimensional, para este ser inserido no ambiente virtual, as representações bi e tri-dimensionais foram realizadas pela autora a partir da visualização do vídeo reproduzido.

A partir da percepção visual, de inúmeras explorações virtuais no ambiente imersivo, do conhecimento adquirido ao longo dos anos de estudo na presente área de investigação, foi possível a concretização destas representações. A partir de conhecimentos básicos, como por exemplo, "qual a medida standard da altura de um balcão de cozinha?", as restantes dimensões foram desenhadas a partir da percepção e da proporção visual.

Os guiões dos questionários.

No presente estudo foram utilizados três questionários distintos, embora em muito semelhantes. A diferença entre estes é marcada pela população à qual se destinavam (i.e. profissionais de arquitetura, estudantes, comerciais de imóveis e leigos).

Os guiões dos questionários (em anexo 064, 065, 066) utilizados no presente estudo foram desenhados e aplicados pela presente investigadora. Os questionários utilizados, tiveram como primeiro objetivo a recolha de informação básica que caracterizasse a amostra. As informações recolhidas foram: a área de estudo, a idade, se já era conhecida a tecnologia da realidade virtual e por fim se os sujeitos tinham contato diário com as TIC.

Os objetivos gerais dos questionários passam por observar de forma compreensiva como é percebida a realidade virtual como ferramenta de apresentação de projeto, tal como observar a reação/experiência de cada um em relação ao espaço apresentado.

Os dados recolhidos, foram analisados estatisticamente com o auxílio do software Statistical Package for the Social Scien-



85. A escala de Likert, ao contrário das perguntas de resposta sim/não, permite medir as atitudes e conhecer o grau de conformidade do entrevistado com qualquer afirmação proposta. Esta escala é útil para situações em que é necessário que o entrevistado expresse com detalhe a sua opinião. Neste sentido, as categorias de resposta servem para capturar a intensidade dos sentimentos. (LLAURADÓ, 2015)

< 86. Este questionário contém 6 itens.

ce (SPSS).

3.2.1.4 Análise do conteúdo dos questionários

Os questionários são compostos por seis (questionário aplicado à população de leigos) a sete itens (para as restantes categorias) com respostas dispostas numa escala de Likert⁸⁵ com cinco opções distribuídas de zero a cinco (sendo zero “Nada/Nunca” e cinco “Muito/Sempre”). No término do questionário estão contempladas duas perguntas de resposta aberta.

O questionário elaborado para os arquitetos e para os estudantes de arquitetura foi o mesmo (em anexo 065). Foi assim estabelecido, pois pertencem à mesma área de estudo. Três dos sete itens, apenas estão contemplados nos questionários desenvolvidos para estas categorias. O primeiro pretende compreender se a realidade virtual é percecionada como uma boa ferramenta de comunicação com outros profissionais da área. O segundo pretende compreender se a realidade virtual é percecionada como uma ferramenta útil na aprendizagem da arquitetura. O terceiro, refere-se a como é percecionada a utilidade da realidade virtual enquanto ferramenta na fase de apresentação de projeto. Desta forma foi pretendido observar como é percecionada a realidade virtual, a agradabilidade e a utilidade relativamente à pedagogia e à comercialização de projetos, na população de participantes com conhecimentos em arquitetura.

Relativamente ao questionário aplicado à população dos comerciais imobiliários (em anexo 066), também este dotado de sete itens, existe apenas um item exclusivo ao questionário aplicado a esta categoria profissional. Este item contempla a utilidade da utilização da realidade virtual no âmbito da diminuição de visitas feitas ao imóvel. Este questionário é, também, dotado de dois itens comuns ao questionário aplicado à população de leigos⁸⁶ (em anexo 064). Estes itens contemplam a utilidade da realidade virtual na apresentação de projetos de reabilitação e na apresentação de projetos inexistentes, respetivamente.

Os restantes quatro itens são comuns a todos os questionários. O primeiro item procura percecionar a intuitividade quanto à noção de escala e distância, comparando a Realidade Virtual com os desenhos técnicos/maquete. O segundo pretende percecionar se a RV é uma ferramenta útil no processo de comunicação com outros, que não profissionais da área de arquitetura. O terceiro item procura percecionar se com a utilização da RV é mais rápida a perceção do espaço, do que com desenhos técnicos/maquetes. Por ultimo, o quarto item pretende aferir se aquando da utilização da RV, houve ou não alguma sensação de

desconforto.

3.2.1.5 Procedimento

Os participantes foram inicialmente informados do contexto do trabalho e do objetivo do mesmo. Foi-lhes apresentada uma representação bidimensional (planta e alçado) e uma tridimensional (maquete física). Foi pedido que tentassem perceber o espaço ali representado através dos instrumentos fornecidos.

Numa segunda fase, foi feita uma apresentação dos óculos aos participantes permitindo assim demonstrar o seu funcionamento. Posteriormente foram colocados os óculos GearVr, com a reprodução do vídeo 360º do projeto arquitetónico, desenvolvido em Unreal Engine4, por Jacob Barrow.

Durante a sessão, a maioria dos participantes fez a experiência em pé pois, segundo Daniel Voshart (2014), o que leva os participantes de RV a obter algum tipo de enjoo é a junção da panorâmica em rotação com o zoom aplicado não corresponderem por vezes a uma aproximação da realidade física. Se o participante estiver sentado na vida real, e o avatar estiver em pé a experiência obtida será de desconforto pois, como já vimos no tema da *Perceção*, a o que é recebido no cérebro a partir do que os olhos vêem, faz com que não saibamos onde está situado o chão. Se os participantes estivessem sentados a fazer a experiência no ambiente virtual, iriam parecer muito mais altos do que são na realidade ou iria parecer que estavam a flutuar dentro do projeto. (VOSHART, 2014)

Sempre que quiseram, os participantes puderam fazer a experiência sentados, tendo este aviso prévio de falsa perceção espacial. No fim de cada sessão, os utilizadores responderam aos questionários propostos pela presente investigadora.

Os dados recolhidos nesta fase foram analisados estatisticamente com o auxílio do software Statistical Package for the



054. Estudo Prático. Comparação planta/alçado e maquete com RV
Fotografia da autora



055. Estudo Prático.
Fotografia da autora

Social Science (SPSS), na versão disponível à data.

3.2.2 Análise de resultados

Nesta secção são apresentados os resultados referentes aos objetivos relativos às funcionalidades que a realidade virtual pode ter como ferramenta de comunicação na arquitetura.

Primeiramente é exposta a análise de dados relativamente às respostas aos itens comuns às quatro categorias (leigos, estudantes de arquitetura, arquitetos e comerciais de imóveis). De seguida é elaborada a análise relativamente às respostas aos itens comuns a duas categorias (arquitetos e estudantes de arquitetura) e (leigos e comerciais de imóveis). Posteriormente é feita a análise às respostas aos itens, feitas a apenas uma das categorias (comerciais de imóveis). Culminando na análise às respostas dos itens de carácter livre.

Tabela 002: Penso que é mais intuitiva a noção de escala e distância com a

	Nada/ Nunca	Quase nada/ Quase nunca	Igual/ Indiferente	Quase muito/ Quase sempre	Muito/ Sempre	TOTAL
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
LEIGOS	1 (2%)	0 (0%)	6 (12%)	14 (29%)	28 (57%)	49 (66%)
ESTUDANTES Arq.5ºAno	1 (6%)	3 (18%)	4 (24%)	7 (41%)	2 (11%)	17 (23%)
ARQUITETOS	0 (0%)	0 (0%)	1 (33,3%)	1 (33,3%)	1 (33,3%)	3 (4%)
VENDEDORES Imobiliária	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (40%)	3 (60%)	5 (7%)
TOTAL	2 (3%)	3 (4%)	11 (15%)	24 (32%)	34 (46%)	74 (100%)

Realidade Virtual do que com desenhos técnicos/maquet

Relativamente à perceção de intuitividade de escala e distância na comparação entre a utilização da realidade virtual com os desenhos técnicos/maquete (ver tabela 002), apenas 7% dos inquiridos respondeu que percecionava como mais intuitiva a noção de escala e de distância, nas plantas/maquete apresentadas. Desses 7% (cinco sujeitos) quatro são estudantes de arquitetura. Da totalidade, 15% dos inquiridos respondeu ser igual ou indiferente, a noção de escala e distância aquando da utilização da realidade virtual comparando com as plantas e a maquete. A maioria dos inquiridos, 78% considerou, muitas vezes ou sempre, ter sido mais intuitiva a noção de escala e distância aquando da utilização da realidade virtual comparando com as plantas e a maquete.

Tabela 003: Penso que a RV é uma ferramenta útil no processo de comunicação com outros, que não profissionais da área.

	Nada/ Nunca	Quase nada/ Quase nunca	Igual/ Indiferente	Quase muito/ Quase sempre	Muito/ Sempre	TOTAL
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
LEIGOS	0 (0%)	0 (0%)	2 (4%)	12 (24%)	35 (72%)	49 (66%)
ESTUDANTES Arq.5ºAno	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (18%)	14 (82%)	17 (23%)
ARQUITETOS	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (100%)	3 (4%)
VENDEDORES Imobiliária	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (60%)	2 (40%)	5 (7%)
TOTAL	0 (0%)	0 (0%)	2 (3%)	18 (24%)	54 (73%)	74 (100%)

Em relação à utilidade que a RV pode ter no processo de comunicação com outros que não da área de arquitetura (exemplo: clientes) (ver tabela 003), apenas 3% da totalidade considerou ser igual ou indiferente, sendo que podemos observar que 0% da amostra considerou a mesma como inútil. Da totalidade, 73% considerou a RV como sendo muito/sempre útil na comunicação de projeto com outros que não da área.

Categorizando, 100% dos arquitetos e 82% dos alunos de 5ºano de arquitetura, avaliaram também a RV como muito/sempre útil nesta categoria.

Tabela 004: Fui mais rápido a perceber o espaço com a RV do que com as plantas.

	Nada/ Nunca	Quase nada/ Quase nunca	Igual/ Indiferente	Quase muito/ Quase sempre	Muito/ Sempre	TOTAL
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
LEIGOS	1 (2%)	0 (0%)	1 (2%)	14 (29%)	33 (67%)	49 (66%)
ESTUDANTES Arq.5ºAno	0 (0%)	0 (0%)	4 (24%)	9 (52%)	4 (24%)	17 (23%)
ARQUITETOS	0 (0%)	1 (33,3%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (66,6%)	3 (4%)
VENDEDORES Imobiliária	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)	2 (40%)	2 (40%)	5 (7%)
TOTAL	1 (1%)	0 (0%)	6 (8%)	25 (35%)	41 (55%)	74 (100%)

No que diz respeito à rapidez de percepção do espaço, comparando a utilização da RV com a utilização das plantas (ver tabela 004), 96% dos inquiridos da categoria dos leigos respondeu considerar mais rápida a percepção do espaço aquando da utilização da RV em relação à percepção do espaço com as plantas (29% respondeu quase muito/sempre e 67% respondeu muito/sempre).

Da totalidade dos inquiridos, apenas 2% considerou quase nada/nunca ou nada/nunca, ser mais rápido a perceber os espaço com a RV do que com as plantas. Da totalidade da amostra, 2% corresponde a dois inquiridos (sendo que um deles é arquiteto e o outro leigo). É visível na presente tabela que 90% dos inquiridos demonstra uma clara opinião positiva em termos de percepção do espaço, comparando a RV com as plantas.

Tabela 005: Senti uma sensação de desconforto aquando da utilização da RV.

	Nada/ Nunca	Quase nada/ Quase nunca	Igual/ Indiferente	Quase muito/ Quase sempre	Muito/ Sempre	TOTAL
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
LEIGOS	28 (57%)	7 (14%)	11 (23%)	3 (6%)	0 (9%)	49 (66%)
ESTUDANTES Arq.5ºAno	6 (35%)	8 (48%)	2 (12%)	0 (0%)	1 (5%)	17 (23%)
ARQUITETOS	1 (33,3%)	0 (0%)	1 (33,3%)	1 (33,3%)	0 (0%)	3 (4%)
VENDEDORES Imobiliária	1 (20%)	2 (40%)	1 (20%)	1 (20%)	0 (0%)	5 (7%)
TOTAL	36 (49%)	17 (23%)	15 (20%)	5 (7%)	1 (1%)	74 (100%)

Relativamente à sensação de desconforto aquando da utilização da RV, 49% do total dos inquiridos respondeu nunca sentir desconforto e 23% respondeu quase nada/quase nunca (ver tabela 005). Na sua totalidade, em termos de conforto podemos verificar que globalmente não foi reportada sensação de desconforto aquando da utilização da RV (72% da amostra). Contudo, podemos observar que 8% dos inquiridos sentiram muito/quase muito desconforto aquando da utilização da RV e 20% considerou ser uma sensação indiferente, não demonstrando nem conforto nem desconforto.

De seguida é exposta a análise de resultados obtidos nos questionários, relativamente aos itens apenas aplicados à população de arquitetos e de estudantes de arquitetura.

Tabela 006: Penso que a RV é uma ferramenta útil no processo de comunicação com outros profissionais da área.

	Nada/ Nunca	Quase nada/ Quase nunca	Igual/ Indiferente	Quase muito/ Quase sempre	Muito/ Sempre	TOTAL
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
ESTUDANTES Arq.5ºAno	0 (0%)	1 (6%)	5 (29%)	3 (18%)	8 (47%)	17 (85%)
ARQUITETOS	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (66,6%)	1 (33,3%)	3 (15%)
TOTAL	0 (0%)	1 (5%)	5 (25%)	5 (25%)	9 (45%)	20 (100%)

Quanto à utilidade da RV como ferramenta no processo de comunicação com outros profissionais da área (arquitetos) (ver tabela 006), 45% dos sujeitos inquiridos consideram a RV sempre /muito útil. Da totalidade, 25% considerou ser igual ou indiferente a inserção desta ferramenta na comunicação com outros profissionais da área. Nenhum dos inquiridos respondeu considerar a RV inútil no processo de comunicação com outros profissionais da área .

Tabela 007: Penso que a RV pode vir a ser uma ferramenta útil na aprendizagem da arquitetura.

	Nada/ Nunca	Quase nada/ Quase nunca	Igual/ Indiferente	Quase muito/ Quase sempre	Muito/ Sempre	TOTAL
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
ESTUDANTES Arq.5ºAno	1 (6%)	1 (6%)	8 (47%)	4 (24%)	3 (17%)	17 (85%)
ARQUITETOS	0 (0%)	0 (0%)	1 (33,3%)	1 (33,3%)	1 (33,3%)	3 (15%)
TOTAL	1 (5%)	1 (5%)	9 (45%)	5 (25%)	4 (20%)	20 (100%)

Em relação à utilidade da RV como ferramenta de aprendizagem na arquitetura (ver tabela 007), 45% da totalidade da amostra inquirida considera como indiferente ou igual. No total de 20 inquiridos, nove (45%) consideram como benéfica a inserção desta ferramenta na aprendizagem da arquitetura, outros nove (45%) consideram ser indiferente e dois indivíduos (10%) consideram a inserção desta ferramenta como não benéfica no ensino da arquitetura (um estudante considerou nunca ser útil e outro considerou quase nunca ser útil a RV como ferramenta na aprendizagem da arquitetura).



Tabela 008: Penso que a RV pode ser uma ferramenta útil na fase de apresentação do projeto.

	Nada/ Nunca	Quase nada/ Quase nunca	Igual/ Indiferente	Quase muito/ Quase sempre	Muito/ Sempre	TOTAL
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
ESTUDANTES Arq.5ºAno	0 (0%)	0 (0%)	2 (12%)	9 (53%)	6 (35%)	17 (85%)
ARQUITETOS	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (100%)	3 (15%)
TOTAL	0 (0%)	0 (0%)	2 (10%)	9 (45%)	9 (45%)	20 (100%)

Relativamente à utilidade da RV como ferramenta na fase de apresentação do projeto (ver tabela 008), não foram manifestadas considerações negativas, nem da parte dos estudantes de arquitetura, nem dos arquitetos. Aliás, 100% dos arquitetos consideraram a RV como uma ferramenta muito/sempre útil na fase de apresentação do projeto. Apenas 12% dos estudantes inquiridos, equivalente a dois indivíduos, responderam ser igual/indiferente a utilidade desta ferramenta na fase de apresentação de projeto.

Os quadros seguintes expõem os resultados obtidos nos questionários, relativamente aos itens apenas aplicados à população de leigos e comerciais de imóveis e é feita a sua análise.

Tabela 009: Penso que a RV pode ser uma ferramenta útil na fase de apresentação de um projeto de reabilitação de um imóvel.

	Nada/ Nunca	Quase nada/ Quase nunca	Igual/ Indiferente	Quase muito/ Quase sempre	Muito/ Sempre	TOTAL
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
LEIGOS	0 (0%)	1 (2%)	1 (2%)	11 (22%)	36 (74%)	49 (91%)
VENDEDORES Imobiliária	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (40%)	3 (60%)	5 (9%)
TOTAL	0 (0%)	1 (2%)	1 (2%)	13 (24%)	39 (72%)	54 (100%)

Os resultados apresentam uma clara maioria na avaliação da RV, como benéfica em relação à sua utilidade como ferramenta de apresentação de um projeto de reabilitação de um imóvel (ver tabela 009). Do total de inquiridos, 96% consideram a RV como uma ferramenta quase sempre/muito ou sempre/muito útil na apresentação de um projeto de reabilitação de imóveis. Dos 54 indivíduos inquiridos apenas 1 (2%) respondeu considerar a RV quase nada/quase nunca útil na apresentação de um projeto de reabilitação.



Tabela 010: Penso que a RV pode ser uma ferramenta útil na fase de apresentação de um projeto inexistente.

	Nada/ Nunca	Quase nada/ Quase nunca	Igual/ Indiferente	Quase muito/ Quase sempre	Muito/ Sempre	TOTAL
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
LEIGOS	0 (0%)	1 (2%)	1 (2%)	13 (27%)	34 (69%)	49 (91%)
VENDEDORES Imobiliária	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (40%)	3 (60%)	5 (9%)
TOTAL	0 (0%)	1 (2%)	1 (2%)	13 (27%)	39 (69%)	54 (100%)

Quanto à utilidade da RV na fase de apresentação de um projeto inexistente (ver tabela 010), a opinião foi na sua maioria, considerada benéfica. Do total de leigos inquiridos, 69% considerou a RV muito/sempre útil na fase de apresentação de um projeto inexistente, apenas 2% considerou quase nada /quase nunca útil e outros 2% considerou ser indiferente/igual a utilidade desta ferramenta aquando da apresentação de um projeto inexistente.

Culminando a análise de resultados obtidos nas respostas dispostas na presente escala, é apresentada a análise relativamente ao item apenas aplicado à população de comerciais de imóveis.

Tabela 011: Penso que a RV pode ser uma ferramenta útil na medida em que pode reduzir o número de visitas ao imóvel.

	Nada/ Nunca	Quase nada/ Quase nunca	Igual/ Indiferente	Quase muito/ Quase sempre	Muito/ Sempre	TOTAL
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
VENDEDORES Imobiliária	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)	3 (60%)	1 (20%)	5 (100%)
TOTAL	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)	3 (60%)	1 (20%)	5 (100%)

Relativamente ao número de visitas ao imóvel, 80% dos inquiridos responderam considerar a Realidade Virtual como uma ferramenta benéfica (ver tabela 011), na medida em que pode reduzir o número de visitas ao imóvel, por parte dos comerciais e dos clientes. Apenas 20% dos inquiridos considerou ser indiferente/igual a utilidade desta ferramenta quanto à redução do número de visitas ao imóvel.



De seguida é exposta a análise de resultados obtidos nos questionários, relativamente aos itens de resposta livre apenas aplicados às categorias: arquitetos, estudantes de arquitetura e comerciais de imóveis. Esta escolha de categorias prende-se com o facto dos mesmos serem possíveis utilizadores da Realidade Virtual ligada à arquitetura.

Tabela 012. Já conhecia a Realidade Virtual?

Não N (%)	Sim N (%)	TOTAL
11 (44%)	14 (56%)	25 (100%)

Tabela 013. Se sim, com que utilidade?

	Sim N (%)
ARQUITETURA	2 (14%)
JOGOS	2 (14%)
OUTROS ⁹³	7 (50%)
ARQ e JOGOS	1 (8%)
ARQ e OUTROS	0 (0%)
JOGOS e OUTROS	2 (14%)
TOTAL	14 (100%)

93. OUTROS = Promoção de automóveis;
Visitas virtuais a museus; vídeos 360°

Os resultados obtidos na amostra inquirida, apresentam pouca diferença entre o número de indivíduos que conhecem (56%) e os que não conhecem (44%) a Realidade Virtual (ver tabela 012). Os sujeitos que afirmaram conhecer a Realidade Virtual responderam com que utilidade a conheciam. Apenas três dos 14 sujeitos responderam conhecer a Realidade Virtual com o fim de apresentar projetos de arquitetura (dois- arquitetura; 1-arquitetura e jogos)

Tabela 014. Imagina-se a trabalhar com a Realidade Virtual? Porquê?⁹⁴

	Não N (%)	Talvez N (%)	Sim N (%)	TOTAL N (%)
Arquitetos	0 (0%)	0 (0%)	3 (100%)	3 (12%)
Estudantes de Arquitetura	1 (6%)	1 (6%)	15 (88%)	17 (68%)
Comerciais de imóveis	0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)	5 (20%)
TOTAL	1 (8%)	1 (8%)	23 (84%)	25 (100%)

94. O "Porquê" de se imaginar a trabalhar com a RV é exposto na discussão de resultados. (pp.96-99)

Relativamente à possibilidade de virem a trabalhar com a RV, os três arquitetos (12%) e os cinco comerciais de imóveis (20%) responderam que "sim", que se imaginavam a trabalhar com esta ferramenta (ver tabela 014). Apenas um estudante de arquitetura (8%) respondeu que não consideraria trabalhar com a Realidade Virtual e um outro estudante (8%) demonstrou incerteza quanto à possibilidade de vir a trabalhar com a mesma. No total da amostra, 84% considerou poder vir a utilizar a realidade virtual no seu trabalho.



3.2.3 Discussão dos resultados

Relativamente ao estudo prático, os objetivos foram os de analisar a utilidade da Realidade Virtual como ferramenta de comunicação na arquitetura e no processo de aprendizagem da mesma.

O presente estudo aferiu que, globalmente, a Realidade Virtual é percebida como um bom instrumento de comunicação, em várias fases do processo arquitetónico.

O estudo prático contou com a participação de uma maioria de leigos inquiridos (66%). Foi-lhes dada maior importância pois estes são possíveis clientes de gabinetes de arquitetura e possíveis compradores de imóveis.

Como mencionado na *Fundamentação Teórica*, o cliente tem um papel importante no desempenho da obra do arquiteto e muitos dos problemas destes profissionais derivam do não entendimento do desenho por parte do cliente. (VAN RENSSLAER, 2013)

Pareceu pertinente a comparação da utilização da realidade virtual com os desenhos/maquetes, como forma de aferir se existem realmente dificuldades de perceção espacial, aquando da utilização dos meios correntes para a comunicação da arquitetura.

Os resultados obtidos demonstram uma maioria de opiniões benéficas em relação à adaptação da Realidade Virtual como ferramenta de comunicação com outros que não da área de arquitetura (tabela 003). Nenhuma das categorias classificou a realidade virtual como sendo uma desvantagem na comunicação do projeto. Leigos, arquitetos, estudantes de arquitetura e comerciais de imóveis classificaram a realidade virtual como uma ferramenta útil na comunicação com os possíveis clientes de gabinetes de arquitetura e possíveis compradores de imóveis. Podemos assim considerar que a inserção desta nova ferramenta poderia trazer vantagens na compreensão do projeto aquando da comunicação do mesmo com as partes envolvidas.

Como Bruno Zevi refere, a arquitetura não pode ser perfeitamente representada a não ser pela experiência direta do espaço. (ZEVY, 2009) Neste contexto foi comparada novamente a realidade virtual com as plantas/maquete. É pretendido procurar se a noção de escala e distância é percebida como diferente aquando da imersão no espaço interior ou se é suficiente a representação bidimensional e/ou tridimensional do mesmo (tabela 002). Verifica-se que, dos 74 indivíduos inquiridos (100%), ape-

nas cinco (7%) responderam ser mais fácil a noção de escala e distância a partir das plantas/maquete. Esta não dificuldade da percepção do espaço aquando da leitura das plantas/maquete, pode ser explicada com o facto de quatro desses cinco sujeitos serem estudantes de arquitetura e terem noções de representação arquitetónica e percepção espacial. Apesar dos arquitetos também terem noções de representação, estes consideraram ser mais fácil a noção de escala e distância aquando da utilização da Realidade Virtual (porém, a amostra de sujeitos arquitetos é reduzida e não representativa da opinião global da presente categoria). Pode também verificar-se que 11 sujeitos (15%) demonstraram ser igual ou indiferente a utilização da realidade virtual para uma melhor percepção da escala e da distância do espaço observado. Pode observar-se de facto que, há então leigos com capacidades de leitura das representações utilizadas atualmente em arquitetura, não sentindo grande necessidade de uma nova ferramenta para a comunicação do projeto arquitetónico. Contudo, a Realidade Virtual demonstrou claras vantagens para os leigos (29% consideraram quase sempre/muito útil e 57% consideraram sempre/muito útil), aquando da percepção da distância e da escala no espaço arquitetónico.

Quanto à rapidez da percepção espacial, comparando a utilização da realidade virtual com as plantas (tabela 004), 47 (96%) dos 49 inquiridos leigos responderam ter sido mais rápidos a perceber o espaço com a utilização da Realidade Virtual. Apesar de adquirirem conhecimento na área, os arquitetos e os estudantes de arquitetura avaliaram também a realidade virtual como a ferramenta que promove uma maior rapidez aquando da percepção do espaço apresentado. Apesar da amostra de arquitetos ser reduzida e não representativa da opinião global desta categoria profissional (como mencionado anteriormente), podemos concluir que os presentes inquiridos consideraram também a percepção do espaço, mais rápida com a utilização da Realidade Virtual do que com as plantas. Na globalidade, 66 (89%) dos 74 sujeitos inquiridos avaliaram a RV como uma ferramenta útil no que diz respeito à rapidez da percepção espacial (25 sujeitos (35%) consideraram quase sempre/muito útil e 35 sujeitos (55%) consideraram sempre/muito útil).

Considerando os estudos de Bell e Fogler, mencionados na *Fundamentação Teórica*, tornou-se pertinente saber de que forma a realidade virtual poderia ser ou não considerada uma vantagem na aprendizagem da arquitetura (tabela 007). Apenas foram consideradas as opiniões mencionadas por parte das categorias com conhecimentos na área (arquitetos e estudantes de



arquitetura). Dos 20 sujeitos inquiridos, nove (45%) consideram benéfica a inserção desta ferramenta na aprendizagem da arquitetura e apenas dois indivíduos (10%) apontam respostas que não beneficiam a inserção desta ferramenta no ensino (um estudante considerou nunca ser útil e outro considerou quase nunca ser útil a RV como ferramenta na aprendizagem da arquitetura). O estudante que considerou a RV como “nunca/nada” útil na aprendizagem da arquitetura, em relação à pergunta “**Imagina-se a trabalhar com a realidade virtual? Porquê?**”, respondeu: «**Sinceiramente não porque não aprecio o método de aprendizagem utilizando a mesma (...)**». O outro estudante que considerou a RV como “quase nunca/nada” útil na aprendizagem da arquitetura respondeu à mesma questão: «**Sim e não porque penso que existem outras formas mais intuitivas para comunicar projetos de arquitetura.**». Estas respostas (apesar de corresponderem a uma percentagem mínima da amostra inquirida (10%)) podem querer dizer que os estudantes consideram os métodos e as ferramentas atuais suficientes na aprendizagem da arquitetura. É também necessário ter em conta que 45% dos inquiridos consideraram indiferente/igual a inserção da RV como ferramenta de aprendizagem da arquitetura.

Em relação a esta ferramenta ser útil no processo de comunicação com outros da área (tabela 006), cinco (25%) dos 20 inquiridos (100%) responderam ser igual/indiferente, outros cinco (25%) responderam ser quase sempre útil e nove (45%) consideraram ser muito útil. Mais uma vez concluímos que há uma clara maioria de avaliação benéfica da RV como ferramenta de comunicação. Porém, talvez não seja considerada tão relevante como na comunicação com outros que não da área (leigos em arquitetura) como podemos verificar na tabela (002).

Quando questionado à categoria dos leigos e aos comerciais imobiliários, se consideravam a RV como uma ferramenta útil na fase de apresentação de um projeto inexistente, ninguém respondeu que a RV nunca poderia ser útil. Dos 54 inquiridos (100%) (leigos e comerciais imobiliários), 39 sujeitos (72%) consideraram a RV como uma ferramenta muito/sempre útil na fase de apresentação de um projeto inexistente.

Em relação à utilidade da RV como ferramenta de apresentação de um projeto de reabilitação, 96% dos inquiridos consideraram a RV como benéfica (72% responderam considerar a RV sempre/muito útil e 24% responderam quase sempre/muito útil). Dos 54 indivíduos inquiridos apenas 1 (2%) respondeu considerar a RV quase nada/quase nunca útil na apresentação de um projeto de reabilitação. Em termos de reabilitação do edificado,

toma-se claro que a RV poderia ser uma ferramenta muito útil aquando da apresentação do projeto. Torna-se mais claro para o leigo visualizar (360°) como o espaço poderá vir a ser, utilizando a realidade virtual.

Através da observação dos resultados da presente amostra, verifica-se que cerca de metade dos sujeitos (36 do total de 74), demonstraram não sentir qualquer tipo de desconforto aquando da utilização da Realidade Virtual (tabela 005). Contudo, não é de menosprezar que a outra metade (38 do total de 74) respondeu sentir desconforto, uns, mais do que outros, mas houve sensação de desconforto. Estes resultados indicam que ainda são necessárias algumas melhorias em termos de calibragem entre os movimentos físicos reais e os movimentos feitos em ambiente virtual, para futuramente haver uma menor percentagem de desconforto.

É pretendido perceber, a partir das respostas ao item de carácter livre, se os arquitetos, os estudantes de arquitetura e os comerciais de imóveis se imaginam a trabalhar com a Realidade Virtual e porque acham que poderia trazer benefícios ou não para o seu trabalho. Como demonstrado nos resultados da tabela (014) do total de 25 sujeitos (3 arquitetos, 17 estudantes de arquitetura e 5 comerciais de imóveis), 23 (84%) consideraram trabalhar futuramente com esta ferramenta.

“Imagina-se a trabalhar com a realidade virtual? Porquê?”

Houve uma grande referência (por parte da categoria: arquitetos, estudantes de arquitetura e comerciais de imóveis) à facilidade na comunicação do projeto arquitetónico com outros que não da área de arquitetura. A título de exemplo de uma resposta: **«Sim imagino, é uma forma mais fácil e rápida de comunicar projeto...especialmente para clientes.»**

Os arquitetos demonstraram claro interesse na inserção das novas tecnologias em todo o processo do projeto arquitetónico: **«Sim, segurança no sector de projeto.»** e **«(...) acertar detalhes de projeto.»**. Os comerciais de imóveis apresentam um favorecimento para a utilização da ferramenta aquando da existência de projeto de reabilitação: **«(...) para dar uma ideia aos clientes de como as casas podem ficar.»** e ainda apresentam outros tipos de argumentos como: **«(...) porque pode ser uma mais valia no dia-a-dia. Perdermos menos tempo, sermos mais rápidos.»**. Alguns estudantes mencionam ainda a mais valia em relação à perceção real de distância e escala: **«Sim, porque possibilita a visualização do espaço tridimensional e uma melhor perceção deste em relação à escala humana.»**

PARTE IV

Considerações Finais



056. *Realidade Virtual para arquitetos*

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente capítulo são apresentadas as considerações finais do presente trabalho de investigação.

No primeiro subcapítulo são descritas as conclusões. Nomeadamente a partir dos objetivos iniciais do estudo e expondo os resultados obtidos. No segundo são apresentadas as condicionantes e as contribuições do presente trabalho de investigação, culminando com o que se pretende para os trabalhos futuros.

Após o processo de reflexão que inclui um estudo sobre o que é o real, a percepção humana e a fenomenologia da arquitetura, entendemos que a percepção humana não resulta apenas do somatório das componentes individuais mas sim, de que o todo é diferente da soma das suas partes (fundamentado na psicologia de *Gestalt*). Como tal, entende-se que a Realidade virtual (RV) e os ambientes virtuais imersivos permitem que sejam percecionados mais elementos (luz, sombra, textura, tamanho, profundidade) com uma maior aproximação à realidade do que outras ferramentas utilizadas até então para a apresentação do espaço arquitetónico.

O desenho terá sido das primeiras ferramentas de comunicação do Homem. Antes de saber escrever, o Homem

já desenhava. Como vimos, o desenho técnico surge na época do Renascimento introduzindo a ideia de infinito traduzida pela manipulação do ponto de fuga. Esta evolução da representação leva também à criação de modelos físicos tridimensionais e estes vieram para se poder fazer notar a distinção entre o arquiteto e o mestre de obras medieval.

A inserção da tecnologia, na revolução industrial e a sua grande evolução no início dos anos 60, despoletou a criação dos primeiros sistemas CAD (Computer-Aided-Design ou Desenho Assistido por Computador). Com o avanço tecnológico nas décadas seguintes, surgem programas como o Autocad, o Sketchup e o 3DStudioMax (programas de auxílio ao desenho técnico e à modelação tridimensional, utilizados atualmente).

Aquando abordado o tema do desenho digital, entendeu-se que, dois dos seus principais atributos em relação ao desenho "tradicional" são a escala e a área da folha do desenho.

Como se pode verificar, através do levantamento bibliográfico, a forma como todas estas ferramentas são utilizadas pelos projetistas, depende do processo criativo de cada um. A sequência de eventos é refletida na prioridade da escolha das ferramentas a serem utilizadas durante o processo de criação.

Entende-se então que, as TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) não são apropriadas pelos arquitetos da mesma forma ou com o mesmo propósito.

No seguimento do desenho digital surgiram, os modelos tridimensionais digitais. O modelo virtual permite uma maior diversidade na apresentação através das várias vistas possíveis do objeto (tanto internas como externas). Aqui toma-se importante relembrar a diferença entre modelo virtual e ambiente virtual. O modelo virtual permite a criação de animações e imagens para posteriormente serem apresentadas, não gerando qualquer tipo de sensação. Por sua vez, o ambiente virtual permite utilizar animações já definidas, manipular em tempo real a apresentação e pode estimular sensações de imersão.

Deste olhar ao passado (descrito na PARTE II-Fundamentação Teórica) resultou a apropriação das questões levantadas por vários autores (filósofos, psicólogos e arquitetos) com o intuito de as aplicar no tempo presente. Assim pode concluir-se, com base nesta resenha histórica da evolução natural das ferramentas utilizadas para a representação de projetos de arquitetura que, a RV é a evolução natural das ferramentas que já são largamente utilizadas pelos arquitetos ou projetistas. A RV é uma tecnologia que incorpora mais elementos do que qualquer

outra utilizada até agora e, com base na história, o mais provável é que venha a integrar, tal como as demais ferramentas (desenho, a maquete, o desenho digital e o modelo tridimensional digital), uma mais valia no processo criativo do arquiteto.

O presente trabalho tem ainda uma componente prática que se divide em dois estudos de investigação. Um caso de estudo sobre a ferramenta de modelação tridimensional em ambientes imersivos, Maquetteer do grupo TECTON3D, e um trabalho onde foi proposta a criação de um teste de usabilidade e satisfação - a partir da visualização de um vídeo 360° de um interior de uma moradia, com a utilização da RV - e, como base neste, a análise e a discussão dos resultados obtidos no mesmo.

No que concerne ao caso de estudo (subcapítulo 3.1) foi desenvolvido, pelo grupo TECTON3D, um ambiente virtual imersivo colaborativo. Nesse ambiente, os participantes foram desafiados a reproduzir tridimensionalmente o objeto arquitetónico representado bidimensionalmente (exposto numa das paredes virtuais do ambiente). Neste ambiente os utilizadores encontravam-se uns aos outros, como avatares. Estes avatares não possuíam a forma do corpo humano, estes eram representados através de formas geométricas (cabeça=esfera; tronco=cilindro), o que veio a traduzir-se como uma dificuldade na experiência. Em termos de comunicação, a simplificação do Homem, neste tipo de avatar, pode ser demasiado simples para uma boa interação no trabalho colaborativo em arquitetura.

Desta experiência, conclui-se que este tipo de ambiente imersivo colaborativo ainda apresenta algumas dificuldades (calibração entre distâncias reais e virtuais, por exemplo), que com a evolução tecnológica podem vir a ser superadas. No entanto foram também expressas pelos utilizadores claras vantagens. O Maquetteer demonstrou ser uma ferramenta que poderá trazer soluções rápidas de modelação e aproximação à escala real aquando da conceção de projetos em arquitetura.

Relativamente ao estudo prático, desenvolvido pela autora, os objetivos passaram por analisar a utilidade da RV como ferramenta de comunicação de projetos de arquitetura e como ferramenta a utilizar no processo de aprendizagem da área. Podemos concluir que globalmente, a RV é percebida como um bom instrumento de comunicação em várias fases do processo no projeto de arquitetura. A população de leigos inquiridos, considera, na sua grande maioria, esta ferramenta como vantajosa quanto à percepção de distância e de escala no espaço arquitetónico e

quanto à rapidez da percepção do espaço - quando comparada com outras ferramentas de apresentação de projeto. As restantes populações inquiridas: arquitetos, estudantes de arquitetura e vendedores imobiliários, também na sua maioria perceberam esta ferramenta como vantajosa nas dimensões acima descritas.

Quanto à dimensão da aprendizagem, os estudantes de arquitetura consideram os métodos de ensino e as ferramentas atualmente utilizadas como suficientes (uma vez que grande parte se mostrou indiferente relativamente à inserção da RV enquanto ferramenta de aprendizagem. Ainda assim, esta mesma população considerou esta ferramenta como útil na comunicação com outros da área e mostrou interesse em vir a trabalhar futuramente com a mesma.

No que diz respeito à percepção de desconforto: aqui os resultados foram repartidos, metade dos inquiridos não manifestou qualquer tipo de desconforto enquanto a outra metade manifestou algum tipo de desconforto.

Isto leva a concluir, tal como no caso de estudo -Maquetter- que este tipo de ferramenta ainda necessita de melhorias em termos de calibração entre os movimentos físicos reais e os movimentos feitos em ambientes virtuais.

Em termos gerais, analisando o presente trabalho de investigação nas suas componentes (levantamento bibliográfico e estudos práticos), pode concluir-se que, a RV ainda apresenta algumas desvantagens. Requer de melhorias ao nível da sensação de desconforto e da sua percepção do movimento por parte dos utilizadores. Estas desvantagens poderão vir a ser ultrapassadas com o evoluir desta tecnologia. Quanto às vantagens, essas foram sendo evidenciadas ao longo do trabalho.

As condicionantes do presente trabalho prendem-se com:

- Sendo a Realidade Virtual (RV) uma ferramenta relativamente nova, foram identificados ainda poucos estudos sobre a aplicação da mesma no âmbito específico da arquitetura como disciplina profissional e educacional.
- Dificuldade em obter aplicações (grátis) que convertessem diretamente o modelo digital tridimensional (por exemplo do Sketchup) para a visualização em RV.
- Quando conseguidas aplicações grátis, estas ou eram versões menos desenvolvidas, ou com limite de tempo de utilização, ou tinham uma qualidade que em nada ia de encontro com o que era pretendido demonstrar no presente trabalho.
- Dificuldade em obter o hardware necessário para a visualização em RV. Os óculos GearVR foram fornecidos pelo

Centro de Investigação da Faculdade de Arquitetura de Lisboa, em Novembro de 2016.

- A amostra inquirida no 3.2- *Estudo prático* é uma reduzida. Os resultados obtidos não devem ser considerados idênticos aos que obteríamos com um inquérito exaustivo a toda a população.

Ainda assim as limitações não forma impeditivas, nem puseram em causa o trabalho índole da dissertação final de mestrado, antes pelo contrário, o tema foi visto como um desafio à sua prática. A globalização na arquitetura, pressupõe a criação de novos meios de comunicação e aproveitamento das ferramentas que temos à nossa disposição, como tal o seu conhecimento ou predisposição para os conhecer.

As contribuições do presente trabalho são:

- O facto do trabalho ter como base bibliográfica a encontrada; o tratamento dos dados ser feito através de sobreposição dos mesmos.
- O desenvolvimento do interesse nesta nova tecnologia, até então desconhecida pela autora como possível ferramenta a utilizar em arquitetura.
- O desenvolvimento do interesse na melhoria da comunicação entre o arquiteto e os restantes colaboradores da obra projetual.

A nível de futuro, espera-se o desenvolvimento de novos estudos de novas ferramentas neste domínio do conhecimento, dado que a tecnologia, embora tenha já algum tempo desde o seu aparecimento, só presentemente se encontra suficientemente utilizada em contextos de trabalho real.

Seria benéfico para um futuro estudo, aumentar a amostra das categorias com conhecimentos na área (arquitetos e estudantes de arquitetura).

O presente documento é composto por 29732 palavras e foi escrito ao abrigo do novo acordo ortográfico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIVROS

BATESON, Gregory – *Natureza e Espírito: Uma Unidade Necessária*. Lisboa: Dom Quixote, 1987. ISBN: 9789722005111

BAUDRILLARD, Jean – *Senhas*. Tradução de Maria Helena Kuhner- Rio de Janeiro: Dielf, 2001. Tradução de Mots de Passe. ISBN: 97857432020

BELLIARD, Françoise, K- *Do Desejo ao Prazer de Mudar*. 2ª edi. Manole, 2004. ISBN: 9788520420225

BERTOL, Daniela - *Designing Digital Space*. John Wiley and Sons Inc., New York, 1997. ISBN: 9780471146629

BOWEN, Ron – *Drawing Masterclass*. The Slade School of fine Art. Boston, Toronto, London: Bofinch Press Book, 1992.

BURDEA, Grigore e COIFFET, Philippe – *Virtual Reality Technology*. John Wiley and Sons Inc., New York, 2003.

CONSIGLIERI, Vitor - *A Morfologia da Arquitetura 1920-1970*. Lisboa: Editorial Estampa, 1999. ISBN: 9723310058

DALGALARRONDO, Paulo- *Psicopatologia e Semiologia dos Transtornos Mentais*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

DELEUZE, Gilles - *Diferença e Repetição*. Tradução de Luis Orlandi e Roberto Machado- Lisboa: Relógio d'Água, 2000. ISBN: 9789727085958

ERNST, Bruno – *O Espelho Mágico de M.C. Escher*. TASCHEN, 1999. ISBN: 9783822876855

FASCIANI, Roberto - *Novas tecnologias informáticas, mass media e relações afetivas*. In: PELUSO, Ângelo. Informática e afetividade. Bauru, São Paulo: EDUSC, 1998. pp.119- 134. ISBN: 8586259187

FILIPPO, Denise; RAPOSO, Alberto; ENDLER, Markus e FUKS, Hugo. Ambientes Colaborativos de Realidade Virtual e Aumentada in KIRNER, Cláudio e SISCOOTTO Robson – *Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações*. Livro do Pré-Simpósio, IX Symposium on Virtual and Augmented Reality. Petrópolis, Rio de Janeiro, 2007.

FURUYAMA, Masao – *ANDO, Tadao Ando*. Basel: Birkhauser Verlag. TASCHEN, 1995.

GIBSON, James – *The Ecological Approach to Visual Perception*. London: Laurence Erlbaum Associates Publishers, 1986.

GIGANTE, M.A in EARNSHAW, R.A; GIGANTE, M.A e JONES, H – *Virtual Reality Systems*. San Diego: Academic Press Inc., 1993. pp.3-15

GLEITMAN; FRIDLUND e REISBERG – *Psicologia*. Tradução de Danilo R. Silva. 6ªedição. Lisboa: Fundação Caloust Gulbenkian, 2003.

GROPIUS, Walter. **Bauhaus: Novarquitectura**. Tradução de J. Guinsburg e I. Dormien. São Paulo: Editora Perspectiva, 2004.

HANNAVY, John – **Encyclopedia of Nineteenth- Century Photography**. Vol1- A-I, INDEX. Routledge. New York: Taylor and Francisc Group, 2008.

HOLL, Steven. Questions of perception. Phenomenoly of Architecture in HOLL, Steven; PALLASMAA, Juhani e PÉREZ-GOMEZ, Alberto - **Questions of perception. Phenomenoly of Architecture**. San Francisco: William Stout Publishers, 2007. pp.39-42

JACOBSON, Linda. **Realidade virtual em casa**. Rio de Janeiro: Berkeley, 1994.

JORGE, Gorjão – **Lugares em Teoria**. Lisboa: Caleidoscópio, 2009. ISBN: 9789898010742

KNOLL, Wolfgang e HECHINGER, Martin – **Maquetas de Arquitectura. Técnicas y construcción**. Tradução em espanhol de Jordin Siguan. Barcelona, Spain: Gustavo Gil, 2009. ISBN: 8425222567

LÉVY, Pierre – **Qué és lo Virtual?** Tradução em espanhol de Diego Levis. Spain: Paidós, 1998. ISBN: 8449305853

LÉVY, Pierre – **Cibercultura**. Tradução de Carlos Erineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999. ISBN: 8573261269

LUZ, Rudolfo e KIRNER, Teresa. Processo de desenvolvimento de sistemas de Realidade Virtual in TORI, Romero; KIRNER, Claudio e SISCOOTTO, Robson- **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Livro do Pré-Simpósio, VIII Symposium on Virtual Reality. Belém, Porto Alegre, 2006. pp. 108-127. ISBN: 8576690683

MASSIRONI, Manfredo - **Ver pelo Desenho**. Tradução de Cidália de Brito. Lisboa: Edições 70, 1989.

MITCHELL, William. J; McCullough, Malcom. **Digital design media: A handbook for architects and design professionals**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991

PALLASMAA, Juhani - **Encounters, Architectural Essays**. Helsinki, 2005

PALLASMAA, Juhani - **Los ojos de la piel: la arquitectura y los sentidos**. Tradução em espanhol de Moisés Ponte. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2006

PALLASMAA, Juhani. **As Mãos Inteligentes: A sabedoria Existencial e Corporalizada na Arquitetura**. Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PIMENTEL, Ken; Teixeira, Kevin. **Virtual reality - through the new looking glass**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1995.

PLATÃO – **A República**. Lisboa: Fundação Caloust Gulbenkian, 2001.

RHEINGOLD, Howard - *Virtual Reality: The Revolutionary Technology of Computer-Generated Artificial Worlds - and How It Promises to Transform Society*. New York: Simon & Schuster, 1992.

SAINZ, Jorge e VALDERRAMA, Fernando – *Infografia y Arquitectura: dibujo y proyecto asistido por ordenador*. Madrid: Ed. Nerea, 1992.

SANTAELLA, Lucia - *Cultura e artes do pós-humano: da cultura das mídias à cibercultura*. São Paulo: Paulus, 2003. ISBN: 8534921016

SILVEIRA, Sérgio A. - *Exclusão digital: a miséria na era da informação*. São Paulo: Ed. Fundação Perseu Abramo, 2003. ISBN: 8586469483.

SHERMAN, William e CRAIG, Alan – *Understanding Virtual Reality: Interface, Application and Design*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2003. ISBN: 1558603530

STEELE, James - *Arquitectura y revolución digital*. México: Ediciones Gustavo Gil, 2001. ISBN: 968887390X

STROETER, João R. - *Arquitetura e Teoria*. São Paulo: Nobel, 1986

VIEIRA, Joaquim – *O Desenho e o Projecto são o mesmo?* Porto: FAUP Publicações, 1995

VINCE, John - *Virtual Reality Systems*. USA: Addison-Wesley Publishing, 1995.

WEISS, Ann – *Virtual Reality: A Door to Cyberspace*. New York: Twenty-First Century Books, 1996.

WITTKOWER, Rudolf – *Los Fundamentos de la Arquitectura en la edad del Humanismo*. Madrid: Alianza, 1995. ISBN: 8420671290

ZEVY, Bruno – *Saber ver a Arquitectura*. Tradução de Maria Isabel Gaspar e Gaetan Martin de Oliveira. São Paulo: Martins Fontes, 2009. ISBN: 9788578270841

TESES

BRAIDA, Frederico – *Arquitetura Virtual: contribuições e relevância para a melhoria do espaço de aquisição e produção coletiva do conhecimento (acesso à informação) e para o ensino a distância mediado por computador (e-learning) de artes, arquitetura e urbanismo*. Univ. Federal de Juiz de Fora, 2005.

FABRÍCIO, Márcio – *Projeto simultâneo na construção de edifícios*. Univ. São Paulo, 2002.

FRANCO, Luiz – *Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada*. Escola Politécnica, Univ. São Paulo. São Paulo, p.319, 1992.

HENRY, Daniel – *Spatial Perception in Virtual Environments: Evaluating an Architectural Application*. Univ. Washington, 1992

MARQUES, Jorge – *As Imagens do Desenho. Percepção espacial e representação*. Faculdade de Belas Artes da Univ. do Porto, 2006.

PERNÃO, João N. – *A interpretação da Realidade com Variação da Cor pela Luz no Espaço e no Tempo*. Univ.Lisboa, Faculdade de Arquitectura de Lisboa, 2005.

VAZ DA SILVA, Francisco – *Desenho, Imagem e Imaginação*. Univ. Lisboa, Faculdade de Belas Artes de Lisboa, 2005.

FONTES AUDIOVISUAIS

GALILEU cit. HOFFMAN, Donald - *Vemos a realidade como ela é?* TED 2015.

Disponível na internet:<URL: https://www.ted.com/talks/donald_hoffman_do_we_see_reality_as_it_is/transcript?language=en

HOFFMAN, Donald - *Vemos a realidade como ela é?* TED 2015.

Disponível na internet:<URL: https://www.ted.com/talks/donald_hoffman_do_we_see_reality_as_it_is/transcript?language=en

ROSENBLUM, Lawrence - *Is Reality Real?* Série 4 de Trough the Wormhole, episódio 8

Disponível na internet:<URL: http://www.dailymotion.com/video/x1k2t1v_through-the-wormhole-s04e08-is-reality-real_shortfilms

VOSHART, Daniel - *Architecture and VR: PT1 History of VR*.

Disponível na internet:<URL: <https://www.youtube.com/watch?v=tdAaU-0CRHng>

VOSHART, Daniel - *Architecture and VR: PT2 Design Considerations*.

Disponível na internet:<URL: https://www.youtube.com/watch?v=6Yn44wE-qj_A

REVISTAS

MAHONEY, Donald - *High expectations for virtual therapy*. Computer Graphics World, Set. 1994.

MODESTO, Joana – *Alguns Aspetos Sobre a Problemática do Teletrabalho* – Revista informação & informática, nº18, Instituto de Informática do Ministério das Finanças, 1997.

WEBGRAFIA

AKIN cit. HELD, Richard e DURLACH, Nathaniel – ***Telepresence, Time Delay and Adaptation***. In S.Ellis, M. K.Kaiser & A. C.Grunwald, Ed. Pictorial communication in virtual and real environments. Londres : Taylor & Francis, 1991. [Consult. 10 de Nov. 2016]

Disponível na internet:<URL: <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19900013628>

BASSO, Ana C. Formigoni - ***O Modelo Tridimensional na Arquitetura do Renascimento***. Projotar 2005- II Seminário sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura. [Consult. 22 de Nov. 2016] Disponível na internet:<URL: http://projodata.grupoprojetar.ufrn.br/dspace/bitstream/123456789/1254/1/131%20BASSO_A.pdf

BELL, John e FOGLER, Scott - ***The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool. Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference, Anaheim, CA, 1995.***

[Consult. 30 de Out. 2016]

Disponível na internet:<URL:

https://www.researchgate.net/publication/247920944_The_Investigation_and_Application_of_Virtual_Reality_as_an_Educational_Tool

BLOOM, Benjamin cit. BELL, John e FOGLER, Scott - ***The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool***. Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference, Anaheim, CA, 1995. [Consult. 30 de Out. 2016]

Disponível na internet:<URL:

https://www.researchgate.net/publication/247920944_The_Investigation_and_Application_of_Virtual_Reality_as_an_Educational_Tool

BRADY, Chris – ***Virtual Reality for Architecture and Design***, 2016

[Consult. 28 de Dez. 2016]

Disponível na internet:<URL: <https://www.linkedin.com/pulse/virtual-reality-architecture-design-chris-brady>

BROCHOUD, Jon - ***Architecture and Virtual Reality: An Introduction and Evaluation of Hardware Options***, 2016.

[Consult. 12 de Dez. 2016]

Disponível na internet:<URL: <http://archvirtual.com/2016/06/15/architecture-and-virtual-reality/>

CABRAL, Amanda – ***O Desenho Técnico: o desenho***, 2015

[Consult. 2 de Nov. 2016]

Disponível na internet:<URL: <https://www.desenhotecnico.net/contedos>

CLARK, Donald - ***Motivation in e-learning***. 2006

[Consult. 12 de Dez. 2016]

Disponível na internet:<URL: <http://www.epic.co.uk>

CORKE, Greg; DAY, Martin; CLEAVELAND, Alan; et.al – ***Virtual Reality for architecture: a beginner's guide***. 2016

[Consult. 2 de Jan. 2017]

Disponível na internet:<URL: <http://www.aecmag.com/59-features/1166-virtual-reality-for-architecture-a-beginner-s-guide>

CRUZ-NEIRA, Carolina; SANDIN, Daniel; DEFANTI, Thomas; KENNYON, Robert e HART, John - *The CAVE: Audio Visual Experience Automatic Virtual Environment*. Communications of the ACM 35(6), 1992. pp. 64-72 [Consult. 29 de Set. 2016]
Disponível na internet:<URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=129892>

EICHEMBERG, André Teruya - *A Interface Digital na Arquitetura*. Arquitetura & Urbanismo. Ed.109. São Paulo, 2003.
[Consult. 2 de Out. 2016]
Disponível na internet:<URL: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/109/artigo23521-1.aspx>

FEINER, Steven; MACINTYRE, Blair e SELIGMANN, Doree – *Knowledge-Based Aumented Reality*. Communications of ACM, vol. 36, no.7. pp. 53-62, 1993. [Consult. 30 de Out. 2016]
Disponível na internet:<URL: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:V-J7ecF3uFQJ:www.cs.ucsb.edu/~almeroth/classes/tech-soc/2005-Winter/papers/ar.pdf+&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt>

GARCIA, Fabiano; CAMARGO, Fabio; TISSIANI, Gabriela - *Metodologia para criação de ambientes virtuais tridimensionais*. In: IV INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN. São Paulo, 2001. [Consult. 3 de Out. 2016]
Disponível na internet:<URL: http://www.netsoft.inf.br/aulas/6_SIN_Interface_Homem_Maquina/metodologia_ambientes.pdf

HEILIG, Morton – *El cine del future: The cinema of the future*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1992.
[Consult. 3 de Set. 2016].
Disponível na internet:<URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=195927>

HELD, Richard e DURLACH, Nathaniel – *Telepresence, Time Delay and Adaptation*. In S.Ellis, M. K.Kaiser & A. C.Grunwald, Ed. Pictorial communication in virtual and real environments. Londres : Taylor & Francis, 1991. [Consult. 10 de Nov. 2016]
Disponível na internet:<URL: <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19900013628>

HERZBERG, Frederick cit. PARANANDI, Murali e SARAWGI, Tina – *Virtual Reality in Architecture: Enabling Possibilities*, 2002.
[Consult. 30 de Dez. 2016]
Disponível na internet:<URL: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://papers.cumincad.org/data/works/att/3439.content.pdf&gws_rd=cr&ei=p-pwWPnpL4ayUeumn_gL

HOLLOWAY, Richard e LASTRA, Anselmo – *Virtual Environments: A Survey of Technology*, 1993.
[Consult. 25 de Set. 2016]
Disponível na internet:<URL: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:HfUhzOU6tUEJ:www.macs.hw.ac.uk/~ruth/year4VEs/Resources/holloway93virtual.pdf+&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt>

JORGE, Joaquim; DUARTE, José; LOPES, Daniel et.al – ***Digital Mockup: Touching the 3rd dimension***. Final Report, 2016. Reference: PTDC/EEI-SII/3154/2012 [Consult. 9 de Dez. 2016]

Disponível na internet:<URL: <http://web.tecnico.ulisboa.pt/~jorgej/papers/tecton3d-report.pdf>

LIMA, Fernando; SOARES, Carlos e BORGES, Marcos – ***Novas Tecnologias e Ferramentas de Simulação e suas Aplicações no Processo de Produção Arquitectónica***. CES-Revista, v.25. Juiz de Fora, 2011.

[Consult. 29 de Set. 2016]

Disponível na internet:<URL:<http://docplayer.com.br/3363567-Novas-tecnologias-e-ferramentas-de-simulacao-e-suas-aplicacoes-producao-arquitetonica.html>

LLAURADÓ, Oriol – ***Escala de Likert: O que é e como utilizá-la***. 2015.

[Consult. 3 de Jan. 2017]

Disponível na internet:<URL: <https://www.netquest.com/blog/br/blog/br/escala-likert>

MACHADO, Liliane – ***Conceitos Básicos da Realidade Virtual***. INPE-5975, São José dos Campos, 1995.

[Consult. 29 de Set. 2016].

Disponível na internet:<URL: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JJSooH5uyscJ:www.di.ufpb.br/liliane/publicacoes/1995_rt.pdf+&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt

MAZURIK, Tomasz e GERVAUTZ, Michael – ***Virtual Reality: History, Applications, Technology and Future***, 1996.

[Consult. 2 de Out. 2016]

Disponível na internet:<URL:https://www.researchgate.net/publication/2617390_Virtual_Reality_-_History_Applications_Technology_and_Future

NETTO, Antonio; MACHADO, Liliane e OLIVEIRA, Maria Cristina – ***Realidade Virtual- Definições, Dispostivos e Aplicações***.

[Consult. 29 de Set. 2016]

Disponível na internet:<URL: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:yBsrWdeEFcsJ:www.di.ufpb.br/liliane/publicacoes/2002_reic.pdf+&cd=2&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt

NOGUEIRA, Gustavo – ***Realidade mista: amálgama de tecnologias cria virtualidades reais***.

[Consult. 2 de Jan. 2017]

Disponível na internet:<URL: <http://pontoeletronico.me/2016/realidade-mista/>

PEREIRA, Ivo e NOGUEIRA, Nuno – ***Realidade Virtual***.

[Consult. 27 de Dez. 2016]

Disponível na internet:<URL: <http://web.ist.utl.pt/ist170613/>

RHEINGOLD, Howard cit. CRUZ-NEIRA, Carolina et.al – ***Surround Screen Projection-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the Cave.*** [Consult. 5 de Set. 2016]

Disponível na internet:<URL: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:NWDMLdUR6fQJ:www8.cs.umu.se/kurser/TDBD13/VT00/extra/p135-cruz-neira.pdf+&cd=2&hl=pt-PT&ct=clink&gl=pt>

ROBERTS, Joe – ***What is Hololens?*** Microsoft Holographic Headset explained. 2016. [Consult. 27 de Dez. 2016]

Disponível na internet:<URL <http://www.trustedreviews.com/opinions/hololens-release-date-news-and-price>

RODRIGUES, Gessica e PORTO, Cristiane – ***Realidade Virtual: Conceitos, Evolução, Dispositivos e Aplicações.*** Interfaces Científicas-Educação, v.01, nº03, pp.97-109. Aracaju, 2013

[Consult. 20 de Set. 2016]

Disponível na internet:<URL: <http://openrit.grupotiradentes.com/xmlui/bitstream/handle/set/395/REALIDADE%20VIRTUAL.pdf?sequence=1>

VAN RENSSLAER, Mariana – ***Client and Architect.*** Places Journal, 2013. Republicação do artigo de 1890

[Consult. 28 de Nov. 2016]

Disponível na internet:<URL: <https://placesjournal.org/article/client-and-architect/>

WILLIAMS, Dennis – ***Virtual Reality or Augmented Reality for Architects?***

2016 [Consult. 30 de Nov. 2016]

Disponível na internet:<URL: <http://www.augment.com/blog/>

URL's:

<https://www.brainyquote.com/quotes/quotes/g/georgebern113045.html>

[Consult. 10 de Set. 2016]

<http://www.mk2.com.br/mk2/voce-na-era-digital-os-desafios-da-revolucao-na-comunicacao.as>

[Consult. 12 de Set. 2016]

<http://globalherit.hypotheses.org/1608>

[Consult. 7 de Set. 2016]

<https://www.meetup.com/Brains/events/13912698/>

[Consult. 12 de Set. 2016]

<https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/perceção>

[Consult. 05 de Out. 2016]

[https://www.infopedia.pt/\\$galileu-galilei](https://www.infopedia.pt/$galileu-galilei)

[Consult. 05 de Out. 2016]

<http://www.explicatorium.com/biografias/nicolau-copernico.html>

[Consult. 05 de Out. 2016]

<https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/olhar>
[Consult. 07 de Out. 2016]

<https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/ver>
[Consult. 07 de Out. 2016]

<http://www.desenhotecnico.net/contedos>
[Consult. 02 de Nov. 2016]

http://www.escher.eng.br/index_arquivos/Page345.html
[Consult. 02 de Nov. 2016]

<https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/comunicação>
[Consult. 05 de Dez. 2016]

http://amturing.acm.org/award_winners/sutherland_3467412.cfm
[Consult. 20 de Nov. 2016]

<http://arquiteturaurbanismotodos.org.br/croqui/>
[Consult. 3 de Nov. 2016]

<https://oprofessorweb.wordpress.com/2013/12/10/o-que-e-renderizar/>
[Consult. 3 de Nov. 2016]

<http://www.trustedreviews.com/opinions/hololens-release-date-news-and-price>
[Consult. 18 de Dez. 2016]

<http://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/hololens.html>
[Consult. 24 de Nov. 2016]

<https://canaltech.com.br/o-que-e/cinema/qual-a-diferenca-entre-o-imax-e-um-cinema-convencional/>
[Consult. 1 de Nov. 2016]

<http://naosounerd.blogspot.pt/2009/01/qual-medida-do-monitor-14-1517192021-e.html>
[Consult. 29 de Out. 2016]

<http://makezine.com/2016/03/24/makers-introduction-vr-best-software-tools-free/>
[Consult. 3 de Nov. 2016]

<https://www.dinheirovivo.pt/buzz/intel-vai-lancar-oculos-de-realidade-mista-no-outono/>
[Consult. 6 de Jan. 2017]

<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=0&Cod=1611>
[Consult. 12 de Jan. 2017]

<https://www.dezeen.com/2015/04/27/virtual-reality-architecture-more-powerful-cocaine-oculus-rift-ty-hedfan-olivier-demangel-ivr-nation/>

[Consult. 3 de Dez. 2016]

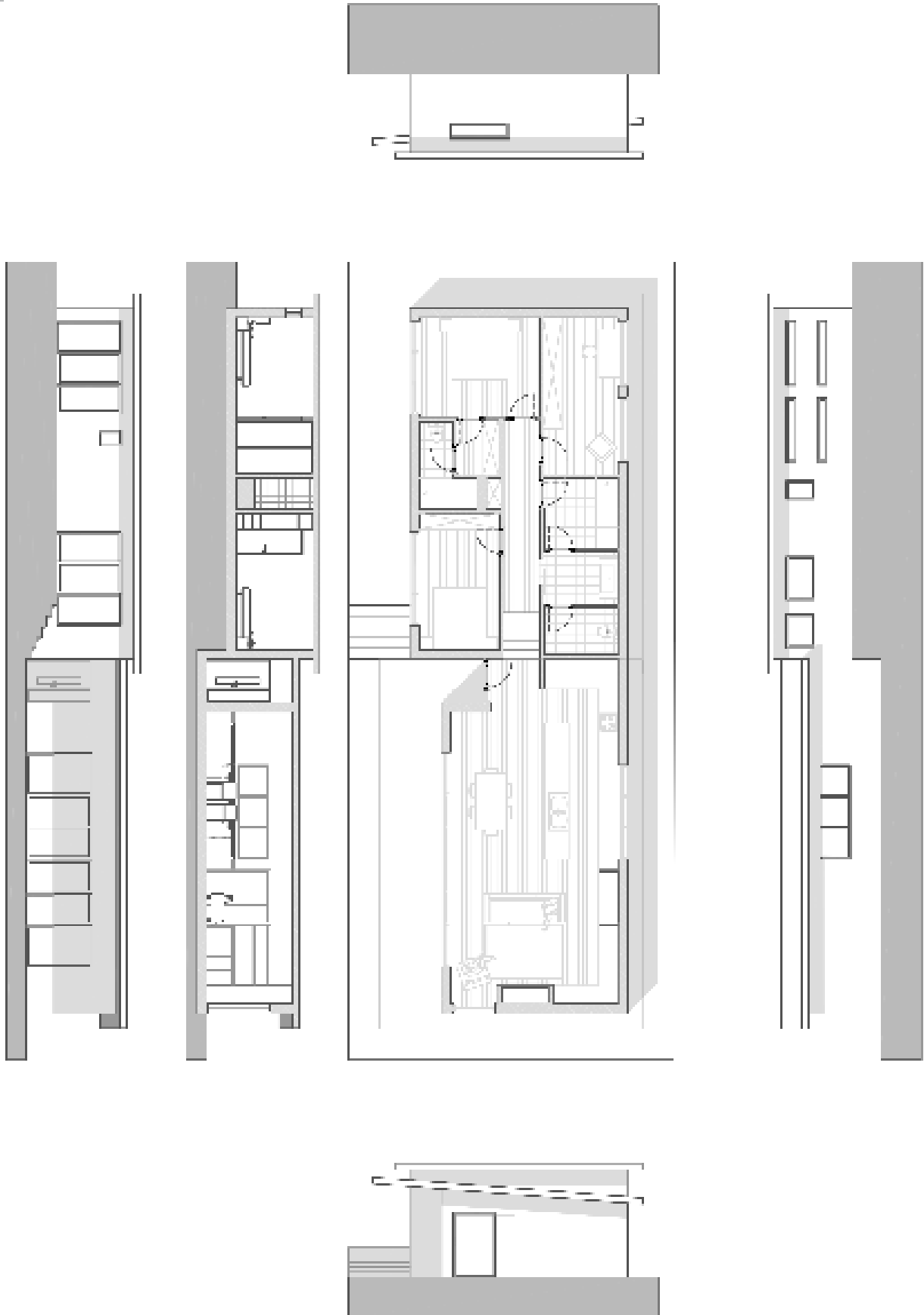
<http://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/pres.1995.4.3.267#.WIEILbaLRAa>

[Consult. 12 de Jan. 2017]

<http://www.theglobeandmail.com/real-estate/toronto/virtual-reality-becoming-a-game-changer-in-architectural-design/article33099305/>

[Consult. 16 de Jan. 2017]

ANEXOS



057. Planta/Cortes/Alçados



058. Render.
Jacob Barrow, 2016



059. Render.
Jacob Barrow, 2016



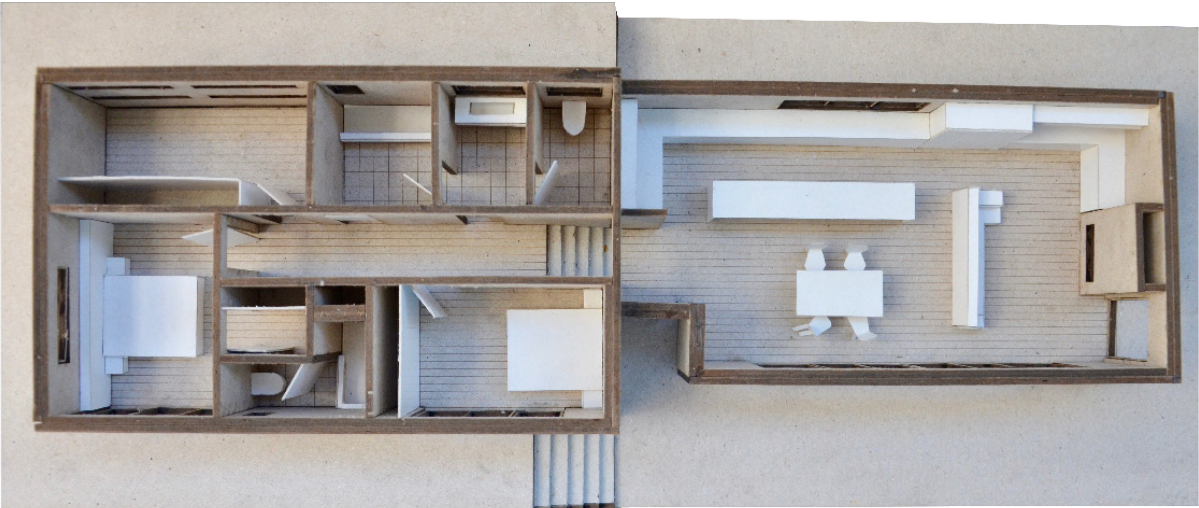
060. Render.
Jacob Barrow, 2016



061. Render.
Jacob Barrow, 2016



062. Maquete concetual



063. Maquete concetual

Este questionário está inserido no âmbito da Dissertação para obtenção de grau de Mestrado em Arquitetura com Especialização em Interiores e Reabilitação do Edificado, com o título *Ambientes virtuais e imersivos*, da aluna Mariana Branco da Cunha.

Visa avaliar as potencialidades da Realidade Virtual (RV), como ferramenta projetual, designadamente na representação e na apresentação.

Este questionário é individual e anónimo.

Área _____

Idade _____



Leia atentamente cada uma das afirmações e indique de que modo se aplica ao seu caso, colocando o sinal **X** no espaço que melhor corresponder à sua opinião, sendo que **1=Nada/Nunca** e **5=Muito/Sempre**.

	1	2	3	4	5
1. Fui mais rápido a perceber o espaço com a Realidade Virtual (RV) do que com as plantas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Penso que é mais intuitiva a noção de escala e distância, com a RV do que com os desenhos técnicos/maquetes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Penso que a RV é uma ferramenta útil no processo de comunicação com outros, que não profissionais da área (por exemplo: clientes).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Penso que a RV pode ser uma ferramenta útil na fase de apresentação de um projeto de reabilitação de um imóvel.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Penso que a RV pode ser uma ferramenta útil na fase de apresentação de um projeto inexistente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Senti uma sensação de desconforto aquando a utilização da RV. (por exemplo: tonturas, náuseas, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Obrigada pela sua colaboração!

Este questionário está inserido no âmbito da Dissertação para obtenção de grau de Mestrado em Arquitetura com Especialização em Interiores e Reabilitação do Edificado, com o título *Ambientes virtuais e imersivos*, da aluna Mariana Branco da Cunha.

Visa avaliar as potencialidades da Realidade Virtual (RV), como ferramenta projetual, designadamente na representação e na apresentação.

Este questionário é individual e anónimo.

Área _____

Idade _____



Leia atentamente cada uma das afirmações e indique de que modo se aplica ao seu caso, colocando o sinal **X** no espaço que melhor corresponder à sua opinião, sendo que **1=Nada/Nunca** e **5=Muito/Sempre**.

	1	2	3	4	5
1. Fui mais rápido a perceber o espaço com a Realidade Virtual (RV) do que com as plantas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Penso que é mais intuitiva a noção de escala e distância, com a RV do que com os desenhos técnicos/maquetes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Penso que a RV é uma ferramenta útil no processo de comunicação com outros profissionais da área.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Penso que a RV é uma ferramenta útil no processo de comunicação com outros, que não profissionais da área (por exemplo: clientes).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Penso que a RV pode vir a ser uma ferramenta útil na aprendizagem da arquitetura.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Penso que a RV pode ser uma ferramenta útil na fase de apresentação de projeto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Senti uma sensação de desconforto aquando a utilização da RV. (por exemplo: tonturas, náuseas, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questões de carácter livre:

Já conhecia a Realidade Virtual? Se sim, com que utilidade?

Imagina-se a trabalhar com a Realidade Virtual? Porquê?

Obrigada pela sua colaboração!

Este questionário está inserido no âmbito da Dissertação para obtenção de grau de Mestrado em Arquitetura com Especialização em Interiores e Reabilitação do Edificado, com o título *Ambientes virtuais e imersivos*, da aluna Mariana Branco da Cunha.

Visa avaliar as potencialidades da Realidade Virtual (RV), como ferramenta projetual, designadamente na representação e na apresentação.

Este questionário é individual e anónimo.

Área _____

Idade _____



Leia atentamente cada uma das afirmações e indique de que modo se aplica ao seu caso, colocando o sinal **X** no espaço que melhor corresponder à sua opinião, sendo que **1=Nada/Nunca** e **5=Muito/Sempre**.

	1	2	3	4	5
1. Fui mais rápido a perceber o espaço com a Realidade Virtual (RV) do que com as plantas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Penso que é mais intuitiva a noção de escala e distância, com a RV do que com os desenhos técnicos/maquetes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Penso que a RV é uma ferramenta útil, na medida em que pode diminuir o número de visitas ao imóvel.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Penso que a RV é uma ferramenta útil no processo de comunicação com outros, que não profissionais da área (por exemplo: clientes).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Penso que a RV pode ser uma ferramenta útil na fase de apresentação de um projeto de reabilitação de um imóvel.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Penso que a RV pode ser uma ferramenta útil na fase de apresentação de um projeto inexistente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Senti uma sensação de desconforto aquando a utilização da RV. (por exemplo: tonturas, náuseas, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questões de carácter livre:

Já conhecia a Realidade Virtual? Se sim, com que utilidade?

Imagina-se a trabalhar com a Realidade Virtual? Porquê?

Obrigada pela sua colaboração!

