

ALMADA360

Experiência imersiva de turismo virtual na Web

Rui de Matos Oliveira

**Trabalho de Projeto
de Mestrado em Novos Media e Práticas Web**

Novembro 2018

Trabalho de projeto apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em Novos Media e Práticas Web realizado sob a orientação científica de António Câmara e coorientação de Vítor Badalinho.

*À Alexandra, Henrique e Matilde
que iluminam diariamente
o meu caminho...*

AGRADECIMENTOS

Dedico este espaço a todos aqueles, que de um modo geral, empregam diariamente o seu melhor contributo para tornar a Faculdade de Ciências Sociais e Humanas uma instituição de grande excelência académica.

Um especial apreço ao Professor Doutor António Câmara, enquanto *Investigador, Inventor e Idealista*, que me *Inspira* e motivou a minha frequência no mestrado em Novos Media e Práticas Web. Agradeço o seu contributo e orientação científica para alcançar o resultado final deste trabalho de projeto. Agradeço ao Professor Doutor Vítor Badalinho pela sua dedicação e sempre pronta ajuda na coorientação.

Agradeço igualmente aos Professores Doutores Francisco Rui Cádima, Graça Simões e Jorge Martins Rosa por partilharem os seus conhecimentos de excelência.

À Câmara Municipal de Almada, nas pessoas da Exma. Sra. Presidente, Dra. Inês de Medeiros, ao Exmo. Sr. Vereador, Dr. Nuno Matias e à Exma. Chefe de Divisão, Dra. Sandra Morgado, que tornaram este projeto possível, ao autorizarem sem objeção a captação de som e imagem nos equipamentos da autarquia. Agradecimento especial à Doutora Emília Ferreira pela gentileza e autorização de utilização de artigo sobre a Casa da Cerca – Centro de Arte Contemporânea.

Last but not least, um abraço e um carinhoso agradecimento aos meus amores, a minha esposa Alexandra e os meus filhos Henrique e Matilde, que, incondicionalmente sempre me apoiaram, acreditaram e motivaram para chegar ao final desta jornada.

A todos um grande bem hajam.

ALMADA360

EXPERIÊNCIA IMERSIVA DE TURISMO VIRTUAL NA WEB

RUI DE MATOS OLIVEIRA

RESUMO

PALAVRAS-CHAVE: Turismo Virtual, Vídeo 360º, Fotografia 360º, Realidade Virtual, Imersão, Presença, WebVR.

ALMADA360 – Experiência imersiva de turismo virtual na Web, baseado em pesquisa exploratória, é um projeto que consiste na criação de uma aplicação de realidade virtual na Web, com conteúdo original na dimensão de fotografia e vídeo 360º com áudio espacial, para promover o concelho de Almada, enquanto destino turístico de património e cultura, compreendendo como público alvo a geração *Millennials* de língua portuguesa.

A memória descreve todo o processo de pesquisa e planeamento, design, autoria de conteúdos multimédia, o equipamento, aspetos técnicos e a estrutura do código HTML e JavaScript. Um estudo com utilizadores que testaram a aplicação e responderam a questionários sobre o seu nível de conhecimento tecnológico e experiência com aplicações de realidade virtual, a facilidade de uso da interface, o sentimento de presença, e por último, aferir o interesse em utilizar a aplicação de realidade virtual, enquanto pré-experiência do destino turístico.

ALMADA360

IMMERSIVE EXPERIENCE OF VIRTUAL TOURISM ON THE WEB

RUI DE MATOS OLIVEIRA

ABSTRACT

KEYWORDS: Virtual Tourism, 360º Video, 360º Photography, Virtual Reality, Immersion, Presence, WebVR.

ALMADA360 – Immersive experience of virtual tourism on the Web, based on exploratory research, is a project that consists of creating a virtual reality application on the Web, with original content in the dimension of 360º photography and video with space audio, to promote the municipality of Almada, as a tourist destination of heritage and culture, comprising as target audience the Millennials generation of Portuguese language.

The memory describes the whole process of research and planning, design, authoring multimedia content, equipment, technical aspects and structure of HTML and JavaScript code. A study with users who tested the application and answered questionnaires about their level of technological knowledge and experience with virtual reality applications, ease of use of the interface, feeling of presence, and finally, gauging the interest in using the application of virtual reality, while pre-experiencing the tourist destination.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
I. REVISÃO DE LITERATURA	3
I.1. Definição de realidade virtual.....	3
I.2. Imersão e presença.....	4
I.3. Uma breve história da realidade virtual	6
I.4. Sistemas de realidade virtual.....	14
I.4.1. Classe de sistemas	15
I.5. Interação em sistemas imersivos.....	17
I.6. Domínios de aplicação da realidade virtual.....	17
I.7. A Web como um espaço de realidade virtual	19
I.8. Realidade virtual no setor do turismo	21
II. CRIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA VR	27
II.1. Pesquisa e planeamento	27
II.1.1. Pontos de interesse turístico.....	28
II.1.2. Público-alvo	29
II.1.3. Aplicações de realidade virtual de referência	30
II.1.4. Planeamento de tarefas	30
II.2. Design da aplicação.....	31
II.2.1. Estrutura da aplicação	31
II.2.2. Ecrãs da aplicação	31
II.2.3. Interface do utilizador	31
II.3. Produção	35
II.3.1. Autoria de conteúdos multimédia	35
II.3.1.1. Fotografia panorâmica 360º	35
II.3.1.2. Vídeo 360º e áudio espacial	41
II.3.1.3. Voice-over e música	46
II.3.2. Autoria da aplicação de realidade virtual	47
II.3.2.1. Estrutura da aplicação.....	48
II.4. Teste e validação	49
II.5. Implementação e publicação	49
III. GRUPO DE TESTES	50
III.1. Recolha de dados	50

III.2 Resultados.....	51
CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
LISTA DE FIGURAS.....	61
ANEXO I.....	i
ANEXO II.....	ii
ANEXO III.....	iii
ANEXO IV	iv
ANEXO V	v
ANEXO VI	vi
ANEXO VII	vii
ANEXO VIII	viii
ANEXO IX.....	ix
ANEXO X.....	x
ANEXO XI.....	xiii
ANEXO XII.....	xv
ANEXO XIII.....	xix

INTRODUÇÃO

A melhoria das condições socioeconómicas, o surgimento de companhias de transporte aéreo de baixo custo e a massificação da promoção de destinos turísticos através da internet, tornam o turismo, um dos principais produtos de interesse da sociedade de consumo contemporânea. No exemplo português, a atividade turística tem crescido nos últimos anos, mais do que qualquer outra atividade exportadora, fechando o ano de 2017, com um recorde ao superar os 20,6 milhões de turistas, um aumento de 8,9% face a 2016, segundo o Instituto Nacional de Estatística. A acompanhar esse crescimento, aumenta a responsabilidade das organizações promotoras de turismo, públicas ou privadas, em desenvolver novas estratégias de comunicação e informação para além dos canais tradicionais. Atualmente, o fluxo de informações veiculado através da internet, faz com que exista uma maior competitividade entre organizações, regiões ou países, exigindo uma mudança na gestão de promoção, que não se extingue na divulgação de um determinado destino turístico (Hays, Page, e Buhalis, 2013).

Responsáveis de marketing, designers e criadores de conteúdos digitais, devem prestar atenção aos jovens turistas nascidos no início da década de 1980 até finais da década de 1990, inseridos na Geração Y, também designada de *Millennial*. Segundo o Eurostat, nos últimos censos de 2011, os *Millennials* representavam 26,5% da população europeia, concorrendo com as coortes antecessoras, Geração X e *Baby Boomers*, com 28% e 19%, respetivamente. São os primeiros *nativos digitais* que cresceram num mundo com a internet, “fluentes em adquirir e usar ferramentas tecnológicas e aprender rapidamente essa tecnologia com uma compreensão intuitiva da linguagem digital, parecem usar essas ferramentas como uma extensão de seus cérebros”, (Black, 2010). Digitalmente melhor informados, mais exigentes, procuram diversidade em mensagens promocionais que estimulem a sua curiosidade e interessados em usar novas ferramentas na pesquisa de informações que os ajude na escolha de um determinado destino turístico (Xiang, Magnini e Fesenmaier, 2015). Nestes pressupostos, a geração *Millennial*, estará mais motivada em adotar tecnologias inovadoras e explorar novos conteúdos que captem a atenção e estabeleçam vínculos emocionais.

O uso de tecnologias imersivas como a realidade virtual no setor do turismo, permite criar no consumidor uma pré-experiência realista do destino potencial, e por sua vez, habilita o promotor turístico de novas ferramentas de promoção e comunicação (Disztinger, Schlögl e Groth, 2017).

Neste contexto, ALMADA360 – Experiência imersiva de turismo virtual na Web, baseado em pesquisa exploratória, é um projeto que consiste na criação de uma aplicação de realidade virtual na Web, com conteúdo original na dimensão de fotografia e vídeo 360º com áudio espacial, para promover e divulgar o concelho de Almada, enquanto destino turístico de património e cultura, compreendendo como público alvo a geração *Millennials* de língua portuguesa.

A inspiração e motivação para o desenvolvimento do projeto, surge da observação e conhecimento do setor do turismo, em manifesta expansão. Aliado, a mais de 20 anos de experiência enquanto designer e responsável pela imagem da empresa Nortravel, S.A., um dos maiores operadores turísticos portugueses e pela direção de arte, da extinta publicação Toportugal, revista de promoção de Portugal no Reino Unido, com apoio do Turismo de Portugal. A razão da escolha do concelho de Almada, como objeto de estudo, deve-se ao facto de ser residente no mesmo concelho e identificar a necessidade de promover e elevar a oferta turística de património e cultura, através de um media inovador.

Observando a especificidade do projeto a desenvolver, a metodologia adotada, inicia-se a pesquisa com levantamento e revisão de literatura científica de modo a suportar o conhecimento adquirido na componente letiva do curso, identificar lacunas, tendências e melhorar o entendimento na área temática; Pesquisa qualitativa, através de recolha dos principais pontos de interesse turísticos, patrimoniais e culturais do concelho de Almada, com base em informações da entidade administrativa local; Processo de desenvolvimento de autoria de conteúdos multimédia; Conceção da aplicação multimédia interativa; Processo de teste da interface e controlo da conformidade da aplicação; Realização do produto final e publicação na internet; Processo de iteração, por meio de recolha de informação através de grupo de utilizadores; análise de dados e considerações.

I. REVISÃO DE LITERATURA

I.1. Definição de realidade virtual

“pareceria que aquilo que se via era o próprio verdadeiro”

(Antonio Manetti)¹

A expressão *Realidade Virtual* (*Virtual Reality* – VR, em inglês), é comumente associada a ambientes virtuais, mundos virtuais ou realidades artificiais. Da natureza oximoro da expressão *realidade* e *virtual*, preconizado por Lévy (1997), pode entender-se *virtual* em três sentidos, sentido filosófico, “o que só existe em potência e não em ato”; no sentido comum, emprega-se muitas vezes para significar o irreal, imaginário; e por último no sentido técnico, ligado aos sistemas e dispositivos informacionais. Ainda Lévy, define realidade virtual, “um tipo determinado de simulação interativa, na qual o explorador tem a sensação física de estar imerso na situação definida por uma base de dados”. O modelo interdisciplinar da realidade virtual, leva à dispersão de definições, existindo diversas formas possíveis de explicar o conceito de realidade virtual. O dicionário Merriam-Webster (2018), estabelece realidade virtual como sendo “um ambiente artificial que é experienciado através de estímulos sensoriais (como imagens e sons) fornecidos por um computador e nos quais as ações determinam parcialmente o que acontece no ambiente”. Segundo Jerald (2016), a “realidade virtual é definida como um ambiente digital gerado por computador que pode ser experimentado e interagido como se esse ambiente fosse real”. Para o presente projeto, adota-se a definição no sentido técnico de Burdea e Coiffet (2004, Cit. por Ribeiro, 2015), “a realidade virtual pode ser vista como um conjunto de tecnologias avançadas para o desenvolvimento de sistemas com interfaces multimídia que permitem a imersão, a navegação e a interação de um utilizador com um ambiente tridimensional gerado por computador, utilizando vários sentidos em simultâneo”.

¹ Biógrafo de Brunelleschi, ao referir-se à imagem observada na *Tavolleta*.

I.2. Imersão e presença

Imersão

O termo imersão, remete-nos imediatamente para o ato de imergir, mergulhar, submergir. Mas o vocábulo imersão é encontrado em literatura académica associado a realidade virtual.

De acordo com Slater e Wilbur (1997), imersão é uma categoria tecnológica que fornece uma ilusão de realidade ampla, envolvente, vívida e correspondente aos sentidos do humano. 1. *Ampla* – gama de saídas sensoriais à disposição do utilizador (visuais, áudio, hápticas, etc.); 2. *Envolvente* – é a grandeza em que os estímulos são panorâmicos e não restritos a um campo limitado (amplo campo de visão, áudio espacial, rastreamento 360º); 3. *Vívida* – está relacionada com a magnificência do conteúdo representado, a resolução e qualidade da projeção (resolução, iluminação, áudio, etc.); 4. *Correspondente* – é a congruência entre o feedback propriocetivo sobre o movimento do corpo e as informações geradas na visualização (por exemplo, apresentação visual apropriada do movimento corporal, na sua representação virtual).

Para Murray (2003), imersão representa a experiência dos sentidos transportados do mundo físico real, para um mundo virtual criado por narrativas imaginárias.

A experiência de ser transportado para um lugar primorosamente simulado é prazerosa em si mesma, independentemente do conteúdo da fantasia. Referimo-nos a essa experiência como imersão. *Imersão* é um termo metafórico derivado da experiência física de estar submerso na água. Buscamos em uma experiência psicologicamente imersiva a mesma impressão que obtemos num mergulho no oceano ou numa piscina: a sensação de estarmos envolvidos por uma realidade completamente estranha, tão diferente quanto a água e o ar, que se apodera de toda a nossa atenção, de todo o nosso sistema sensorial. Gostamos de sair de nosso mundo familiar, do sentido de vigilância que advém de estarmos nesse lugar novo, e do deleite que é aprendermos a nos movimentar dentro dele. (Murray, 2003).

Jerald (2016), aborda o tema de maneira semelhante, mas salienta a importância da presença, como percepção subjetiva da experiência.

A imersão é a tecnologia objetiva que tem o potencial de envolver os utilizadores na experiência. No entanto, a imersão é apenas parte da experiência da realidade virtual, pois leva um ser humano a perceber e interpretar os estímulos apresentados. Imersão pode levar a mente, mas não pode controlar a mente. Como o utilizador experimenta subjetivamente a imersão é conhecido como presença.

Presença

O conceito de presença (abreviatura de telepresença) surge no ano de 2000, ocorre de uma discussão entre membros de uma comunidade académica interessada sobre a temática (International Society for Presence Research – ISPR), a qual, ainda mantém o processo de explicação em aberto. Numa versão resumida, *presença*, “acontece quando as pessoas usam a tecnologia e ignoram pelo menos parte do seu papel na experiência” (ISPR, 2000). A declaração completa pode ser consultada no *website* da ISPR².

Segundo Murray (2003), quanto mais persuasiva for a representação de sensações no ambiente virtual, maior o sentimento de presença e gradualmente as ações nele realizadas.

Presença, em suma, é um estado de consciência, o sentido psicológico de *estar lá* dentro do ambiente virtual, mesmo quando fisicamente localizado num local diferente. Como a presença é um estado psicológico interno e uma forma de comunicação profunda, é difícil descrever por palavras, algo que só pode ser entendido quando experimentado (Jerald, 2016).

² Disponível em <http://ispr.info/about-presence-2/about-presence/>

I.3. Uma breve história da realidade virtual

Apesar da expressão *realidade virtual*, ter sido cunhada pela primeira vez na década de 1980, por Jaron Lanier (Ribeiro, 2015; Jerald, 2016; Howell e Hadwick, 2017), o primeiro dispositivo de realidade virtual conhecido, confunde-se com o nascimento da perspectiva. A experiência da *Tavolleta* (Figura 1), realizada no *Quattrocento*, por Filippo Brunelleschi (1377-1446), escultor, artista e arquiteto florentino, serviu para demonstrar a visão especular da perspectiva, fazendo coincidir o ponto de vista e o ponto de fuga. No protótipo da perspectiva em pintura, Brunelleschi pinta sobre uma pequena tábua quadrada uma representação do Batistério de San Giovanni em Florença. Em seguida, cria um dispositivo para fazer o observador ver a imagem pintada sobreposta à realidade que ela representa. Com a imagem do Batistério virada para o observador, através de um orifício na Tavolleta no ponto de observação e, através do espelho, proporciona a visão simultânea da realidade e da sua representação, obtendo a fusão de ambas (Xavier, 1998). Se analisarmos a questão da imersão, veremos que a dimensão espacial (profundidade criada pelo ponto de fuga) está sobreposta na dimensão temporal (lugar do observador ou ponto de vista). Segundo Parente (1998), a Tavoletta é um dispositivo de realidade virtual que tende a confundir o observador sobre o que é ou não verdade e remete a uma ação que afasta e aproxima ao mesmo tempo, que anula o aqui e agora (a distância) da percepção da mesma forma que a velocidade da eletrônica suprime a distância que separa o observador da imagem na representação dos sistemas óticos, fotomecânicos, e introduz um desdobramento do real em real e virtual.

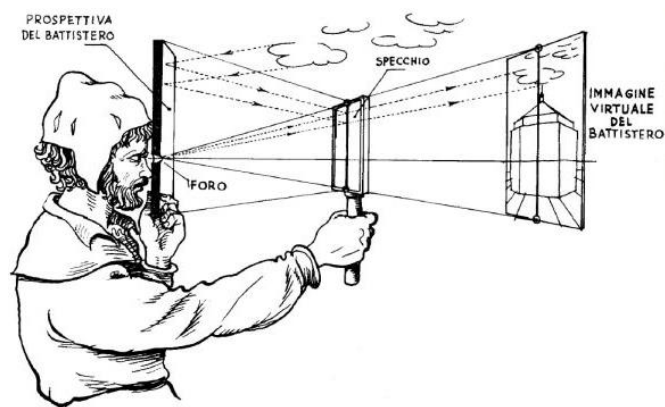


Figura 1 – Representação da Tavoletta de Brunelleschi. Fonte: La Critica³

³ Disponível em http://www.lacritica.net/selfspace/COBA/ComeCdQ_file/image025.jpg

Ainda o *daguerreótipo*⁴ não tinha sido inventado, quando em 1832, Sir Charles Wheatstone (1802-1875), pai do termo fotografia, inventou o *stereoscope* (Figura 2) um dispositivo de visualização de imagens a três dimensões (3D), que utiliza dois espelhos com 45º de inclinação para refletir imagens no olho do lado esquerdo e direito. (Wade, 2002; Jerald, 2016).

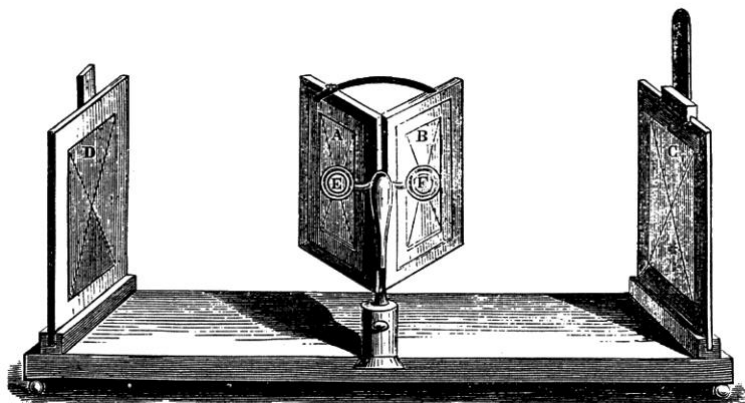


Figura 2 – Primeira versão do Stereoscope de Wheatstone. Fonte: domínio público

David Brewster (1781-1868), em 1849 apresenta uma versão melhorada do estereoscópio de Wheatstone, um instrumento semelhante a uma caixa com abertura no topo para entrada de luz (Figura 3), e duas lentes prismáticas de aumento para combinar imagens binoculares diferentes e produzir o efeito tridimensional (Zone, 2007). De menor dimensão e compacto, o estereoscópio de Brewster, incluía versões em cartão pré-montadas, com imagens em movimento controladas pela mão do utilizador. O estereoscópio lenticular de Brewster, é conceitualmente o mesmo que o View-Master de meados do século XX e o atual Google Cardboard (Jerald, 2016).

Oliver Holmes (1809-1894), embora tenha dedicado grande parte da sua vida à medicina e ao ensino na Harvard Medical School, cultivava um interesse ativo pela arte da fotografia publicando três artigos, um deles com o título *The Stereoscope and the Stereograph* e escreve extensivamente sobre fotografia que davam a ilusão de tridimensionalidade, fenómeno que cunha de estereografia. Por volta de 1860, Holmes desenvolve o *estereoscópio americano* (Figura 4), uma versão simplificada do estereoscópio de Brewster, consiste em duas lentes prismáticas e um suporte de

⁴ Dispositivo fotográfico que permitia a fixação de imagem sobre placa de cobre, após longo período de exposição. Invento de Louis Daguerre (1787-1851), a partir dos experimentos de Nicéphore Niépce.

madeira para segurar a fotografia estéreo, contribuindo para promover a estereografia pelo mundo (Zone, 2007). Citando Trachtenberg, (2013), “Para Holmes, as estereografias constituíam as representações realista mais convincentes. E foi ao ponto de sugerir que os objetos originais, agora que as suas formas podiam ser extraídas e distribuídas num número infinito de imagens, perdiam o seu valor. Através das estereografias, o mundo podia estar na ponta dos dedos de qualquer pessoa. Esta capacidade de separar a forma da matéria era, para Holmes, a maior proeza humana de todos os tempos”.

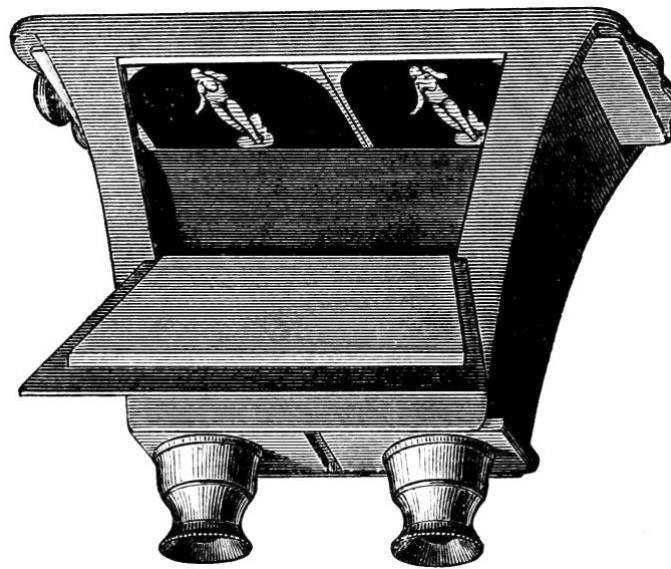


Figura 3 – Estereoscópio lenticular de Brewster. Fonte: domínio público



Figura 4 – Estereoscópio de Holmes. Fonte: Bard Graduate Center, fotografia Bruce White

Nos finais da década de 1950, o cineasta Morton Heilig, contribui com duas importantes invenções no domínio da realidade virtual. Desenvolve o primeiro

protótipo de ecrã de vídeo usado na cabeça (HMD, do inglês, head-mounted display), que pode ser reconhecido nos dispositivos de realidade virtual de hoje. Na patente do Telesphere Mask (Figura 5), Heilig, descreve o invento como “aparato estereoscópico televisivo de uso individual”, que permite um campo de visão horizontal e vertical de 140º, som estereofónico, descarga de ar perfumado que proporciona uma sensação de brisa no utilizador (Heilig, 1960; Jerald, 2016). Em 1957, Heilig inventa o primeiro sistema de realidade virtual imersivo com tecnologia multissensorial, com a intenção de simular um passeio real de moto no bairro de Brooklyn, Nova Iorque. Como simulação ambiental, o Sensorama (Figura 6), é um protótipo apresentado numa cabine com recurso a imagens de cinema com visualização em *loop* a cores, visão estereoscópica com um amplo campo de visão e som espacial. No ambiente simulado por Heilig, é ainda, recriado as vibrações do motociclo, cheiros e vento no rosto do utilizador. A ideia de *simulador pessoal*, desenvolvido por Edwin Link, tem sido utilizada desde a década de 1930, no campo da simulação aeroespacial e militar. (Fischer, 1991; Parente, 1998; Jerald, 2016).

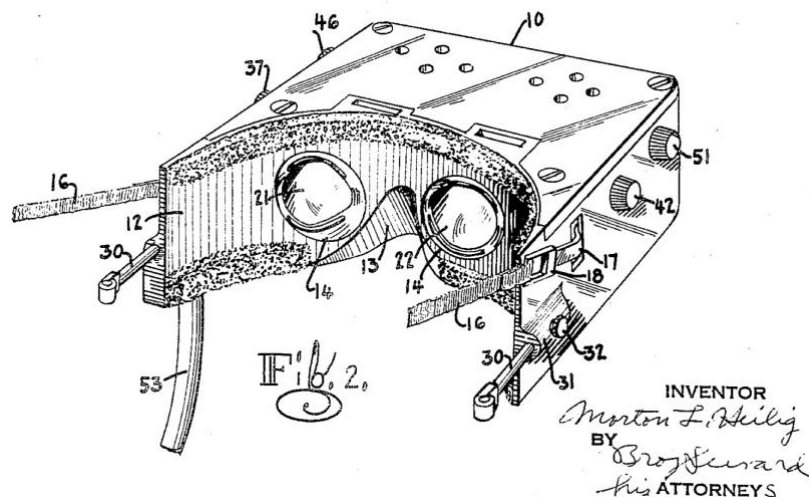


Figura 5 – Vista detalhada do Telesphere Mask de Heilig. Na representação, os auscultadores foram omitidos. Fonte: Morton Heilig⁵

⁵ Disponível em <http://www.mortonheilig.com/TelesphereMask.pdf>



Figura 6 – Simulador Sensorama de Heilig. Fonte: Morton Heilig⁶

A investigação na área da computação e realidade virtual, encontra avanços significativos na década de 1960. Em 1961, dois engenheiros da Philco Corporation, Charles Comeau e James Bryan, dão mais um passo na evolução da realidade virtual, ao criarem o Headsight, um dispositivo semelhante a um capacete que inclui um ecrã de vídeo e um sistema de rastreamento, uma das primeiras tentativas de sistemas visuais de telepresença. Com este sistema, um operador pode ver a imagem de uma câmara colocada num local remoto e controlar a orientação da mesma através do movimento da cabeça (Fischer, 1991; Steinickle, 2016).

Em 1965, Ivan Sutherland, engenheiro do Massachusetts Institute of Technology (MIT), investigador na área da computação e criador da revolucionária interface gráfica de computador Sketchpad, publica um ensaio muito antes do ecrã de computador se tornar amplamente usado, que descreve a sua visão sobre o que mais tarde se tornará a realidade virtual, afirmando:

The ultimate display would, of course, be a room within which the computer can control the existence of matter. A chair displayed in such a room would be good enough to sit in. Handcuffs displayed in such a room would be confining, and a bullet displayed in such a room would be fatal. With appropriate programming such a display could literally be the Wonderland into which Alice walked (Sutherland, 1965).

⁶ Disponível em <http://www.mortonheilig.com/sensorama-1.jpg>

Dois anos mais tarde, Sutherland com os seus colegas do MIT, apresentam um protótipo emergindo um novo paradigma: a simulação de um ambiente tridimensional interativo sem a percepção de um ecrã (Manovich, 2002). O sistema Sword of Damocles trata-se do primeiro HMD com rastreamento de cabeça a gerar imagens por computador (Figura 7a). O computador rastreia a posição da cabeça do utilizador e ajusta a perspetiva da imagem gráfica computadorizada em conformidade. O visor consiste em dois monitores de seis polegadas montados ao lado das têmporas que projetam uma imagem que se sobrepõe ao campo de visão do utilizador (Figura 7b). A percepção do ecrã desaparece ao assumir completamente o campo visual (Manovich, 2002). Embora a imagem gerada seja elementar, um cubo tridimensional de 10 centímetros, a experiência de Sutherland é uma realidade mediada por computador, indistinguível do mundo real. Tal como a experiência da Tavoletta realizada quinhentos anos antes por Brunelleschi, o sistema Sword of Damocles de Sutherland, tende a confundir o observador sobre o que é ou não verdade e introduz um desdobramento do real em real e virtual.

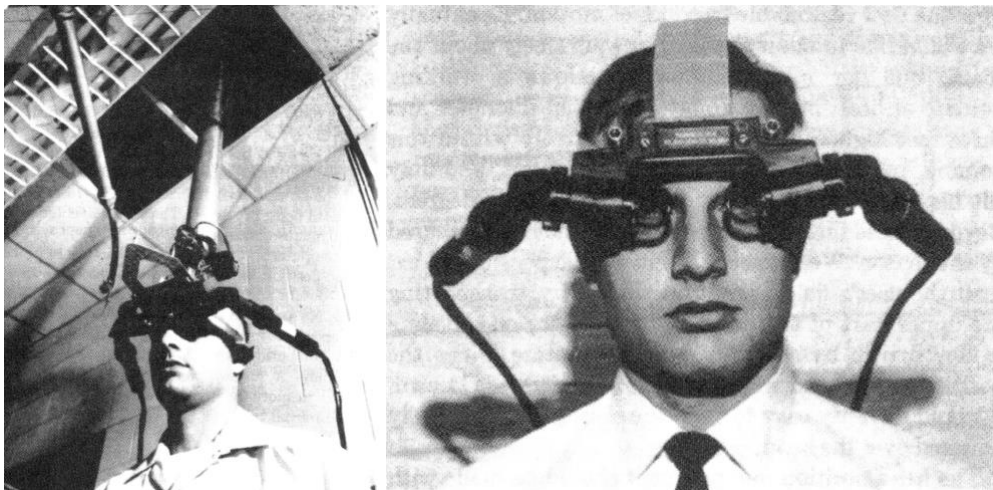


Figura 7a (esquerda) – Sistema com o sensor ultrassónico em uso. Fonte: Sutherland, 1968

Figura 7b (direita) – Sistema com o HMD em uso. Fonte: Sutherland, 1968

Apesar dos grandes avanços tecnológicos descritos nesta retrospectiva histórica, não são atribuídos ao domínio da realidade virtual até à década de 1980. O paradigma muda quando em 1985, Jaron Lanier e Thomas Zimmerman, abandonam a Atari Research e criam a VPL (Acrónimo de *Visual Programming Language*) Research. Um dos

primeiros projetos comerciais de desenvolvimento de hardware e software de realidade virtual (Jerald, 2016; Steinickle, 2016). A empresa desenvolve uma gama de dispositivos de realidade virtual, que inclui luva de dados (Dataglove), vestuário sensorial (Data Suit) e o primeiro HMD (EyePhone) (Ribeiro, 2015). Durante esse tempo, Lanier, cunha a expressão Realidade Virtual, à tecnologia desenvolvida no seu laboratório, conferindo visibilidade mediática e um nome à área de pesquisa iniciada há muitas décadas.

Na primeira década do século XXI, afastada da atenção mediática, a pesquisa em realidade virtual continua em profundidade em laboratórios corporativos, governamentais, acadêmicos e militares em todo o mundo, com ênfase no estudo do design centrado no humano. A inexistência de um campo de visão amplo e a ausência da sensação de imersão e presença nos dispositivos HMD da década de 1990, afastam os utilizadores da realidade virtual (Jerald, 2016). Em 2006, Mark Bolas da Interactive Media Division da Universidade da Califórnia do Sul (UCS), e Ian McDowall da Fakespace Labs, com o patrocínio do Office of Naval Research dos Estados Unidos da América, para atender a novas abordagem de treino militar, desenvolvem o Fast Action HMD (FAHMD) um protótipo de HMD com um sistema de visualização muito amplo, capaz de fornecer contexto espacial ao soldado, com uma solução de montagem leve e inovadora. (Bolas, McDowall, *et al.*, 2006). No mesmo ano, Bolas e McDowall, apresentam o Wide5 (Figura 8) uma versão comercial do FAHMD alcançando um campo de visão alargado com 150º na horizontal e 88º verticalmente. Na extensa lista de características avançadas, os criadores destacam ainda, a total imersividade do dispositivo, portabilidade, baixo peso, visão estereoscópica com uma resolução de 1600 x 1200 *pixéis*, uma taxa de atualização e fluidez da imagem de 60 Hz por segundo, rastreamento independente com diversos sensores e compatível com diversos sistemas operativos (Fakespace Labs, 2006).

Em 2012, A equipa do Mixed Reality Lab (MxR) do Institute for Creative Technologies da UCS, liderada por Mark Bolas, são distinguidos com o prémio Best Demo Award, atribuído pelo Institute of Electrical and Electronics Engineers – Virtual Reality (IEEE VR), com a criação de um conjunto de protótipos de visores imersivos de baixo custo, incluindo o Socket HMD (Figura 9a), o Socket Mobile FOV2GO (Figura 9b) e o leitor imersivo iNVerse (Figura 9c), permitem a criação de experiências de realidade virtual e aumentada em 3D usando dispositivos móveis. Caracterizam-se por serem sistemas

leves, de baixo custo e podem ser usados para criar aplicativos de realidade virtual. Estas plataformas de software e hardware de design de código aberto, desenvolvido no MxR, é o precursor da maioria dos HMD de consumo atuais (Bolas, 2012).



Figura 8 – Dispositivo HMD Wide5. Fonte: Fakespace Labs⁷

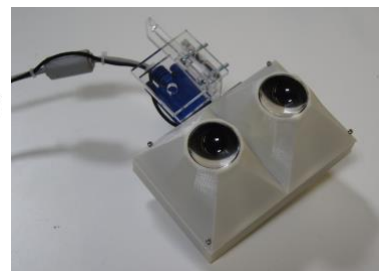


Figura 9a (esquerda) – Protótipo Socket HMD.

Figura 9b (centro) – Protótipo Socket Mobile FOV2GO.

Figura 9c (direita) – Protótipo iNVerse.

Fonte das figuras 9a, 9b e 9c: ICT Mixed-Reality Lab ⁸

Palmer Luckey membro do MxR, conhece John Carmack no fórum Meant to be Seen⁹ em 2012, e pouco tempo depois formam a Oculus VR, empresa especializada em hardware e software para realidade virtual (Jerald, 2016). No mesmo ano, através de uma campanha no Kickstarter lançam no mercado o Oculus Rift, um HMD com seis graus

⁷ Disponível em <http://www.fakespacelabs.com/Wide5.html>

⁸ Disponível em <http://ict.usc.edu/prototypes/immersive-viewer/>

⁹ Disponível em <https://www.mtbs3d.com>

de liberdade (DOF – *degrees of freedom*), campo de visão alargado, baixa latência e peso reduzido. Em 2014, em parceria com a Samsung desenvolvem o Gear VR, um HMD para dispositivos móveis. Na mesma corrida, apresenta-se a Google, com o Cardboard, uma plataforma de realidade virtual e um HMD desenvolvido em cartão, com componentes de baixo custo e montado pelo consumidor. No ano de 2015, a empresa chinesa HTC lança o Vive, e um ano depois, a Sony, apresenta ao mercado a Playstation VR. Inicia-se uma nova era na Realidade Virtual.

I.4. Sistemas de realidade virtual

A realidade virtual (doravante designada VR) é um media com grande potencial ainda em desenvolvimento, mas já se revela bastante promissor. Os atuais sistemas VR por intermédio de interfaces multimédia permitem a imersão, a navegação e a interação de um utilizador com um ambiente tridimensional gerado por computador (ambientes virtuais), utilizando vários sentidos em simultâneo. Para Parisi (2015) a capacidade de ser transportado para outros lugares, de estar totalmente imerso em experiências e de sentir que se está realmente presente, abre caminhos inimagináveis de interação e comunicação.

A função das interfaces nos ambientes virtuais é comunicar de e para o utilizador de maneira intuitiva, como se o utilizador estivesse interagindo com o mundo real. A comunicação entre o utilizador e o sistema é conseguida através de um conjunto de periféricos convencionais e não convencionais de entrada e saída, como capacetes de visualização, luvas, gestos ou comandos de voz. Por consistência, a entrada é considerada a informação que parte do utilizador para o sistema, e a saída é o feedback que vai do sistema de volta para o utilizador. Formando um ciclo de entrada / saída que ocorre continuamente enquanto durar a experiência de realidade virtual (Jerald, 2016).

O objetivo da VR, é convencer-nos que estamos em outro lugar. Isto é feito em grande medida no isolamento dos sentidos humanos ao mundo real. Uma diversidade de periféricos visuais (dispositivos HMD, monitores de computador e outros sistemas de projeção), áudio (auscultadores e alto-falantes) e hápticos (dispositivos de estimulação tátil) de saída, permitem estimular os vários sentidos, nomeadamente a visão, a audição e tato, imergindo o utilizador no mundo virtual. Por sua vez, os periféricos de entrada,

recolhem dados do utilizador, como a direção dos olhos, posição da cabeça, das mãos e corpo ou ação de pressão num botão físico, por exemplo. Basicamente, eles podem ser de dois tipos: de interação ou de rastreamento. É importante observar que objetos nos sistemas virtuais geralmente podem mover-se no ambiente tridimensional, com 3 ou 6 DOF, o que combina movimentos distintos, três de rotação e três de translação (Tori e Kirner 2006). De um modo geral, segundo Ribeiro (2015), a realidade virtual caracteriza-se por possibilitar sensação de presença do utilizador no ambiente virtual (sensação de imersão), que a interação do utilizador modifique o comportamento dos objetos no espaço sintetizado (sensação de interação) e aumentar o realismo e naturalidade da interface.

I.4.1. Classe de sistemas

Como vimos anteriormente para definir o conceito de VR, existem igualmente diversas formas possíveis de classificar os sistemas de VR. Weissberg (1993), ordena a classificação dos sistemas virtuais em seis princípios de relação entre o real e o virtual. O primeiro – *apresentação do real pelo virtual*, exemplifica com o capacete de visualização que possibilita aos pilotos em voo, visualizar imagens simuladas dos terrenos sobrevoados; O segundo – *interpretação do real pelo virtual*, remete às diversas experiências de visualização no campo científico realizadas em laboratório com auxílio de simulações produzidas por imagens de síntese, que ajudam a dar sentido à leitura visual real; O terceiro tipo – *prolongamento do real no virtual por contiguidade*, dá como exemplo, um sistema de consulta documentária que possibilita ao utilizador *folhear* um livro virtual através de gesto num ecrã tátil, como faríamos no volume em papel; O quarto – *injeção do real no virtual*, esta tipologia encontra muitas aplicações sob o nome de captura de movimento no mundo real, através de sistemas de teledeteção como capacetes, luvas de dados ou roupa com sensores, através dos quais, o utilizador pode animar corpos e ambientes virtuais; A quinta tipologia – *ver o virtual por uma janela real*, é exemplificado por uma escultura dissimulada, um monitor apresenta um espaço representado virtualmente. Cada movimento real do monitor provoca um deslocamento correspondente no espaço representado. Por fim, segundo Weissberg a sexta modalidade – *telepresença real no virtual*, é remetida às experiências da ação à distância que a NASA faz num projeto chamado *realidades artificiais*.

Teixeira e Pimentel (1995), classificam os sistemas de realidade virtual por: 1. *Sistemas de simulação*, constituem o primeiro sistema de realidade virtual e surgem na década de 1930 com os simuladores de voo de Edwin Link¹⁰. 2. *Sistemas de projeção*, utiliza-se uma câmara para capturar a imagem do participante e inseri-la no mundo virtual; 3. *Sistemas de realidade aumentada*, combinam as imagens geradas pelo sistema com imagens do mundo real, de modo a complementar uma situação real com informação relevante e de modo a causar no utilizador a sensação que o ambiente virtual coexiste no mesmo espaço do ambiente real; 4. *Sistemas imersivos*, recorrem à apresentação de imagens ao utilizador por intermédio de pequenos ecrãs existentes num capacete ou num qualquer dispositivo que pode ser colocado na cabeça e que acompanha os movimentos da cabeça do utilizador. Voltaremos aos sistemas imersivos VR mais adiante; 5. *Sistemas de Desktop VR*, recorre a monitores de computador ou outros meios de projeção, para apresentar o mundo virtual ao utilizador. Neste contexto, surgem tecnologias de VR para distribuir e apresentar mundos virtuais na Web, que serão analisados no quarto capítulo, dedicado à realidade virtual na Web; 6. *Ambientes virtuais colaborativos*, integram várias pessoas geograficamente dispersas no mesmo ambiente virtual, através de tecnologias de comunicação baseadas em redes de computadores.

Ainda para Tori e Kirner (2006), os sistemas de VR são agrupados em duas grandes classes em função da percepção de presença: *sistemas imersivos* e *sistemas não imersivos*. Os autores observam, sistema de realidade virtual imersivo, quando o utilizador é transportado para o domínio da aplicação, através de periféricos multissensoriais de visão estereoscópica, áudio espacial e sensores hápticos, que capturam os seus movimentos e comportamento, provocando uma sensação de presença dentro do mundo virtual. A imersão está, portanto, relacionada com o sentido da visão, da audição e do tato. Os sistemas não imersivos, consideram, quando o utilizador é transportado parcialmente ao mundo virtual, através de uma janela como um monitor de computador ou outro meio de projeção, por exemplo, mas continua a sentir-se predominantemente no mundo real.

¹⁰ Em 1928, Edwin Link desenvolve o primeiro simulador de voo mecânico, com cockpit e controlos que produz emoções e sensações de voo real (Jared, 2016).

I.5. Interação em sistemas imersivos

A interação de um sistema de realidade virtual, varia dependendo da classe e com a capacidade do sistema de detetar os vários tipos de dados introduzidos pelo utilizador através de periféricos de entrada, e assim, modificar o ambiente virtual e as ações sobre ele. Segundo Mine (1995), podem ser definidas três categorias principais de interação num mundo virtual, de acordo com o tipo de tarefa (movimento, seleção ou manipulação) exercido pelo utilizador. 1. *Interação direta* – esta categoria apresenta semelhanças na maneira como interagimos no mundo real, que utiliza movimentos naturais do utilizador (mãos, braços, cabeça, etc.). Esta técnica permite ao utilizador tocar virtualmente o objeto e utilizar os movimentos do seu corpo para provocar mudanças na posição e/ou orientação desse objeto. A interação direta depende da capacidade do sistema em realizar um mapeamento natural e intuitivo entre a ação do utilizador e a ação resultante no mundo virtual; 2. *Interação com controlos físicos* – esta categoria inclui o uso de botões, joysticks e outros controladores físicos (deslizadores, *dials*, volantes, etc.) O uso de controlos físicos para interagir no mundo virtual, pode aumentar a sensação de presença do utilizador, pois, permite algum tipo de sensação háptica não disponível na interação direta. Estes controladores também são úteis para uma interação mais precisa; 3. *Interação com controlos virtuais* – esta categoria permite representar visualmente no ambiente virtual, qualquer dispositivo físico que possa ser implementado como controlador virtual. Essa grande flexibilidade é a principal vantagem dos controlos virtuais, porém, as desvantagens incluem a falta de feedback háptico e a dificuldade de interação com o objeto virtual.

I.6. Domínios de aplicação da realidade virtual

Os conteúdos e aplicações VR, no seu significado, tem dividido autores, investigadores, programadores e designers desde a sua génese. Brenda Laurel, pioneira na VR, observa a nova vaga de VR um problema. A autora não considera os vídeos em 360º, VR *Storytelling* ou os filmes *surround*, conteúdos VR. A aplicação Second Life, a tecnologia CAVE (Computer Aided Virtual Environment) ou Desktop VR, entende, como sendo de classificação VR duvidosa (Laurel, 2016). Em sentido oposto, Tony Parisi, outro pioneiro na VR e co-autor da Virtual Reality Modeling Language (VRML), encontra

atualmente, uma gama impressionante de aplicativos VR, que revelam o sucesso de décadas de pesquisa na tecnologia VR (Parisi, 2015).

Parisi (2015), apresenta uma amostra de vários domínios de aplicações VR, que, de acordo com o autor, “se as últimas décadas da tecnologia nos ensinaram alguma coisa, é que, seja o que for que as pessoas inventarem, provavelmente será algo que nunca poderíamos ter imaginado antes.” *Videojogos* – tendo em consideração o potencial imersivo, maior valor de produção e grande envolvimento de fabricantes de periféricos e da indústria de jogos, os videojogos formam o domínio de excelência de aplicações VR. A empresa Zero Latency¹¹, apresenta um conceito de salão de jogos VR, no qual o jogador é imergido num ambiente misto (real e virtual) e interage com outros jogadores na mesma experiência VR; *Mundos virtuais* – comumente associados a espaços sociais virtuais gerados pelos utilizadores, encontra na VR audiência profícua. Plataformas como High Fidelity, Second Life, ou AltSpace VR, são exemplo dessa interação; *Educação* – ferramentas de visualização 3D em ambiente virtual, possibilita uma interação e aprendizagem mais acessível e eficaz. A Osso VR¹², plataforma de ensino e treino cirúrgico em VR permite a cirurgiões e equipas médicas, adquirirem recentes procedimentos clínicos em ambiente virtual. A empresa Eon Reality¹³, apresenta soluções de treino imersivo e visualização 3D para diversos setores de atividade; *Produtividade* – investigadores e empresas exploram o uso da VR como substituto da velha metáfora *computador de mesa* e do paradigma WIMP (acrónimo de Windows, Icons, Menus e Pointer), criando um ambiente virtual de trabalho em 360º que reúna informações pessoais, contatos, projetos, programas, etc. Por exemplo, a aplicação Virtual Desktop¹⁴, permite o acesso ao computador pessoal através de VR e executar tarefas de forma imersiva; *Turismo* – no domínio do turismo e destinos de viagens, as fotografias e vídeos estereoscópicos em 360º, representam uma maneira simples e eficaz de transmitir uma experiência VR imersiva e de presença, sem necessitar de se deslocar fisicamente. Em 2014, a cadeia internacional de hotéis Marriott, instala junto ao registo civil de Nova Iorque, duas cabines de experiência imersiva de nome

¹¹ Disponível em <https://zerolatencyvr.com>

¹² Disponível em <http://ossovr.com>

¹³ Disponível em <https://www.eonreality.com>

¹⁴ Disponível em https://store.steampowered.com/app/382110/Virtual_Desktop/

Teleporters, captando ao local recém casados para visitarem virtualmente um destino de lua-de-mel (Rubin, 2014); *Arquitetura e imobiliário* – apresentação de vídeos em 360º de propriedades existentes ou a edificar e visualização de gráficos 3D interativos em estágios de planeamento, beneficia das experiências VR; *Eventos ao vivo* – espetáculos, noticiários e outros eventos ao vivo ganham popularidade com conteúdos imersivos. Em 2015, os músicos portugueses The Gift em associação com a Samsung, apresentam um concerto pioneiro em Portugal, com transmissão em direto em multicâmara através de VR (Palco das Artes, 2015); *Navegação na Web* – a Mozilla e a Google estão a adicionar recursos e suporte VR nos navegadores Firefox e Chrome, respetivamente.

1.7. A Web como um espaço de realidade virtual

A Web desde a sua criação no início da década de 1990, para além do espaço bidimensional formado pelas páginas HyperText Markup Language (HTML), permite do mesmo modo, a criação de um espaço tridimensional para navegação (Ribeiro, 2015). Nesse pressuposto, a VRML, uma linguagem de modelação de mundos interativos em 3D, veio permitir a integração VR com a Web. A norma VRML 2.0 é capaz de representar objetos tridimensionais estáticos e dinâmicos, objetos multimédia como texto, sons, imagens e vídeos num navegador Web (Web 3D Consortium, 2002). Esta linguagem fica enriquecida com a inclusão de tecnologias VR às tecnologias Web, tais como possibilidade de mover objetos do ambiente virtual e criação de sensores para detetar e gerar interação, por exemplo de toque e de proximidade, proporcionando assim um sentido cinestésico de presença que melhora a comunicação entre as pessoas (Ribeiro, 2015). Atualmente a norma VRML foi suplantada pelo Extensible 3D (X3D), que apresenta novas características de armazenamento, recuperação e reprodução de cenas 3D em tempo real em vários aplicativos. O standard X3D possui um conjunto de recursos que podem ser adaptados para as aplicações das áreas de engenharia e visualização científica, arquitetura, digitalização e impressão 3D, visualização médica, simulação, multimédia, entretenimento, educação e muito mais (Web 3D Consortium, s.d.).

Numa outra frente, a Mozilla VR e a Google Chrome, desde 2014, estão a desenvolver uma Application Programming Interface (API) experimental em código aberto de nome WebVR. A API permite a programadores e designers construírem

experiências imersivas VR na Web a partir de linguagem JavaScript, independentemente do dispositivo que se aceda (Developers Google, 2018). A versão 1.1 da WebVR funciona com diversos modelos de HMD, entre os quais, HTC VIVE, Oculus Rift e GO, Samsung Gear VR, Google Daydream, Google Cardboard e Windows Mixed Reality. De acordo com Parisi (2015) a WebVR adiciona suporte VR à maioria dos navegadores Web atuais que já possuem capacidade de processar em tempo real gráficos 3D usando o WebGL (Web Graphics Library) sem necessidade de grandes modificações tecnológicas.

Para o mesmo autor, desenvolver aplicativos VR para a Web, trás consigo inúmeras vantagens: acesso imediato aos conteúdos através de URL (Uniform Resource Locator) ou hiperligação sem necessidade de instalação de aplicativo; fácil integração com dados de API em código aberto como Wikipedia e redes sociais; multiplataformas executam o código HTML5, permitindo a distribuição de conteúdos em computadores e dispositivos moveis; desenvolvimento e implementação de aplicações, simplificado, rápido e menos dispendioso com sistemas HTML5 e JavaScript. Apesar da WebVR, ainda não ser um standard recomendado pelo World Wide Web Consortium (W3C), encontrando-se em fase de transição e discussão no W3C Community Group, é reconhecido pela indústria tecnológica (W3C, 2017), que permitem criar experiências VR através de diversos aplicativos ou *frameworks* como A-Frame, PlayCanvas, React 360, Sketchfab ou Vizard. Amplamente analisados, o estudo é concentrado na *framework* A-Frame que permite desenvolver o projeto ALMADA360 a partir de código HTML e bibliotecas de JavaScript.

Observe que, durante a redação deste trabalho a especificação WebVR é suplantada pela WebXR, uma nova API JavaScript que permite desenvolver e criar projetos de realidade virtual e realidade aumentada para a Web (Bergstrom, 2018).

1.8. Realidade virtual no setor do turismo

A VR ganha visibilidade ao nível do consumidor, a partir da década de 2010, com o aparecimento de dispositivos imersivos projetados para videojogos. Embora a realidade virtual tenha crescido em popularidade na indústria de entretenimento, o seu uso em outras áreas já é aplicado. Um exemplo é a sua utilização em simuladores de treino militar e em companhias aéreas, para treino de pilotos em simuladores de voo (Teixeira e Pimentel, 1995). Na indústria de cuidados de saúde, a tecnologia é utilizada para cirurgias virtuais remotas ou tratamento de doenças mentais. À semelhança do design e da arquitetura, a educação é outra área onde a realidade virtual é amplamente utilizada que permite criar conteúdos em ambiente virtual (Teixeira e Pimentel, 1995). O setor do turismo não é indiferente a estes movimentos.

O potencial da VR na indústria do turismo é debatido na literatura académica há mais de duas décadas (Williams e Hobson, 1995; Cheong, 1995; Guttentag, 2010). Williams e Hobson (1995) demonstram que os ambientes virtuais com possibilidades interativas e projetados de forma imersiva têm um grande impacto no comportamento dos turistas e podem, portanto, influenciar todo o setor turístico. A capacidade de fornecer informações sensoriais e visuais adicionais aos potenciais turistas, tem um significado especial no domínio do turismo, uma vez que a maioria dos produtos e serviços turísticos são definidos como bens de confiança (Disztinger, *et al.* 2017), o que implica essencialmente que, em circunstâncias normais, não é possível provar o produto turístico.

Em vez de considerar a promoção de um destino através de media tradicionais, como anúncios de televisão, imprensa, catálogos impressos ou digitais, por exemplo, os consumidores com acesso a tecnologia VR, podem sentir e experimentar um destino sem a necessária localização física (Giberson, 2017), ajudando os viajantes a tomar decisões mais informadas devido à riqueza dos conteúdos disponíveis e criam também, expectativas mais realistas da sua viagem futura (Williams & Hobson, 1995). No entanto, segundo Giberson (2017), existe atualmente pouco conhecimento empírico sobre VR e as implicações no marketing de turismo, em comparação com outros media visuais tradicionais. Por seu lado, Guttentag (2010), identifica seis áreas com elevado potencial,

sobre o uso da realidade virtual no turismo: 1. *Planeamento e gestão*; 2. *Marketing*; 3. *Entretenimento*; 4. *Educação*; 5. *Acessibilidade*; 6. *Preservação do património*.

1. *Planeamento e gestão* – para o mesmo autor, a VR oferece ferramentas aos decisores e gestores de turismo na formulação de políticas de turismo e no processo de planeamento e gestão. Mais concretamente, ambientes virtuais realistas e interativos permitem uma visualização ilimitada de perspetivas de um determinado ambiente, quando comparado com planos de visualização tradicionais (modelos bidimensionais ou tridimensionais fixos). Na mesma dimensão, a realidade virtual serve de instrumento de comunicação para apresentar planos de turismo a membros de um grupo ou comunidade específica e obter por esse meio, informação relevante para o sucesso de um projeto (Guttentag, 2010).

2. *Marketing* – a área do marketing pode impactar substancialmente a indústria do turismo, especificamente, a capacidade das fotografias panorâmicas e vídeos fornecerem uma experiência visualmente mais rica e melhor informação que os media tradicionais e, conseqüentemente, oferecem vantagens significativas para os potenciais turistas (Cho *et al.*, 2002, Cit. por Guttentag, 2010). De facto, as visitas virtuais, ou comumente designados de *tours virtuais*, já são utilizados na indústria do turismo à mais de uma década. Apesar das visitas virtuais, não se tratar de uma experiência de realidade virtual genuína, pela limitação na interação e ausência de recursos sensoriais, como imersão e presença, mas ainda assim, numerosos autores defendem a sua incorporação em websites de turismo. (Cho *et al.*, 2002; Doolin *et al.*, 2002; Fotakis & Economides, 2008, Cit. por Guttentag, 2010). Embora a adoção de VR na indústria do turismo esteja num estágio inicial, uma vasta lista de organizações do setor de hotelaria e turismo está a adotar ambientes virtuais com representação do mundo real, através de fotografia e vídeo em 360º para fins promocionais, incluindo, a Carnival Cruises¹⁵, Qantas¹⁶, Tourism Australia¹⁷, entre muitos outros. Em Portugal, as cidades de Lisboa¹⁸ e Castelo Branco¹⁹, permitem ao potencial turista, visitar virtualmente a cidade através

¹⁵ Disponível em <http://awaywego.carnival.com/360vacation>

¹⁶ Disponível em <https://www.qantas.com/us/en/promotions/virtual-reality.html>

¹⁷ Disponível em <https://www.australia.com/en-in/things-to-do/aquatic/cardboard-app.html>

¹⁸ Disponível em <http://www.lisboa360.pt>

¹⁹ Disponível em <http://castelobranco360.cm-castelobranco.pt>

de um mapa interativo, e conhecer museus, património e espaços culturais, através de fotografias de 360º. A experiência pode ser efetuada num sistema misto imersivo (HMD) e não imersivo (Desktop VR). Igualmente, no Teatro Nacional de São Carlos²⁰ e no Museu Nacional de História Natural e da Ciência²¹, é possível realizar uma visita virtual através de uma experiência imersiva e permitir que a cultura seja acessível ao público em geral (Thalmann e Papagiannakis 2006). Esta dimensão da realidade virtual, é uma abordagem diferenciadora de visitas virtuais de grande qualidade, onde a narrativa e a interação são variáveis determinantes para o sucesso da experiência imersiva.

Outro exemplo, Martins *et al.* (2017), num estudo recente, apresentam uma proposta de experiência multissensorial realística de turismo virtual, para promoção de empresas portuguesas de enoturismo, em particular da região do Vale do Douro. A experiência de turismo consiste numa prova de vinhos do Porto, que assenta numa solução de realidade mista (virtual e real). Os autores propõem transportar virtualmente os potenciais turistas para o ambiente de uma adega típica do Douro, combinando estímulos visuais, auditivos, olfativos, táteis e gustativos. De acordo com o modelo teórico proposto, a experiência entregue será a combinação de tecnologias de vídeo 360º, áudio espacial, cheiros quimicamente sintetizados (vinho, uvas e terra), feedback háptico como temperatura, humidade, vento e movimento e amostra real de vinho para degustação.

3. *Entretenimento* – em relação ao entretenimento, Guttentag (2010), refere que a VR pode servir igualmente como atração turística em parques temáticos ou de diversão, com vantagem em relação às atrações típicas desses locais, pelo espaço reduzido de implementação, permitindo a sua localização em áreas urbanas. Por exemplo, *The Future is Wild*²², combina ciência e entretenimento, desenvolvendo exposições e atrações turísticas temáticas específicas para cada local (Poitiers, França; Munique, Alemanha ou Sidney, Austrália, por exemplo). São criados ambientes virtuais, combinados com espaços audiovisuais e tecnologia 3D, para estimular os sentidos e proporcionar uma experiência verdadeiramente imersiva.

²⁰ Disponível em <http://wide.pt/360/tnsc/en/index.html>

²¹ Disponível em <http://wide.pt/360/museu/>

²² Disponível em <http://www.thefutureiswild.com/exhibitions/>

4. *Educação* – para Guttentag (2010), o potencial educacional da realidade virtual pode ser explorado em museus, património e outros locais turísticos de carácter cultural. Por exemplo, o estudo de caso do projeto Bio-inspired models of human crowds – BIHC (CORDIS, 2018), do investigador Rui Antunes, recria a cidade de Silves no período medieval. No ano de 2007, durante as escavações de um novo bloco habitacional foram expostos vestígios de uma área residencial do século XII. A partir desse achado arqueológico, o investigador e a sua equipa, desenvolvem uma experiência de realidade virtual de nome A Street of Xelb²³, para um público de turistas visitantes do castelo de Silves, poderem *viajar no tempo* e revisitarem os edifícios antigos e as rotinas diárias da população local.

5. *Acessibilidade* – A VR aumenta o acesso a um destino turístico, facilitando ao viajante experimentar virtualmente um local disponível ou inacessível por ser muito distante, dispendioso, inóspito, perigoso, frágil ou de alguma outra forma difícil ou totalmente impossível de visitar (Guttentag, 2010).

6. *Preservação do património* – Na sua pesquisa, Guttentag (2010) declara várias opiniões de outros investigadores que apoiam a realidade virtual como alternativa de acesso a sítios patrimoniais ameaçados pela extinção, ou em situação de deterioração natural ou devido ao excesso de público. Digitalizar esses locais e objetos como modelos tridimensionais e inseri-los em ambientes virtuais, fornecem informações detalhadas, permite visualizar possíveis mudanças estruturais e teoricamente, armazenar indefinidamente o património protegido. A empresa Realities.io²⁴, propõe através da técnica de fotogrametria, digitalizar locais turísticos com interesse arqueológico, patrimonial e cultural e disponibilizar os modelos numa biblioteca VR. No entanto, Guttentag (2010), questiona se os turistas aceitariam esses substitutos virtuais, em vez da experiência real.

²³ Disponível em <https://bihc-fcul.weebly.com>

²⁴ Disponível em <http://realities.io>

Perspetivas futuras da realidade virtual no turismo

Em meados dos anos 90 do século passado, Williams e Hobson (1995) previram que alguma forma avançada de VR para o mercado doméstico só seria uma realidade a partir da primeira década do século XVI. Ao olhar para as suas previsões de uma perspetiva histórica, podemos afirmar que os autores estão corretos. A partir de meados da década de 2010, surgem no mercado doméstico dispositivos acessíveis de VR com tecnologias avançadas de visualização e interação (Anthes, *et al.*, 2016).

De acordo com Howell e Hadwick (2017) em 2016, foi vendido aproximadamente 12 milhões de unidade de HMD entre as principais marcas de consumo e a estimativa de 99 milhões de unidades até 2021. De acordo com a Goldman Sachs (2016), a VR a par com a realidade aumentada (dimensão não abordada neste trabalho) têm o potencial de se tornar a próxima grande plataforma de computação, facilitando o surgimento de novos mercados de aplicações, romper com áreas mais tradicionais e gerar um volume de negócios na ordem de USD80 biliões (USD45bn em hardware e USD35bn em software) até 2025.

Considerando como referência o mercado de consumo dos Estados Unidos da América, a Greenlight Insights (Cit. por Rex, 2016), realizou um estudo junto de 1200 consumidores norte americanos, questionando sobre tópicos relacionados com experiência, comportamento, intenções de compra, consumo de conteúdos e utilização de dispositivos VR. De acordo com o relatório, das seis principais categorias em estudo, o índice *Viagens, Turismo e Aventura*, representa 73,5% dos padrões de interesse presentes na amostra, ultrapassando os filmes (67,3%) e os videojogos (61%). Ainda segundo Howell e Hadwick (2017), consumidores de diferentes países mostram interesse em usar aplicações VR de turismo. Na Alemanha, 49% dos consumidores, ponderam usar a VR se a aplicação para o planeamento de viagens for gratuita; no Reino Unido, 36% dos consumidores, consideram a VR útil para turismo. No mercado chinês entre 2013 e 2016, o investimento em aplicações VR de turismo corresponde a 8,6%, a par com o setor imobiliário e vídeos, imediatamente abaixo dos filmes (11,4%) (WTFC, 2018).

Em 2015, a consultora Frost & Sullivan e a Amadeus, empresa de tecnologia de informação para a indústria de turismo, publicam um relatório com previsões do futuro

viajante em 2030, e apontam grandes transformações no setor do turismo e como a VR influenciará essas mudanças:

O nível de imersão alcançado pela VR significa que os clientes escolherão visitar os espaços de VR num ambiente confortável e estático. As montras ou espaços da VR serão tão importantes quanto um website é hoje para as companhias aéreas, dando aos potenciais clientes a oportunidade de experimentar viagens antes de comprar. Este modelo de negócio ‘experimentar-antes-de-comprar’ será padrão na indústria de viagens, e a VR será uma característica padrão do sistema de entretenimento a bordo em 2030. Um dos serviços mais valiosos da VR será para viajantes recriarem as suas viagens quando retornam: o mercado de ‘re-experiência’ será um dos maiores novos mercados de viagens (Lundy, 2015).

A World Tourism Cities Federation (WTCTF, 2018), organização mundial de turismo, na qual, o Turismo de Lisboa é membro, apresenta um outro relatório sobre as tendências da economia mundial do turismo, e considera o setor do turismo um dos principais atores económicos a aplicar a tecnologia de RV no futuro. Para sustentar, define duas dimensões impulsionadoras: 1. *Partilha de experiências* – A tecnologia VR pode gerar novos produtos de promoção e partilha de experiência social em turismo, como acontece com o TripAdvisor ou Lonely Planet. Combinado com plataformas sociais, desenvolvem-se novos géneros na indústria global de turismo. Com esses produtos VR, um potencial turista pode sentir o destino turístico em ambiente virtual e analisar os comentários de outros turistas; 2. *Método de reservas* – A tecnologia VR pode mudar o método de reserva de turismo. Em ambiente virtual imersivo, o potencial turista pesquisa e compara voos, visualiza a cabine do avião, observa os quartos do hotel, visita a cidade e realiza a reserva, facilitando assim o processo de decisão.

II. CRIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA VR

O objetivo do projeto ALMADA360, é produzir um protótipo funcional de uma experiência imersiva VR, para promover e divulgar a cidade de Almada, enquanto destino turístico de património e cultura para abranger o público-alvo da geração dos *Millennials*. Criando para o efeito uma visita virtual interativa com perspetiva na primeira pessoa, conteúdo original envolvente na dimensão de fotografia e vídeo 360º com áudio espacial e publicar na internet recorrendo a tecnologias Web para VR.

Para alcançar o propósito, pretende-se explorar técnicas de desenvolvimento de conteúdos VR representando cenários do mundo real e adquirir competências de desenvolvimento do código da aplicação, para que a experiência VR ganhe forma e vida. Este capítulo é dedicado às fases de desenvolvimento do projeto segundo uma metodologia que divide as escolhas formais, tarefas e processo de trabalho em cinco fases (Ribeiro, 2015): 1. *Pesquisa e planeamento* – fase inicial que envolve a recolha e tratamento de informação necessária à autoria multimédia; 2. *Design* – a segunda fase, de importância relevante para a boa execução do projeto, é constituída pelo desenho de esquemas de navegação e interação; organização da informação e conceção da aplicação VR; 3. *Produção* – consiste na autoria de conteúdos (captura e criação de conteúdos multimédia) e na autoria da aplicação (combinação dos conteúdos por intervenção de uma linguagem de programação). Elabora-se um protótipo funcional da aplicação; 4. *Teste e validação* – processo de teste da conformidade da aplicação aos objetivos iniciais; 5. *Publicação* – na quinta fase, procedem-se aos ajustes necessários ao bom funcionamento e publicação da aplicação na Web.

II.1. Pesquisa e planeamento

O concelho de Almada, localiza-se na margem esquerda do rio Tejo, comumente chamada de Margem Sul, está rodeada por 35 km contínuos de relação com a água, recebe 8 milhões de visitantes anualmente, numa costa com 13 km banhada pelas melhores praias de Portugal. Nas dormidas em estabelecimentos hoteleiros, ocupa o 3º lugar na área metropolitana de Lisboa, onde pernoitaram 355.000 turista em

2016²⁵. Em Almada, encontram-se vários parques e jardins, espaços culturais e patrimoniais, com elevado interesse turístico.

II.1.1. Pontos de interesse turístico

A partir da informação disponível no sítio da Câmara Municipal de Almada²⁶ (CMA), procede-se ao levantamento detalhado do património municipal em parque e jardins, museus e equipamentos culturais do concelho, encontrando-se uma seleção de nove pontos de interesse (POI, do inglês *point of interest*, acrónimo utilizado em sistemas de geolocalização para designar um local específico que alguém pode achar útil ou interessante), relevante para o presente projeto, correspondendo aos seguintes critérios: valor turístico, importância patrimonial, histórica e cultural e acessibilidade. No seguimento, solicita-se à CMA permissão para registo e captação de som e imagem nos equipamentos, edifícios e parques da competência da autarquia, autorização deferida por Delegação da Senhora Presidente da Câmara (Anexo I).

Parques e jardins

1. *Parque da Paz* – considerado o grande pulmão da cidade, este parque nasceu da intenção de recuperar uma tradição urbanística que define Almada enquanto cidade. Conta com 60 hectares de relvados, 114 espécies de árvores, arbustos e herbáceas e um lago artificial onde cisnes, patos-reais e várias espécies de aves se encontram num espaço de grande importância ambiental para a cidade de Almada; 2. *Jardim do Rio* – lugar relvado junto ao rio Tejo, oferece uma vista panorâmica única sobre toda a zona ribeirinha de Almada e de Lisboa, beneficia ainda, da proximidade e acessibilidade a outros equipamentos: Casa da Cerca, Museu Naval e elevador da Boca do Vento; 3. *Parque Urbano Comandante Júlio Ferraz* – situado no centro da cidade de Almada, nas imediações do Fórum Municipal Romeu Correia e da Praça da Liberdade, o parque é um dos grandes espaços verdes da cidade; 4. *Miradouro da Boca do Vento* – local privilegiado debruçado sobre o Tejo permite fruir de vista panorâmica sobre Lisboa e a zona ribeirinha de Almada. O elevador panorâmico, liga a zona de Almada Velha ao Jardim do Rio.

²⁵ Fonte INE, Pordata, 2016. Atualização de 10 fevereiro 2018.

²⁶ Disponível em <https://www.m-almada.pt/>

Museus

5. *Museu da cidade* – situado na freguesia da Cova da Piedade, o Museu da Cidade apresenta-se como casa da história e memórias da cidade, da aprendizagem e da experiência urbana do concelho de Almada. Com uma exposição central, o museu afirma-se como polo central da rede de museus municipais; 6. *Museu Medieval* – numa área com cerca de 170m² em Almada Velha, encontra-se um património arqueológico, como estruturas de habitação datável do século XV e achados mais antigos constituídos por fragmentos de cerâmica de finais do século XI; 7. *Museu Naval* – instalado num espaço pertencente à extinta Companhia Portuguesa de Pescas, em Olho-de-Boi. Apresenta um espólio sobre a história da construção naval de Almada, com duas épocas distintas em termos de utilização de materiais e de técnicas: madeira e ferro. Paralelamente, o museu conta com um espaço que acolhe exposições temporárias, cujas temáticas estão diretamente relacionadas com a frente ribeirinha e marítima do concelho de Almada.

Equipamentos culturais

8. *Solar dos Zagallos* – instalado na freguesia da Sobreda, numa casa apalaçada do século XVII ladeada por um extenso jardim, o Solar dos Zagallos é um espaço de memória dinâmico, polo que pretende preservar a identidade local através de uma regular atividade cultural, onde se destacam as exposições, concertos e recitais; 9. *Casa da Cerca - Centro de Arte Contemporâneo* – como é conhecida, mantém-se a Casa do Desenho, espaço no qual se investiga, expõe, discute e pratica o desenho com inflexões para a modernidade e algumas contaminações com outras áreas artísticas. Instalado numa antiga quinta de recreio do século XVIII, cuja habitação foi erigida no topo da arriba sobranceira ao rio Tejo, em frente a Lisboa, a localização privilegiada deste espaço cultural conserva um atrativo inesgotável (Ferreira, 2014).

II.1.2. Público-alvo

Inseridos na Geração Y, também designada de *Millennial*, opta-se por esta coorte, por serem os primeiros *nativos digitais*, fluentes e motivados em adotar tecnologias inovadoras e explorar novos conteúdos que captem a atenção e estabeleçam vínculos emocionais. Mais interessados em investir em poupanças,

experiências, viagens e formação do que em produtos (Correia et al., 2016). Moscardo e Benckendorff (2010, Cit. por Giberson, 2017) identificam três temas nos hábitos de viagem da Geração *Millennial*. Primeiro, o uso de medias digitais, incluindo a oportunidade de partilhar experiências online durante a viagem. Em segundo lugar, a busca de diversidade cultural, questões sociais e interesse em viagens sustentáveis, e terceira, orientação familiar e social, que incluem um forte desejo de interação social ao viajar.

II.1.3. Aplicações de realidade virtual de referência

Seguindo o critério de pesquisa de aplicações VR baseadas em tecnologia Web sem necessidade de instalação de módulos de extensão (*plug-ins*), aplicação dedicada ou serviço de terceiros (por exemplo, Youtube), selecionam-se três experiências imersivas que servem de análise comparativa. De referir, a dificuldade em encontrar aplicações que respondam ao critério limitou o resultado da pesquisa. 1. *Descobre Castelo Branco*²⁷ – aplicação lançada em 2018 pela Câmara Municipal de Castelo Branco, permite visitar a cidade através de fotografias 360º numa experiência imersiva e não imersiva, permitindo um nível simplificado de interação. O áudio confere sentimento de presença, porém, existe uma rutura perceptível no final de cada pista de áudio, quebrando a experiência de “estar lá”. A versão Desktop VR, adiciona mais informação interativa; 2. Museu Nacional de História Natural e da Ciência – visita interativa ao Museu com um nível simplificado de interação, áudio e versão para computador. Apresenta problema no áudio, semelhante à experiência descrita anteriormente. 3. *British Airways: Peru 360 VR Experience*²⁸ – apresentada pela companhia aérea British Airways em 2016, a aplicação VR representa uma visita virtual 360º. Apostou-se na qualidade fotográfica em detrimento da imersão, que é reduzida. A interatividade é limitada à versão Desktop VR e não inclui áudio, resumindo a experiência ao estímulo visual.

II.1.4. Planeamento de tarefas

No planeamento do projeto, estima-se o tempo afeto a cada uma das tarefas a realizar, permitindo visualizar e antecipar interdependências entre as operações e os

²⁷ Disponível em <http://castelobranco360.cm-castelobranco.pt>

²⁸ Disponível em <https://www.eyerevolution.co.uk/tours/peru/>

recursos necessários para a sua implementação (Ribeiro, 2015). O gráfico de Gantt (Anexo II), fornece um meio eficaz para visualizar informações importantes, planejar e controlar as tarefas de modo mais eficiente (Wilson, 2003).

II.2. Design da aplicação

De acordo com Ribeiro (2015), a fase de design da aplicação é a produção de um guião que identifica: 1. *A estrutura da aplicação* – entende-se como esquema de navegação; 2. *Ecrãs da aplicação* – com os conteúdos que serão apresentados em cada unidade de apresentação da informação; 3. *Interface do utilizador* – resulta da combinação dos conteúdos com os elementos que implementam a estrutura da aplicação.

II.2.1. Estrutura da aplicação

O objetivo principal nesta fase do projeto, consiste no desenho da estrutura da aplicação por meio de um mapa de navegação (organograma), que representa as hiperligações e as interações existentes entre o conteúdo da aplicação, e ajuda a organizar a apresentação da informação. A estrutura composta do mapa de navegação do projeto (Anexo III), permite ao utilizador navegar livremente pela aplicação, existindo algumas restrições na estrutura linear das sequências de vídeo 360º. No entanto, o utilizador tem a possibilidade de cancelar a sequência de vídeo durante a visualização, regressar à visita virtual em fotografia 360º ou ao início da aplicação.

II.2.2. Ecrãs da aplicação

O passo seguinte do design da aplicação consiste no desenho básico (*wireframe*) de cada ecrã, que neste projeto, assume a designação de cenário (Anexo IV). Na representação gráfica, descreve-se o conteúdo detalhado incluindo: imagem, texto, signo gráfico e som. Considerando o espaço tridimensional de navegação da aplicação, a disposição dos elementos no cenário, variam em relação ao ponto de vista do utilizador.

II.2.3. Interface do utilizador

Citando Pimentel e Teixeira (1995), “como qualquer ferramenta, o hardware para criar VR não é a experiência em si”. Talvez a parte mais importante de uma aplicação VR, centra-se como o utilizador interage com o ambiente virtual. Uma

interface desenhada do ponto de vista do utilizador permite um alto nível de desempenho e conforto, diminuindo o impacto das limitações humanas e de hardware (Jerald, 2016). Interações de qualidade aprimoram a compreensão do utilizador sobre o que acaba de ocorrer, o que está a acontecer, o que pode ser feito e como fazê-lo (Norman, 2013).

Compreendendo as características da aplicação do presente projeto, a interface apresenta um nível simples de interação, que permite ao utilizador navegar no ambiente virtual, utilizando signos e metáforas do mundo real, exigindo o menor esforço de aprendizagem. Observando a posição central que o utilizador desempenha na experiência VR, os nove POI da aplicação podem ser antevistos e selecionados, a partir de um menu gráfico 360º que roda suavemente à sua frente (Figura 10). Cada elemento gráfico corresponde a um botão com uma imagem do destino, que muda de estado na interseção do raio laser simulado (detalhado mais adiante) e transporta o utilizador para o cenário selecionado.



Figura 10 – Menu gráfico 360º.

A disposição dos controlos no cenário e as suas características formais, tais como cor, transparência e forma, respondem à necessidade de sobreposição no ambiente tridimensional e não limitar a experiência imersiva do utilizador. Para invocar ações específicas da interface desenhou-se botões de pressão de tipo textual e gráfico (Figura 11) que mudam de estado (para simular a sensação de pressão, sem recurso a sensores hápticos, o botão recolhe como o seu análogo físico). Para que o feedback seja compreendido, a aplicação reage com uma ação (por exemplo, ligar ou desligar a voz do

áudioguia), ou transição de cenário. No ambiente virtual de representação do mundo real através de fotografia 360º, desenhou-se um elemento gráfico tridimensional de interação formalmente distinto, permite rotação no seu eixo, muda de estado na interação e reage com uma transição de cenário, cuja função, de orientação e escolha de rota (*hotspot*) no ambiente virtual (Figura 12). O elemento *hotspot* é volumetricamente variável entre cenários, determinado pelo posicionamento do utilizador à proximidade do próximo destino (Figura 13).



Figura 11 – Representação da interface da aplicação.



Figura 12 – Elemento tridimensional de interação *hotspot*.

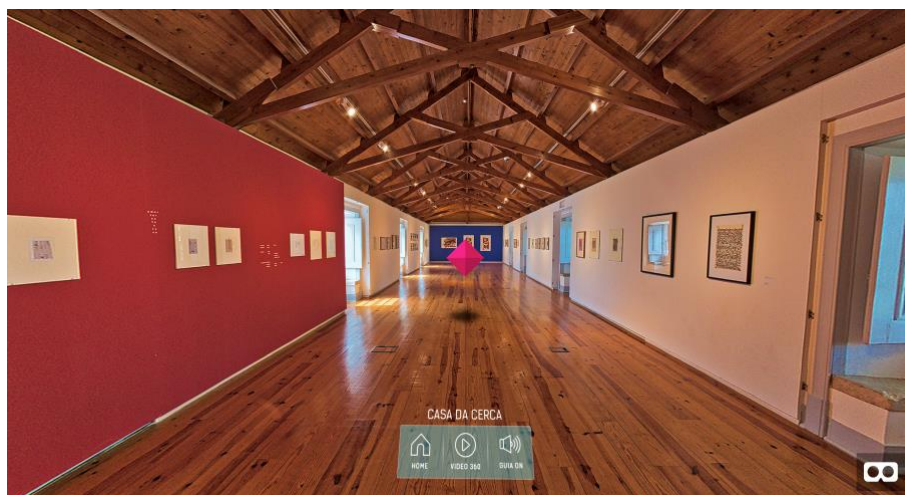


Figura 13 – Representação de ecrã com *hotspot* no cenário.

Analisado no capítulo anterior, os dispositivos de entrada VR são componentes de hardware com características específicas para transmitir informação ao aplicativo e interagir com o ambiente virtual (Jerald, 2015 e Parisi, 2015). Nesta fase de implementação do projeto, executa-se a implementação de técnicas de interação

dependente do hardware de entrada: rastreamento de cabeça (*head tracking input*) e controladores manuais rastreados (*tracked hand-held controllers*) para sistemas imersivos e dispositivos apontadores (ratos, *touchpads* e joysticks), para sistemas não-imersivos. Na experiência imersiva utilizam-se dois modos de interação, a mais comum, 1. *baseada na posição do olhar do utilizador (gaze-based interactions)* com um ponteiro circular no meio do ecrã que acompanha a rotação da cabeça e a observação de objetos (Figura 14), e 2. *por meio de um raio laser (raycaster line)* simulado, orientado por controlador manual rastreado, as interações ocorrem quando a linha cruza os elementos interativos, ou o botão do controlador é premido (Figura 15). Na experiência não imersiva o ponteiro do rato é substituído por um ponteiro circular, que orienta a observação do utilizador.



Figura 14 – Representação de ecrã com ponteiro circular de interação.

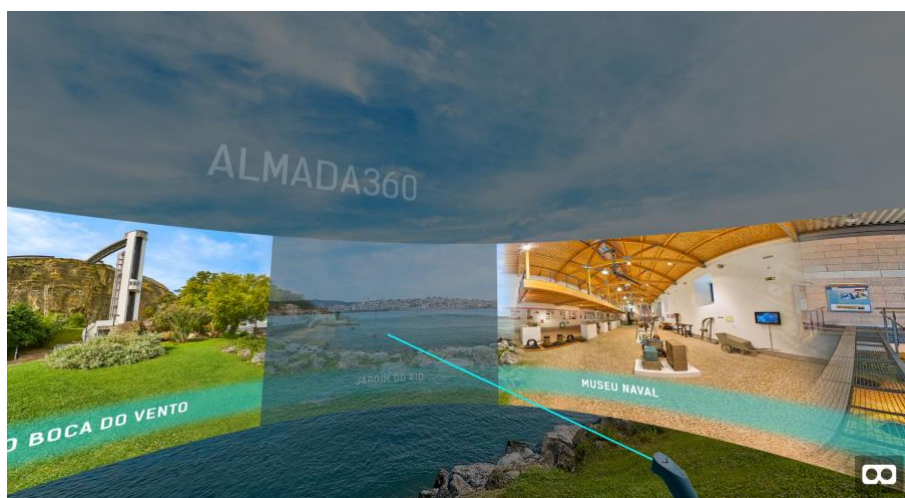


Figura 15 – Representação de ecrã HMD com ponteiro raio laser.

II.3. Produção

Criado o guião da aplicação na fase de design, a produção é o estágio do projeto que começa a materializar-se a aplicação e os desafios aumentam.

II.3.1. Autoria de conteúdos multimédia

Projetar para VR, significa isolar o utilizador do mundo real, tanto quanto possível. Para otimizar a experiência imersiva, incorpora-se na aplicação recursos multimédia que permitam envolver a presença do utilizador no mundo virtual. Neste ponto do projeto, procede-se à criação e aquisição de todos os conteúdos multimédia (texto, fotografia e vídeo 360º, áudio espacial, música) que irão compor a aplicação VR. Inicia-se a jornada experimental de captura de som e imagem de acordo com o plano nos POI turísticos selecionados na cidade de Almada: Parque da Paz, Parque Urbano Comandante Júlio Ferraz, Solar dos Zagallos, Casa da Cerca, Miradouro da Boca do Vento, Jardim do Rio, Museu da cidade, Museu Naval e Museu Medieval. Em cada ponto, efetuam-se duas sessões distintas, uma de registo fotográfico panorâmico 360º e outra de sequências de vídeo 360º com captura áudio espacial. O conhecimento suficiente de técnicas audiovisuais do autor, permitem diminuir a curva de aprendizagem da autoria de conteúdos multimédia 360º, como descrito de seguida.

II.3.1.1. Fotografia panorâmica 360º

Em 1787, o pintor irlandês Robert Barker, patenteia um processo de pintura cilíndrica e simultaneamente um dispositivo imersivo, que permite ao observador apreciar a suas obras numa visão de 360º. Para dar aos espectadores a sensação de que eles estavam imergidos numa paisagem real, Barker concebe um espaço virtual circular coberto por uma tela contínua e pintada, ocultando as margens superiores e inferiores da pintura, e a entrada é efetuada através de uma passagem subterrânea escurecida para aumentar o efeito de presença. Ao invento, Baker, dá-lhe o nome de *la nature a coup d'oeil*, que significa enganar o olho. (Otto 2009). Mas é obrigado a mudar de registo atribuindo à patente o termo *Panorama*, do grego *pan*, *pantós* (todo, inteiro) e *horama* (aquilo que se vê). Segundo Parente (1998), o Panorama é um dos precursores do cinema.

Apesar de existirem diferentes tipos de fotografia panorâmica, interessa analisar a fotografia panorâmica imersiva ou de 360º, para o presente projeto. De acordo com Thompson (2015), “a fotografia panorâmica VR é a ciência, a arte e a prática de criar imagens imersivas, interativas e navegáveis de 360º, que geralmente representam um local e, ou um evento”.

Atualmente, existem no mercado inúmeras câmaras fotográficas digitais e dispositivos móveis, que permitem modos automáticos de fotografia panorâmica sem recurso a programas externos de edição. Contudo, a qualidade e o rigor do resultado nem sempre se encontram a par com o fim pretendido. Para capturar fotografias panorâmicas de 360º de qualidade, existe a necessidade de seguir uma metodologia específica que difere do registo convencional, quer ao nível do equipamento, quer ao nível da técnica fotográfica. Para aprofundar conhecimento temático, recorre-se a fóruns e literatura disponível no sítio Web da International Virtual Reality Professionals Association²⁹ (IVRPA), organização internacional de fotógrafos, onde o autor é membro e na obra de Langford (2015).

Equipamento

Para a experiência, utiliza-se uma câmara fotográfica *reflex* mono objetiva digital – DSLR (acrónimo do inglês, Digital Single-Lens Reflex) (Nikon D810), equivalente a câmara de filme de 35mm com um sensor de 36,3 megapixéis, adaptada com uma objetiva grande angular de comprimento focal de 8mm (Sigma 8mm f/3.5 EX DG), comumente designada *olho-de-peixe*, que permite um ângulo de visão de 180º em todas as direções numa imagem circular. A câmara DSLR é colocada em cima de uma cabeça panorâmica (réplica Nodal Ninja) que permite rotação de 360º à volta do ponto nodal da lente, e estabilizada através de um tripé (Manfrotto 055). Para evitar ligeiras trepidações no corpo da câmara ao disparar manualmente, e consequentemente, afetar a nitidez da imagem, recorre-se a disparador remoto via rádio para acionar o obturador, ficando assim, completa a lista de equipamento utilizado (Figura 16).

²⁹ Disponível em <http://ivrpa.org/>



Figura 16 – Configuração do equipamento para criação de fotografias panorâmicas 360°.

Técnica

O equipamento utilizado permite criar panoramas de quadros múltiplos de grande qualidade com a câmara na posição vertical, tirando proveito da dimensão e ângulo do sensor digital que inclui mais informação superior e inferior da cena. Outra vantagem neste modo de varrimento, reside na maior liberdade de edição. Deve encontrar-se a posição exata do eixo central da objetiva (ponto nodal) para evitar o efeito paralaxe (efeito estereoscópico) e consequentes problemas de pós-produção na costura dos quadros. Utiliza-se a câmara em modo manual para controlar a exposição, a temperatura da cor e o ruído digital (ISO), para permitir manter a consistência entre cada toma de imagens.

O registo digital das fotografias no formato RAW (do inglês, cru), contém a totalidade da informação captada pelo sensor digital, o qual fornece uma maior possibilidade de manipulação posterior. Em cada nova captura de fotografias, o tripé com a cabeça panorâmica e a câmara ligados entre si, é estabilizado e nivelado com recurso a nível de bolha, para se evitar uma montagem curvada (concava ou convexa) na produção final da imagem panorâmica. Para simular a perspetiva na primeira pessoa

e aumentar o realismo de *estar lá* na experiência VR, é importante posicionar o centro da objetiva, a uma altura aproximada de 1,65cm.

Observadas as recomendações acima descritas, a sessão fotográfica inicia com três ou nove fotografias (de acordo com o local) por panorama de 360º, rodando a cabeça panorâmica no seu eixo em intervalos de 120º em cada captura de imagem (Figura 17). Repete-se a mesma sequência duas vezes, em caso de alguma fotografia apresentar problemas visíveis somente na pós-produção. A objetiva grande angular utilizada, permite um mínimo de 25% de sobreposição entre quadros a fim de acomodar distorções geométricas, percebidas nas suas extremidades.

Conforme descrito no plano, a autoria de conteúdos multimídia inicia numa época do ano com predominância de dias de céu claro, aumentando assim, os problemas de exposição com extremos de iluminação (altas-luzes demasiado brilhantes e sombras muito duras). Nas exposições realizadas no exterior, sempre que possível, fotografa-se mais próximo do meio dia e tenta-se esconder a vista do sol através de grandes objetos, como edifícios, árvores, etc. Nas fotografias realizadas no interior, evita-se a inclusão de portas e janelas no quadro, sempre que possível, para reduzir a limitação da gama dinâmica dos sensores digitais, provocando sobre-exposição, nesta situação. Quando não se verifica essa possibilidade, fotografa-se a cena com recurso à técnica de Alto Alcance Dinâmico – HDR (acrónimo do inglês, *High Dynamic Range*), que no nosso caso, consiste em fotografar a mesma imagem com três exposições diferentes com variação de 1 *f/stop* (é a relação entre a distância focal de uma lente e a abertura do seu diafragma) no mesmo disparo a cada 120º, que permite uma exposição mais equilibrada entre as altas e baixas luzes (Fisher, 2017).

No exterior, não se utiliza essa técnica devido ao rápido movimento das nuvens e folhas das árvores devido ao vento, e dinâmica do ambiente urbano (automóveis e pessoas a circularem, etc.), que resultaria numa exposição tipo fantasma ou desfocada. As boas práticas em fotografia, recomendam no final de cada sessão, colocar a bateria da câmara à carga, transferir as imagens do cartão de memória para outro suporte de memória (disco interno ou externo), realizar uma cópia de segurança redundante, e por fim, proceder à limpeza do equipamento (câmara, objetiva, tripé, etc.). No final desta

fase, contabilizam-se 642 fotografias proveitosas para pós-produção e edição de panoramas de 360°, que o processo, se descreve adiante.



Figura 17 – Representação de três exposições para uma panorâmica 360°.

Pós-produção e edição

No final de cada sessão, procede-se à seleção e organização das imagens por POI que compõem o portfólio de fotografias a editar. O processo de pós-produção e edição compreende 3 dimensões:

1. *HDR*. Para o projeto, o processo de criação de imagens HDR compreende duas técnicas distintas para fotografias de exterior e de interior. Devido às especificidades dos locais fotografados no exterior, regista-se uma fotografia a cada 120°, num total de três, para criar uma imagem panorâmica de 360°. A técnica de HDR, é posteriormente processada através do programa Aurora HDR que simula exposições com *f/stop* diferentes da mesma imagem, melhorando o detalhe, o contraste e a tonalidade da imagem. Para as imagens realizadas no interior através de técnica HDR no momento do disparo, são captadas três fotografias a cada 120°, totalizando nove quadros, para posteriormente serem combinadas no programa de edição de imagem Adobe Photoshop CC.

2. *Costura* ou *Stitch*. Editadas as fotografias HDR, de seguida, procede-se à *costura* das imagens fotográficas que consiste em combinar os três quadros numa imagem panorâmica de 360°, através do Autopano Pro, programa específico para este fim. Nesta fase é importante definir como imagem de saída o tipo de panorâmica

equiretangular (rácio 2:1) necessária para a aplicação VR projetar a imagem numa panorâmica esférica de 360º (Figura 18).



Figura 18 – Panorâmica equirectangular 360º.

3. *Edição*. Neste estágio as fotografias configuram-se panoramas equiretangular, prontas para serem ultimadas. Através da ferramenta de edição 3D do programa Adobe Photoshop CC, é possível antever a imagem no modo panorâmico esférico e remover o tripé e a sua sombra visível na imagem, através de técnicas de edição avançadas. Corrigem-se algumas imperfeições, ajustam-se os níveis de cor, saturação e contraste. Concluído este processo, a imagem está pronta para ser exportada no rácio de proporção 2:1 na dimensão de 5.000 x 2.500 *pixéis*, resolução de 72 *dpi* (densidade de pontos por polegada, do inglês, *dots per inch*) e no formato JPEG, conforme especificações para a aplicação VR (Figura 19). Das 642 imagens iniciais, resultaram 74 fotografias panorâmicas 360º a considerar para a aplicação VR.

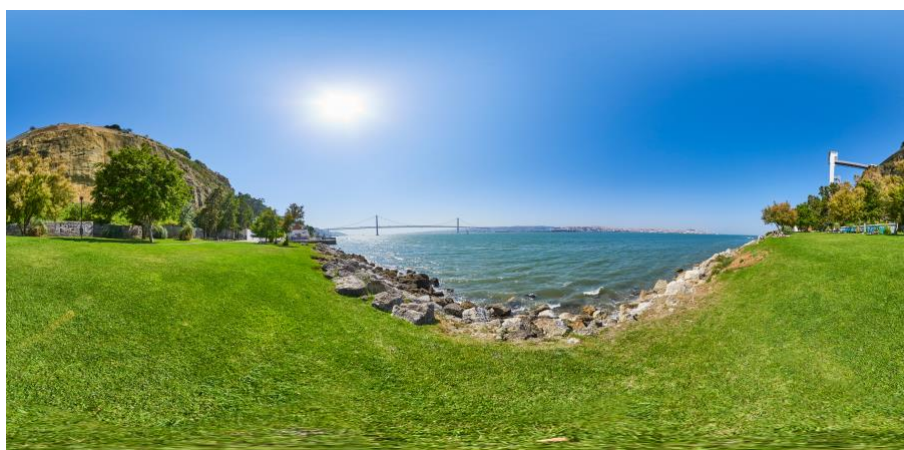


Figura 19 – Panorâmica equirectangular 360º na versão final.

II.3.1.2. Vídeo 360º e áudio espacial

O vídeo 360º, também designado de vídeo imersivo, é uma tecnologia relativamente recente na qual um sistema de câmaras omnidirecionais, são usadas para capturar sequências de vídeo esférico, que, após editadas permitem ser visualizadas em perspectiva de 360º para gerar uma experiência imersiva. O processo de produção de vídeo 360º é muito diferente da filmagem tradicional, por exemplo, a necessidade de programar as sequências de maneira a não incluir na cena elementos indesejados ou desnecessários, como equipamento ou indivíduos que não fazem parte da narrativa. A tecnologia para gerar imagens de qualidade é complexa e existem ainda algumas limitações, como por exemplo, a fraca resolução ou a captura de áudio espacial que requer um equipamento específico.

Por sua vez, a tecnologia áudio encontra-se mais desenvolvida e o método de gravar áudio 360º (Ambisonic), apesar de ser inventado na década de 1970, ganha recentemente visibilidade com o surgimento de novos dispositivos VR, que requerem soluções de áudio espacial (Waves, 2017). Thakur (2017), considera o áudio espacial uma maneira poderosa de imergir totalmente o utilizador e direcionar a atenção para o aplicativo VR por meio do som e proporcionar uma experiência VR credível. Já que o áudio é o único media que estimula o sentido da audição, ao passo que todos os outros tiram partido da visão (Ribeiro, 2015). O áudio espacial pode ser experimentado usando um par de auscultadores convencionais, sem necessidade de equipamento especializado.

Equipamento

Para a captura de vídeo utiliza-se uma câmara *monoscópica* de segmento *prosumer* (Xiaomi Mi Sphere), com resolução máxima de 3840 x 1920 (4K) *pixéis* (1920 x 1920 *pixéis*, por lente) a 30 *fps* (*frame per second*), rácio de proporção 2:1, composta por duas lentes grande angular *olho-de-peixe* de comprimento focal de 1.43mm, que permite em cada lente um ângulo de visão de 190º em todas as direções numa imagem circular. As sequências de vídeo gravadas no cartão de memória são efetuadas no formato MP4. O registo áudio é efetuado por um equipamento portátil compacto semiprofissional (Zoom H2n), com 5 microfones (cardioides e bidirecional) que capturam áudio espacial 2D (X, Y), mais Mid-Side (M/S), em quatro canais separados que

reproduzem áudio a 360º (Figura 20). O gravador gera um formato de saída *Ambisonic* (b-format) tipo AmbiX (Waves, 2017), compatível para vídeos de 360º do Facebook, Youtube VR e aplicações WebVR. Para prolongar as sessões de vídeo, utiliza-se uma bateria externa de recurso (Xiaomi com 20k mAh).

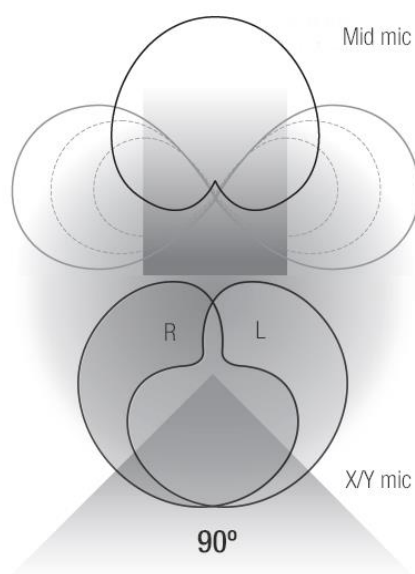


Figura 20 – Diagrama polar do microfone Zoom H2n. Fonte: Zoom³⁰

Devido às especificidades das filmagens de 360º e captura áudio com recurso a equipamento externo à câmara de filmar, concretizam-se diversas experiências para suportar o equipamento. A primeira, utiliza-se um tripé convencional de fotografia, porém, a cabeça de suporte fica demasiado evidenciada nas filmagens, dificultando o processo de pós-produção; a segunda tentativa, recorre-se a um monopé com pequenos pés na sua base, mas pela sua estrutura, torna-se difícil manter estável o equipamento; por último, cria-se uma estrutura adaptada, a partir de um tripé de viagem para fotografia, um suporte de luzes de estúdio, um contrapeso para material fotográfico e um grampo articulado para fixar o microfone à estrutura (Figura 21).

³⁰ Disponível em <https://www.zoom-na.com/products/field-video-recording/field-recording/zoom-h2n-handly-recorder>



Figura 21 – Configuração criada para as filmagens 360°

Técnica

No final de cada sessão de fotografia 360°, inicia-se a captura de sequências de vídeo 360° e áudio espacial. À semelhança do procedimento no registo fotográfico, estabiliza-se o equipamento num local seguro, evita-se a vista do sol através de grandes objetos, como edifícios, árvores, etc., e coloca-se o centro das lentes a uma altura aproximada de 1,65m. Ajustam-se os parâmetros da câmara na resolução máxima (4K), a 30 quadros por segundo e temperatura de cor (balanço de brancos) no modo *exterior*, confirma-se a colocação do cartão de memória e liga-se a câmara à bateria redundante. Verificam-se as especificações do gravador áudio, se se encontra no registo espacial (Ambisonic), se o ganho do som está adequado ao ambiente, o cartão de memória está inserido, e não menos importante, se a orientação frontal do gravador está em consonância com a lente da frente da câmara vídeo 360°, para o áudio e vídeo corresponderem na edição.

Observadas as recomendações descritas, inicia-se a sessão de gravação, ligando em primeiro lugar a câmara de vídeo e de seguida o gravador áudio, com uma etiqueta sonora (nome do local, ou espaço a captar), para facilitar na fase de pós-produção, a sincronização do áudio interno da câmara com o registado pelo gravador áudio espacial.

Cada captura de vídeo e áudio, dura aproximadamente três minutos, tempo suficiente para o autor se poder afastar da cena, regressar ao local de gravação e em edição escolher a sequência que melhor se enquadra com o tema (Figura 22). O áudio captado em particular para o Museu Naval, é uma combinação de várias fontes sonoras (som do mar, gaivotas e outras aves marinhas e buzina de navio) captadas em locais distintos, pós-produzidas e editadas para o projeto. As boas práticas em fotografia, aplicam-se igualmente para o vídeo e áudio. No final desta fase, contabilizam-se 65 sequências de vídeo e áudio para pós-produção e edição, que o seu processo se descreve de seguida.



Figura 22 – Representação de filmagem da lente frontal e traseira.

Pós-produção e edição

No início da tarefa, selecionam-se e organizam-se os arquivos de vídeo e áudio por POI. O processo de pós-produção e edição compreende 4 grandezas:

1. *Costura* ou *Stitch do vídeo* – ação de combinar os dois vídeos capturados pela lente frontal e traseira da câmara, numa única sequência de vídeo 360º (Figura 23), através do programa Mi Sphere Camera. O processo de costura do vídeo, apesar de moroso, é totalmente automatizado pela aplicação, sem necessidade de ajustes por parte do utilizador. O ficheiro de saída gerado encontra-se no formato MPEG-4, equiretangular na dimensão de 3840 x 1920 (4K) pixéis e com o rácio de proporção 2:1.



Figura 23 – Clip de vídeo panorâmico equirectangular 360°.

2. *Pós-produção Áudio* – com recurso ao programa de edição áudio Adobe Audition CC, procede-se à redução de ruído, amplificação sonora e adaptação de outros efeitos, sempre que a faixa de áudio o necessitar. Para o programa de edição de vídeo reconhecer o áudio espacial corretamente, convertem-se os 4 canais (0, 1, 2, 3) em 1 canal Ambisonic que contém a informação espacial (w, x, y, x) e exporta-se o novo ficheiro de áudio seguindo as especificações Ambisonic (b-format).

3. *Pós-produção vídeo* – técnica que envolve a correção do vídeo para remoção do tripé e a sua sombra que ficam visíveis na sequência. Operação efetuada com o programa Adobe After Effects CC em conjunto com o Adobe Photoshop CC. Na segunda parte, corrigem-se os níveis de cor, saturação, contraste, e brilho a cada clipe de vídeo. De salientar, nesta fase de implementação do projeto, o importante contributo da formação em *Visual Fx and Graphics in 360° Video Production*, que o autor participa em junho de 2018, no iNOVA Media Lab, com o formador Simon Quiroz da Universidade de Austin, Texas.

4. *Edição* – fase do processo, em que se criam as sequências de vídeo 360° finais a partir dos *clips* previamente tratados. Procedimento que envolve a seleção e organização dos clips de vídeo, corte do excesso de filme digital na linha temporal, sincronização do áudio espacial, aplicação de transições (vídeo e áudio), antever a sequência criada, gerar e exportar o vídeo panorâmico 360° de acordo com as especificações da autoria da aplicação VR (Figura 24).

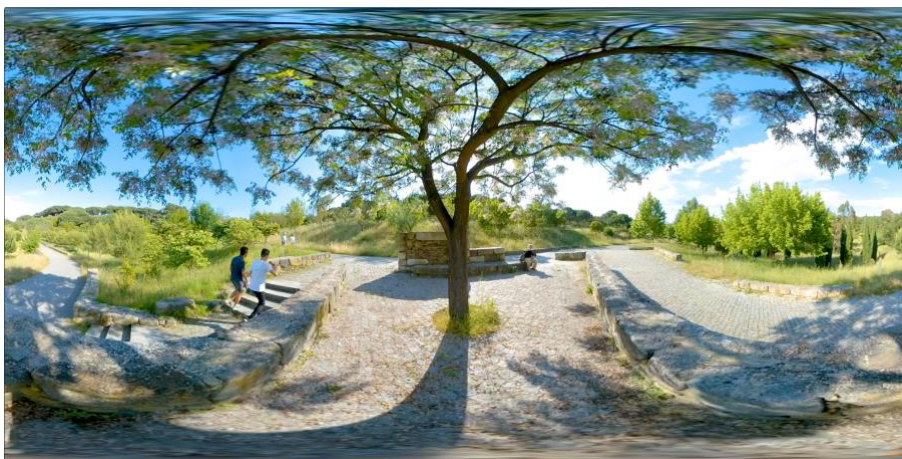


Figura 24 – Sequência de vídeo 360º final.

II.3.1.3. Voice-over e música

Contribuindo para um melhor conhecimento dos pontos de interesse explorados no projeto ALMADA360, adiciona-se uma narrativa não diegética proporcionando uma maior profundidade à experiência VR. Enquanto o utilizador percorre a visita virtual, uma *voice-over* descreve o local atuando como audioguia virtual. Para a técnica, recorre-se à digitalização da fala humana, colocando na narradora um microfone de lapela (também conhecido por microfone *lavalier*) ligado a um gravador áudio digital, que vai registando a sua fala. Os textos de autoria da Câmara Municipal de Almada, à exceção da descrição da Casa da Cerca – Centro de Arte Contemporânea, que é uma adaptação de um artigo de Emília Ferreira (2014), Doutora em História da Arte (FCSH, UNL), curadora da Casa da Cerca até 2017 e atual diretora do Museu do Chiado. Os ficheiros áudio gerados são pós-produzidos no Adobe Audition CC, para aplicação do efeito de elevação vocal, corrigir algumas variações no ritmo e entoação na leitura dos textos. O ficheiro exportado no formato MP3, é diretamente inserido no código da aplicação em sobreposição ao áudio espacial ou à música ambiente.

Nos espaços interiores entendeu-se experimentar uma abordagem diferente e recorrer a representação musical em substituição do som real. A pesquisa do género musical pretendido é elaborada na livraria de música *online* Free Music Archive, selecionando-se as músicas New Day³¹ e Sun³² de Alan Spiljak, e Rignonfiamento del

³¹ Disponível em http://freemusicarchive.org/music/Alan_Spiljak/Colors/Alan_Spiljak_-_05_-_New_day

³² Disponível em http://freemusicarchive.org/music/Alan_Spiljak/Colors/Alan_Spiljak_-_10_-_Sun

cuore³³ de Reeder, para a Casa da Cerca, Museu da Cidade e Solar dos Zagallos, respetivamente. As referidas obras musicais originais, estão protegidas pela licença *Creative Commons*, para uma utilização não comercial e não se procedeu a qualquer manipulação aos arquivos originais.

II.3.2. Autoria da aplicação de realidade virtual

Concluída a fase de criação dos conteúdos, inicia-se uma nova e desafiante etapa: desenvolvimento do código da aplicação. A frequência nas disciplinas de Práticas Web I e II, permite ao autor adquirir novos conhecimentos e consolidar a sua experiência enquanto aspirante a programador *front-end* das tecnologias Web (HTML, CSS e JavaScript). Contudo, desenvolver uma aplicação para VR na Web, assume-se uma novidade. No seguimento da revisão de literatura sobre a especificação WebVR, dão-se os primeiros passos na estrutura da aplicação com a *framework* A-Frame na versão 0.7.2. Pesquisam-se componentes JavaScript, executam-se alguns protótipos e avança-se no bom sentido, até surgirem os primeiros obstáculos.

Após atualização do Oculus Browser, algumas importantes funcionalidades da aplicação deixam de funcionar e substitui-se a A-Frame pela *framework* React VR (atualmente React 360 do Facebook), que resolve alguns constrangimentos, mas não todos. Para dar seguimento à aplicação VR, o autor participa num curso online na plataforma Udemy sobre A-Frame (*Learn A-Frame and Get Ready For WebVR*, com Danilo Pasquariello)³⁴ e regressa-se à *framework* inicial, agora, na versão 0.8.2. Ultrapassadas as dificuldades iniciais, começa uma nova fase no desenvolvimento do código da aplicação.

A maior força da A-Frame está na comunidade de pessoas que se juntam num ecossistema para tornar o desenvolvimento da WebVR uma experiência gratificante. Sem essa comunidade, o presente projeto não seria uma realidade.

³³ Disponível em http://freemusicarchive.org/music/Reeder/Marie_Doro/Reeder_-_marie_doro_-_05_rigonfiamento_del_cuore_piano_solo

³⁴ Disponível em <https://www.udemy.com/learn-a-frame-and-get-ready-for-webvr/>

II.3.2.1. Estrutura da aplicação

Analisado no capítulo anterior, WebVR é uma API JavaScript que faz uso de dispositivos com capacidades VR, para criar experiências totalmente imersivas em navegadores web. A *framework* A-Frame permite desenvolver aplicações WebVR a partir de HTML e da arquitetura *entity-component-system* (ECS). Para o desenvolvimento da aplicação em A-Frame, utilizam-se três tipos de documentos devidamente organizados (Anexo V): 1. *Hipertexto* (HTML); 2. *JavaScript* (JS); e 3. *Média* (JPEG, PNG, MP3 e MPEG-4).

1. *Hipertexto* – na raiz da aplicação encontram-se dois documentos: página inicial de apresentação do projeto ao público, registo de dados métricos para plataforma Google Analytics e função de transferir a aplicação para WebVR ou Desktop VR, dependendo do navegador utilizado (index.html); página com interface gráfica em 360º com perspetiva na primeira pessoa, que liga o utilizador aos nove destinos da experiência VR (home.html). Pasta de documentos *tours*, contém onze ficheiros hipertexto para cada ponto de destino, com a principal função de guiar o utilizador pela experiência. Configuram-se os *hotspots*, parametriza-se o áudio, os panoramas 360º, as transições entre cenários e posiciona-se a interface no ambiente tridimensional. A pasta *videos*, contém seis ficheiros hipertexto com a função de reprodução dos vídeos 360º dentro do ambiente virtual.

2. *JavaScript* – os ficheiros JavaScript estão organizados dentro da pasta *js*. Os componentes utilizados para a aplicação são reutilizados a partir de bibliotecas disponíveis em código aberto na plataforma GitHub e A-Frame. Para a aplicação em geral utilizam-se os componentes *afree.min.js*, core principal da API; *super-hands.min.js*, permite gerir as entradas gestuais do utilizador na WebVR, fornecendo uma API consistente em todos os dispositivos (autor Will Murphy)³⁵; *afree-event-set-component.min.js*, componente para gerir propriedades de eventos de diferentes entidades (autor Kevin Ngo)³⁶; *afree-hyperlink.js*, permite a passagem entre aplicações VR sem que o utilizador saia da imersão (autor C. Van Wiemeersch)³⁷; *afree-travel-*

³⁵ Disponível em <https://github.com/wmurphyrd>

³⁶ Disponível em <https://github.com/ngokevin>

³⁷ Disponível em <https://github.com/cvan>

component.js, componente que permite o movimento no ambiente virtual, baseado na posição do olhar do utilizador (*gaze-based input*) (autor Ruben van der Leun)³⁸. Para implementar as panorâmicas 360º, configurar os *hotspot* e construir a experiência, adaptam-se três componentes de Wiemeersch: *tour.js*, *hotspot.js* e *panorama.js*

3. *Média* – a pasta *assets* e as subpastas *images*, *sounds* e *vídeos*, contêm 92 ficheiros de média para a aplicação, previamente criados na fase de autoria de conteúdos multimédia, de acordo com as especificações WebVR.

Nesta fase de implementação do projeto, o protótipo da aplicação encontra-se funcional para passar ao estágio de teste e validação.

II.4. Teste e validação

A verificação das especificidades e aspetos técnicos do protótipo, ocorre no final do ciclo de conceitualização, design e produção do projeto. Nesta fase, Strauss (1997 Cit. por Ribeiro, 2015) sugere o levantamento de falhas de design, erros de conteúdo e defeitos de execução da aplicação, através de testes de funcionamento e compatibilidade de cada um dos elementos da interface, devendo associar-lhes uma prioridade, bem como a aplicação deve ser testada em cada uma das plataformas de hardware e software a que se destina. A bateria de testes efetuada para o sistema imersivo recorre-se a dispositivo HMD Oculus Go com navegador Oculus Browser e equipamento informático com sistema operativo macOS, e navegadores Safari, Google Chrome e Firefox para o sistema não imersivo. A conexão à internet é efetuada através de ligação Wi-Fi a router com uma velocidade média de download de 47 Mbps. Em dois elementos de interação (botão gráfico e *hotspot* em um cenário), é detetado uma falha de prioridade alta. Corrigido o erro, a aplicação é novamente submetida a teste e a funcionar sem falhas.

II.5. Implementação e publicação

O protótipo funcional da aplicação, considera-se a versão final para prova de conceito. O passo seguinte consiste em preparar os ficheiros para serem instalados no servidor definido através da aplicação FileZilla. As recomendações de boas práticas Web

³⁸ Disponível em <https://www.npmjs.com/package/aframe-travel-node>

e as restrições de segurança WebVR, obrigam implementar as aplicações em servidores com certificados de segurança (SSL / HTTPS). Para garantir a credibilidade, facilidade de divulgação e evolução do projeto, aloja-se a aplicação em domínio próprio: <https://www.almada360.pt>

III. GRUPO DE TESTES

Este capítulo é dedicado à avaliação da aplicação VR desenvolvida. É testada por um grupo de 12 utilizadores voluntários que pertencem à coorte identificada como geração *Millennial*, público alvo definido na fase de pesquisa e planeamento do projeto e tem como objetivo identificar se a aplicação cumpre com os objetivos propostos e se a experiência desperta interesse como uma pré-visita turística.

III.1 Recolha de dados

A aplicação desenvolvida permite a experiência VR na Web através de sistemas imersivos e não-imersivos. Para a amostra dimensiona-se a experiência à imersividade com recurso a 1 equipamento HMD Oculus Go, com auscultadores incorporados. Através de convites pessoais a conhecidos e amigos, os participantes inserem-se numa amostra de conveniência, sem qualquer ligação ao projeto ou relação alguma com a área estudada. Os testes são realizados em sessões individuais com a duração de 50 minutos (30 minutos para a experiência e 20 minutos dedicados à explicação e questionários) em local de acesso à internet e seguem um procedimento de acordo com a seguinte ordem:

1. *Explicação da experiência, investigação e metodologia dos questionários*; 2. *Experiência imersiva*; 3. *Resposta aos questionários*; 4. *Agradecimento pela participação e final da sessão*.

Os questionários (quatro) de resposta anónima, são disponibilizados e preenchidos online³⁹. O primeiro questionário (Anexo VI), tem como objetivo identificar o nível sociodemográfico do utilizador. O segundo questionário (Anexo VII), pretende avaliar a facilidade de uso da interface e da aplicação. Para medir o sentimento de presença do utilizador no ambiente virtual, aplica-se um terceiro questionário (Anexo VIII), o *Questionário de Presença Igroup* (IPQ) de Schubert, Friedmann e Regenbrecht (2001) na versão portuguesa adaptada e validada pelos autores Vasconcelos-Raposo et.

³⁹ Disponível em <https://goo.gl/forms/DXmpBlmWYHXvGuGf2>

al. (2016). Por último, o quarto questionário (Anexo IX), pretende aferir o interesse em utilizar a aplicação de realidade virtual, enquanto pré-experiência do destino turístico. Os quatro questionários de resposta fechada, incluem perguntas de resposta única para o primeiro questionário, e para os restantes, de matriz de escolha única numa escala Likert de 5 valores (entre 1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente).

III.2 Resultados

De acordo com os questionários analisados, na dimensão sociodemográfica verifica-se um maior número de utilizadores do sexo masculino (7), comparado com o sexo feminino (5) e a idade média situa-se nos 30,42 anos. A nacionalidade portuguesa é predominante na amostra (11). A habilitação académica dos utilizadores encontra-se ao nível de mestrado (1), licenciatura (6), ensino secundário (4) e ensino básico (1). Este último não é validado por se considerar erro de preenchimento. 41,7% dos utilizadores utiliza o computador 1 a 2 horas diariamente. Em percentagem igual, utilizam mais de 5 horas diárias um dispositivo móvel. 58,3% refere que costuma jogar computador e metade dos inquiridos (6) já tinha experimentado aplicações de VR. A grande maioria dos utilizadores prefere o dispositivo móvel (66,7%) ao computador (33,3%). No mesmo sentido, preferem descarregar e instalar as aplicações no equipamento (58,3%), contra aceder de imediato à aplicação através da Web (41,7%).

Na dimensão da usabilidade da interface, a totalidade dos utilizadores consideraram a interface fácil de aprender e navegar, de utilização intuitiva e agradável (questões 1-3). No tópico conforto (4), 2 utilizadores mantiveram a resposta neutra e os restantes 10 positiva. Quando confrontados sobre a preferência da interface da aplicação VR a interface de rato e teclado (5), as respostas divergiram. 4 utilizadores responderam negativamente, 2 neutras e 6 positivas. A recomendação do sistema e a satisfação da experiência (6-7), as respostas foram totalmente positivas.

A partir das respostas ao questionário de presença aplicado neste trabalho, resumido no quadro 1, observa-se que os utilizadores validam a sensação de presença e o realismo do ambiente virtual criado para a aplicação.

Quadro 1. Resposta ao questionário sobre presença

	Negativa	Neutra	Positiva
1. Estive consciente do mundo real enquanto navegava no ambiente virtual	5	2	5
2. O ambiente virtual pareceu-me completamente real	-	3	8
3. Tive a sensação de estar a atuar num espaço virtual	3	1	8
4. A experiência no ambiente virtual pareceu-me tão real como as minhas vivências do dia-a-dia	1	3	8
5. O ambiente virtual pareceu-me tão real como o mundo que conheço	-	2	10
6. Não me senti presente no ambiente virtual	6	1	5
7. Eu não estava consciente do mundo real que me rodeava	-	2	10
8. Eu tive a sensação de “estar” no ambiente virtual	-	1	11
9. De alguma forma eu senti que o mundo virtual me envolveu	-	-	12
10. Senti-me presente no ambiente virtual	-	-	12
11. Durante a experiência continuei a prestar atenção ao local onde estava a ter a experiência	7	3	2
12. O ambiente virtual pareceu-me mais realista do que o mundo real	6	4	2
13. Senti-me como se estivesse apenas a visualizar imagens	8	4	-
14. Senti-me completamente atraído pelo ambiente virtual	-	-	12

A última dimensão analisada no quadro 2, pré-existência do destino turístico, revela a importância da criação de informação turística inovadora e a sua aceitação pelos utilizadores.

Quadro 2. Resposta ao questionário sobre pré-existência do destino turístico

	Negativa	Neutra	Positiva
1. Durante a experiência, desejei conhecer fisicamente o lugar visitado.	-	-	12
2. Para mim, a experiência cria uma perceção realista do destino.	-	1	11
3. Considero esta experiência importante para divulgar o destino turístico.	-	-	12
4. Esta experiência é importante para melhorar o meu conhecimento sobre o destino turístico.	-	-	12
5. Eu prefiro escolher um destino turístico através de folhetos e catálogos a este tipo de experiência.	8	4	-
6. Para escolher um destino turístico, eu prefiro deslocar-me a uma agência de viagens a procurar na Web.	10	2	-

Os resultados dos inquéritos podem ser analisados graficamente nos anexos X a XIII.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal desígnio deste projeto consiste na criação de uma aplicação Web de experiência imersiva de turismo virtual, com conteúdo original em fotografia e vídeo 360º para promover o concelho de Almada, enquanto destino de património e cultura.

Explorar diversos media, possibilitou adquirir e consolidar conhecimentos de relevante importância para o desenvolvimento de projetos futuros. Além disso, também permitiu aprofundar domínio teórico e prático, mais consistente sobre as etapas de implementação de um projeto desta natureza.

Todo o processo de pesquisa e planeamento, design, autoria de conteúdos multimédia, e autoria da aplicação de realidade virtual, foi idealizado de acordo com um projeto com potencial de implementação comercial. O estudo com grupo de utilizadores, não obstante, da sua dimensão permitiu responder a questões de usabilidade, imersão e presença da aplicação VR, enquanto pré-experiência do destino turístico.

Foram identificados alguns pontos fracos no projeto, resultantes das limitações tecnológicas atuais na captura e reprodução de vídeos 360º, que suavizam demasiado a imagem, perdendo detalhe e profundidade de cor, afetando assim, a sensação de presença. Por um lado, a resolução máxima de gravação em equipamentos *prosumer* restringe-se a 4K (3840 x 1920 pixéis), distribuindo 1920 x 1920 pixéis em cada lente. A visualização dos vídeos 360º com HMD, compromete ainda mais a resolução, resultante da tecnologia VR em desenvolvimento. Por outro lado, os vídeos equirectangulares ou esféricos 360º são *renderizados* na sua totalidade, mesmo que o utilizador apenas observe uma pequena parte (aproximadamente 90º) do vídeo de cada vez, obrigando a uma elevada compressão do ficheiro para optimização, sacrificando uma vez mais, a sua qualidade.

A tecnologia emergente WebVR utilizada para a autoria da aplicação VR do projeto, observou entre diferentes especificações, alguns constrangimentos na implementação do código. Embora ainda numa fase experimental, a API permite criar em código aberto, experiências VR bastante satisfatórias e realistas com as vantagens

que a Web oferece: acesso imediato, facilidade de integração com outros dados, multiplataforma, implementação mais rápida e economicamente mais viável.

O setor do turismo, enquanto produtor de serviços de natureza intangível, reconhece bem a importância da informação que oferece aos seus clientes, antes de se tomar a decisão sobre um determinado destino ou produto turístico. O desenvolvimento de novas estratégias de comunicação e informação, para além dos canais tradicionais, colocam o turismo na posição dianteira da competitividade ao explorar novos media para promoção e divulgação turística.

O presente projeto, procura dar resposta à necessidade do setor, ao criar informação turística inovadora através da representação de elementos visuais inseridos num ambiente virtual Web, que contribuem para revelar de forma mais realista um destino potencial.

Tendo em conta a comunhão entre vários media 360º (fotografia, vídeo e áudio), Realidade Virtual e Web, considera-se que são necessários mais estudos nesta área e acredita-se que as dimensões exploradas neste projeto, são um contributo positivo para melhorias ou orientações para próximas pesquisas.

O projeto ALMADA360, é apenas um ponto de partida. A convergência entre tecnologias de Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Web, já são uma realidade de investigação com elevado potencial para o setor do turismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anthes, C., Hernandez, R., Wiedemann, M. e Kranzlmüller, D. (2016). *State of the Art of Virtual Reality Technologies*. Disponível em <https://doi.org/10.1109/AERO.2016.7500674>.
- Bergstrom, L. (2018). *New API to Bring Augmented Reality to the Web*. Mozilla blog. Disponível em <https://blog.mozvr.com/new-api-to-bring-augmented-reality-to-the-web/>
- Black, A. (2010). *Gen Y: Who They Are and How They Learn*. Educational Horizons, v88 n2 p92-101. Disponível em <https://eric.ed.gov/?id=EJ872487>
- Bolas, M. (2012). *Low-Cost Immersive Viewer*. Institute for Creative Technologies – USC. Disponível em <http://ict.usc.edu/prototypes/immersive-viewer/>
- Bolas, M., McDowall, I., Pair, J. e Haynes, K. (2006). *Environmental and Immersive Display Research at the University of Southern California*. Paper apresentado no IEEE VR Workshop on Emerging Display Technologies, 2006. Disponível em <http://www.fakespacelabs.com/papers/ieee2006.pdf>
- Community Research and Development Information Service – CORDIS (2018). *Cultural heritage Virtual Reality brings us face to face with our ancestors*. BIHC — Result In Brief. Magazine da Comissão Europeia. Disponível em https://cordis.europa.eu/result/rcn/231211_en.html
- Correia, A. Montez, R. e Silva, G. (2016). *Millennials: A geração que vem revolucionar o capitalismo*. In revista Visão (online). Disponível em <http://visao.sapo.pt/actualidade/sociedade/2016-09-23-Millennials-A-geracao-que-vem-revolucionar-o-capitalismo>
- Developers Google (2018). WebVR. Disponível em <https://developers.google.com/web/fundamentals/vr/>
- Disztinger, P., Schlögl, S. e Groth, A. (2017). *Technology Acceptance of Virtual Reality for Travel Planning*. 255-268. Disponível em DOI 10.1007/978-3-319-51168-9_19.

- Fakespace Labs (2006). *Wide5 HMD data Sheet*. Disponível em <http://www.fakespacelabs.com/files/Download/Wide5%20Data%20Sheet.pdf>
- Ferreira, E. (2014). A Casa da Cerca, um projeto de autor: 20 anos de programação para o diálogo. MIDAS (Online). Disponível em <https://doi.org/10.4000/midas.570>
- Fisher, R. (2019). *The Anti-HDR HDR Photography Book. A guide to photorealistic HDR and image blending*. Routledge – Taylor & Francis, Nova Iorque
- Fisher, S. S. (1991). *Virtual Environments, Personal Simulation, & Telepresence*. In: Helsel, S. e Roth, J. (ed.) *Virtual Reality: Theory, Practice and Promise*. Meckler Publishing. Disponível em <http://itofisher.com/sfisher/portfolio/files/images/7/VirtualSimPresence-pdfrev.pdf>
- Giberson, J. (2017). *Gen Y, Virtual Reality & Tourism*. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/321365224_Gen_Y_Virtual_Reality_Tourism.
- Goldman Sachs (2016). *Virtual & Augmented Reality: Understanding the Race for the Next Computing Platform*. Disponível em <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/technology-driving-innovation-folder/virtual-and-augmented-reality/report.pdf>
- Guttentag, D. (2010). *Virtual reality: Applications and implications for tourism*. Tourism Management. Disponível em DOI 31. 637-651. 10.1016/j.tourman.2009.07.003.
- Hays, S., Stephen, J.P., e Buhalis, D. (2013). *Social media as a destination marketing tool: its use by national tourism organisations*. Current Issues in Tourism, 16:3, 211-239, disponível em <http://dx.doi.org/10.1080/13683500.2012.662215>
- Heilig, M. L. (1960). *Stereoscopic-television apparatus for individual use*. United States Patent Office, patente nº 2955156 de 4 outubro 1960. Disponível em <http://www.mortonheilig.com/TelesphereMask.pdf>
- Howell, D. e Hadwick, A. (2017). *Does Virtual Reality Have a Place in Travel?* EyeforTravel, Reino Unido

- International Society for Presence Research. (2000). *The Concept of Presence: Explication Statement*. Disponível em <https://smcsites.com/ispr/>
- Jerald, J. (2016). *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool Publishers.
- Langford, M. (2013). *Fotografia Avançada de Langford. Guia completo para fotógrafos*. 8ª Edição. Bookman.
- Lévy, P. (1997). *Cibercultura. Relatório para o Conselho da Europa no quadro do projecto "Novas Tecnologias: cooperação cultural e comunicação"*. Versão portuguesa, Instituto Piaget, Lisboa, 2000.
- Lundy, L. (2015). *Future Traveller Tribes 2030: Building a more rewarding journey*. Disponível em <https://amadeus.com/documents/en/blog/pdf/2015/07/amadeus-traveller-tribes-2030-airline-it.pdf>
- Manovich, L. (2002). *The Language of New Media*. The MIT Press Cambridge, London.
- Martins, J., Gonçalves, R., Branco, F., Barbosa, L., Melo, M. e Maximino, B. (2017). *A multisensory virtual experience model for thematic tourism: A Port wine tourism application proposal*. Journal of Destination Marketing & Management. Disponível em DOI 10.1016/j.jdmm.2017.02.002.
- Merriam-Webster (s.d.) *Definition of virtual reality*. Disponível em <https://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual%20reality>
- Mine, M. (1995). *Virtual Environment Interaction Techniques*. University of North Carolina. Disponível em <http://www.cs.unc.edu/techreports/95-018.pdf>
- Murray, J. (2003). *Hamlet no Holodeck. O futuro da narrativa no ciberespaço*. Editora Unesp, São Paulo.
- Norman, D. (2013). *The design of everyday things*. Revised and expanded edition. Basic Books.
- Otto, P. (2007). *Between the Virtual and the Actual: Robert Barker's Panorama of London and the Multiplication of the Real in late eighteenth-century London*. Revista Erudit online. Disponível em <https://doi.org/10.7202/016130ar>

- Palco das Artes (2015). *The Gift transmitem concerto em Realidade Virtual*. Disponível em <https://palcodasartes.com/the-gift-transmitem-concerto-em-realidade-virtual/>
- Parente, A. (1998). *O Virtual e o Hipertextual*. Núcleo de Tecnologia da Imagem. Editora Pazulin. Rio de Janeiro.
- Parisi, T. (2015). *Learning Virtual Reality*. Primeira Edição. Editora O'Reilly Media.
- Pimentel, K., Teixeira, K. (1995). *Virtual Reality. Through the new looking glass*. 2ª Edição, McGraw-Hill.
- Rex, S. (2016). *2016 Virtual Reality Consumer Adoption Report*. Consultado a 15 março 2018 em <https://greenlightinsights.com/consumer-interest-in-virtual-reality-goes-far-beyond-gaming/>
- Ribeiro, N. (2015). *Multimédia e Tecnologias Interativas*. 5ª edição. FCA, editora de informática, Lisboa.
- Rubin, P. (2014). The future of travel has arrived: virtual-reality beach vacations. In Wired. Disponível em <https://www.wired.com/2014/09/marriott-vr-teleporter/>
- Schubert, T., Friedmann, F. e Regenbrecht, H. (2001). *The Experience of Presence: Factor Analytic Insights*. Presence, Vol. 10, No. 3, June 2001, 266 –281. Disponível em http://www.igroup.org/schubert/papers/schubert_regenbrecht_friedmann_presence01.pdf
- Slater, M., e Wilbur, S. (1997). A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculation on the Role of Presence in Virtual Environments. Disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.472.622&rep=rep1&type=pdf>
- Steinickle, F. (2016). *Being Really Virtual: Immersive Natives and the Future of Virtual Reality*. Chapter 2, *The Science and Fiction of the Ultimate Display*. Ed. Springer.
- Sutherland, I. (1965). *The Ultimate Display*. Information Processing Techniques Office, ARPA, OSD. Disponível em <https://pubweb.eng.utah.edu/~cs6360/Readings/UltimateDisplay.pdf>

- Sutherland, I. (1968). *A head-mounted three dimensional display*. Harvard University. Disponível em <https://www.cise.ufl.edu/research/lok/teaching/ve-s07/papers/sutherland-headmount.pdf>
- Thakur, A. (2017). *Creating Spatial Audio for 360 Video using FB360 spatial Workstation*. Oculus developer blog. Disponível em <https://developer.oculus.com/blog/creating-spatial-audio-for-360-video-using-fb360-spatial-workstation/>
- Thalmann, N. e Papagiannakis, G. (2006). *Virtual Worlds and Augmented Reality in Cultural Heritage Applications*. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/232613064_Virtual_Worlds_and_Augmented_Reality_in_Cultural_Heritage_Applications
- Thompson, S. (2015). *VR Panoramic Photography and Hypermedia: Drawing from the Panorama's Past*. ISEA2015. Disponível em <https://dspace.aus.edu/xmlui/handle/11073/8793>
- Tori, R. e Kirner, C. (2006). *Fundamentos de Realidade Virtual*. In: Tori, R., Kirner, C. e Siscouto, R. (org.) *Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*. VIII Symposium on Virtual Reality, Belém, Brasil.
- Trachtenberg, A. (2013). *O Estereoscópio e o Estereógrafo* (Oliver Wendell Holmes). In: Trachtenberg, A. (org.) *Ensaio sobre fotografia de Niépce a Krauss*. 1ª Edição, Orfeu Negro. Lisboa. Publicado originalmente em 1980 por Leete's Island Book.
- Vasconcelos-Raposo, J., Melo, M., Barbosa, L. Rodrigues, R., Teixeira, C., Cabral, L., Sousa, A. e Bessa, M. (2016). *Adaptation and Validation of the Igroup Presence Questionnaire (IPQ) in a Portuguese Sample*. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 25. Disponível em https://doi.org/10.1162/PRES_a_00261.
- W3C (2017). *WebVR Working Group Charter*. Disponível em <https://www.w3.org/2017/07/vr-wg-charter.html>
- Wade N. (2002). *Guest editorial. Perception*. 2002, volume 31, p. 265-272. Consultado a 12 agosto em DOI:10.1068/p3103ed

- Waves (201). *Ambisonics Explained: A Guide for Sound Engineers*. Blog da Waves.
Disponível em <https://www.waves.com/ambisonics-explained-guide-for-sound-engineers>
- Web 3D Consortium (2002). *The Virtual Reality Modeling Language*. ISO/IEC 14772-1:1997 e ISO/IEC 14772-2:2002. Disponível em <https://www.web3d.org/x3d/vrml/>
- Web 3D Consortium (s.d.). *What is X3D*. Disponível em <http://www.web3d.org/x3d/what-x3d>
- Weissberg, J. (1993). *Real e Virtual*. In: Parente, A. (org.). *Imagem-máquina*. 3ª Edição, (2ª reimpressão, 2004). Rio de Janeiro: Editora 34.
- Williams, P. e Hobson, J. (1995). *Virtual reality and tourism: fact or fantasy?* Tourism Management, 16(6), 423-427. Disponível em [https://doi.org/10.1016/0261-5177\(95\)00050-X](https://doi.org/10.1016/0261-5177(95)00050-X)
- Wilson, J. (2003). Gantt charts: A centenary appreciation. Elsevier Science. Disponível em [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00769-5](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00769-5)
- World Tourism Cities Federations – WTCF (2018). *Tourism industry becomes one of the major industries that apply VR technology*. Report on World Tourism Economy Trends, Excerpt -8. Disponível em <http://en.wtcf.org.cn/rearticle/2018031515204.html>
- Xavier, J. (1998). *Os Inventores da Perspectiva*. Boletim da APROGED, n. 6, p. 13-22, 1998. FAUP – Faculdade de Arquitetura Universidade do Porto. Consultado a 3 junho 2018 em: <http://hdl.handle.net/10216/62353>.
- Xiang, Z., Magnini, V., e Fesenmaier, D. (2015). *Information technology and consumer behavior in travel and tourism: Insights from travel planning using the internet*. Journal of Retailing and Consumer Services, 22, 244-249. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2014.08.005>
- Zone, R. (2007). *Stereoscopic Cinema & the Origins of 3-d Film, 1838-1952*. The University Press of Kentucky.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação da Tavoletta de Brunelleschi.....	6
Figura 2 – Primeira versão do Stereoscope de Wheatstone.	7
Figura 3 – Estereoscópio lenticular de Brewster.	8
Figura 4 – Estereoscópio de Holmes.....	8
Figura 5 – Vista detalhada do Telesphere Mask de Heilig. Na representação, os auscultadores foram omitidos.....	9
Figura 6 – Simulador Sensorama de Heilig.	10
Figura 7a – Sistema com o sensor ultrassónico em uso.	11
Figura 7b – Sistema com o HMD em uso.	11
Figura 8 – Dispositivo HMD Wide5.	13
Figura 9a – Protótipo Socket HMD.	13
Figura 9b – Protótipo Socket Mobile FOV2GO.	13
Figura 9c – Protótipo iNVerse.	13
Figura 10 – Menu gráfico 360º.	32
Figura 11 – Representação da interface da aplicação.	33
Figura 12 – Elemento tridimensional de interação hotspot.	33
Figura 13 – Representação de ecrã com hotspot no cenário.	33
Figura 14 – Representação de ecrã com ponteiro circular de interação.....	34
Figura 15 – Representação de ecrã com ponteiro raio laser.....	34
Figura 16 – Configuração do equipamento para criação de fotografias panorâmicas 360º.....	37
Figura 17 – Representação de três exposições para uma panorâmica 360º.....	39
Figura 18 – Panorâmica equirectangular 360º	40
Figura 19 – Panorâmica equirectangular 360º na versão final.....	40
Figura 20 – Diagrama polar do microfone Zoom H2n.	42
Figura 21 – Configuração do equipamento de filmagem para vídeo 360º.....	43
Figura 22 – Representação de filmagem da lente frontal e traseira.	44
Figura 23 – Clip de vídeo panorâmico equirectangular 360º.	45
Figura 24 – Sequência de vídeo 360º final.....	46

ANEXO I

Autorização para captação de som e imagem



MUNICÍPIO DE ALMADA CÂMARA MUNICIPAL

DIREÇÃO MUNICIPAL DE ADMINISTRAÇÃO GERAL E
FINANÇAS
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO
E FINANÇAS
DIVISÃO ADMINISTRATIVA

Exm^o Senhor,
Rui Oliveira

Sua referência

Sua comunicação de
15-05-2018

Nossa Referência
Of. n. **4983**
Reg^o. n. E/652/2018
Arq. **1.16.005**

Data
04-06-2018

ASSUNTO: **Projeto de Mestrado**

Exmo. Senhor,

No seguimento do pedido de V.Ex^a para autorização de captação de som e imagem solicitado para desenvolvimento de projeto académico de mestrado, informamos que, de acordo com pareceres recolhidos dos Departamentos afetos aos edifícios municipais indicados no pedido de V. Ex^a e sendo a proposta de relevante interesse, não se vê inconveniente no solicitado desde que seja para o uso exclusivo do projeto académico.

Informa-se ainda que poderá ser acompanhado por alguns serviços que se disponibilizaram no acompanhamento da recolha das imagens, devendo para o efeito informar as datas de gravação.

Mais se informa que, de acordo com despacho favorável do Sr. Vereador Nuno Matias, é solicitada uma cópia do trabalho académico para efeitos de registo em arquivo da Divisão de Parques Urbanos.

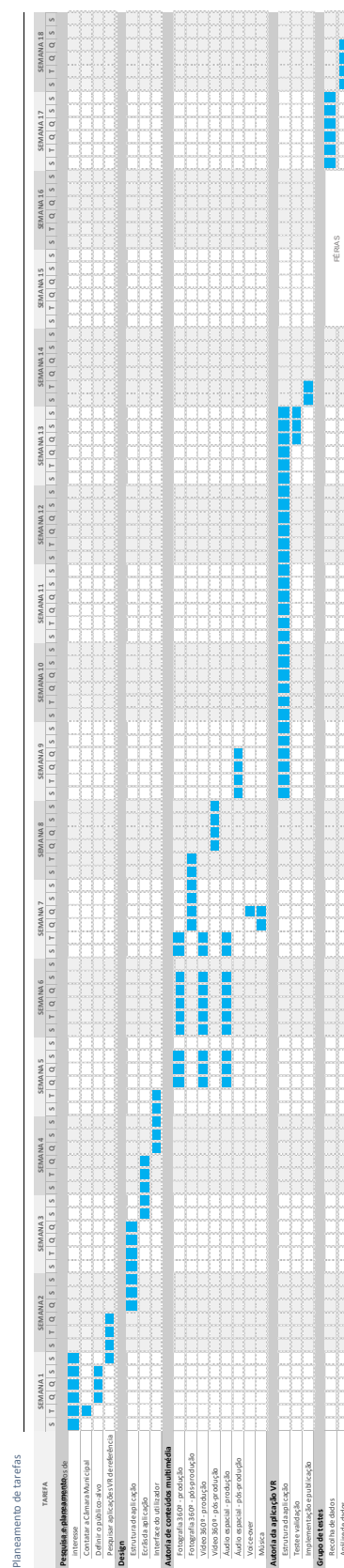
Com os melhores cumprimentos,

Por Delegação de Assinatura da Sra. Presidente da Câmara
A Chefe de Divisão

Sandra Morgado

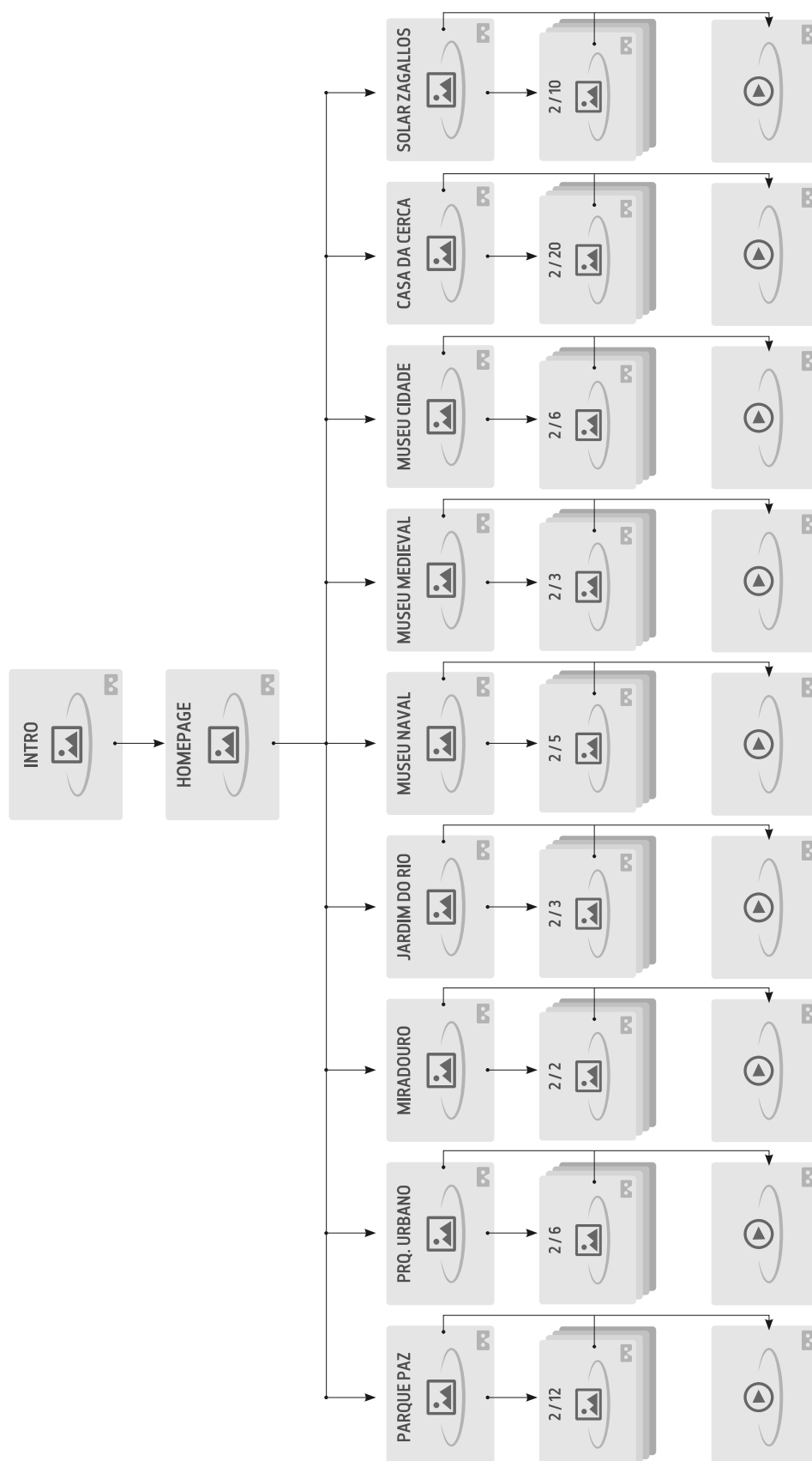
ANEXO II

Planeamento de tarefas – gráfico de Gantt



ANEXO III

Mapa de navegação – organograma



ANEXO IV

Design da interface



Título do ecrã index
Fonte: Kelson Sans

Infos

Botões gráficos:
Visitar - entrar na homepage
Créditos - abre janela pop-up com créditos

Botão para ativar a visualização
estereoscópica ou desktop VR.



Título do ecrã homepage
Fonte: Kelson Sans

Menu 360º com 9 botões gráficos



Menu interface video 360º
com 2 botões gráficos



Botão gráfico - hotspot animado,
para mudar de cenário

Menu interface foto 360º
com 3 botões gráficos

Estrutura da aplicação

V

ANEXO VI – Questionário 1

Sociodemográfico

As suas respostas são anónimas e apenas serão alvo de tratamento estatístico para o projeto ALMADA360. Para cada questão, por favor, coloque um visto ao lado da sua resposta.
Muito obrigado pela sua colaboração.

1. Género

- Feminino
- Masculino
- Outro

2. Idade _____

3. Nacionalidade

- Portuguesa
- Outra

4. Habilitações literárias

- Nenhum completo
- Ensino básico
- Ensino secundário
- Licenciatura
- Mestrado
- Doutoramento
- Outro

5. Com que frequência usa o computador por dia?

- Não uso
- 1/2 horas
- 3/4 horas
- Mais de 5 horas

6. Com que frequência usa um dispositivo móvel por dia?

- Não uso
- 1/2 horas
- 3/4 horas
- Mais de 5 horas

7. Costuma jogar videojogos?

- Sim
- Não

8. Já tinha experimentado aplicações de Realidade Virtual?

- Sim
- Não

9. Em que equipamento prefere utilizar aplicações?

- Computador
- Dispositivo móvel

10. Como prefere utilizar as aplicações?

- Descarregar e instalar no equipamento
- Aceder de imediato à aplicação através da Web

ANEXO VII – Questionário 2

Facilidade de uso da interface e aplicação

As suas respostas são anónimas e apenas serão alvo de tratamento estatístico para o projeto ALMADA360. Por favor indique o **QUANTO CONCORDA OU DISCORDA** com cada uma das seguintes afirmações selecionando apenas **UM** dos números na escala de 5 pontos.

	Discordo totalmente 1	Discordo 2	Não concordo nem discordo 3	Concordo 4	Concordo totalmente 5
1. Eu achei a interface fácil de aprender.	1	2	3	4	5
2. Uma vez que aprendi a interface, achei a navegação fácil e intuitiva de usar.	1	2	3	4	5
3. Considero a interface deste sistema agradável.	1	2	3	4	5
4. Eu sinto-me confortável ao usar este sistema.	1	2	3	4	5
5. Eu prefiro a interface deste sistema a interfaces de rato e teclado.	1	2	3	4	5
6. Eu recomendo este sistema a amigos.	1	2	3	4	5
7. No geral, eu gostei da experiência.	1	2	3	4	5

ANEXO VIII – Questionário 3

Questionário de Presença Igroup (IPQ)

As suas respostas são anónimas e apenas serão alvo de tratamento estatístico para o projeto ALMADA360. Por favor indique o **QUANTO CONCORDA OU DISCORDA** com cada uma das seguintes afirmações selecionando apenas **UM** dos números na escala de 5 pontos.

	Discordo totalmente 1	Discordo 2	Não concordo nem discordo 3	Concordo 4	Concordo totalmente 5
1. Estive consciente do mundo real enquanto navegava no ambiente virtual	1	2	3	4	5
2. O ambiente virtual pareceu-me completamente real	1	2	3	4	5
3. Tive a sensação de estar a atuar num espaço virtual	1	2	3	4	5
4. A experiência no ambiente virtual pareceu-me tão real como as minhas vivências do dia-a-dia	1	2	3	4	5
5. O ambiente virtual pareceu-me tão real como o mundo que conheço	1	2	3	4	5
6. Não me senti presente no ambiente virtual	1	2	3	4	5
7. Eu não estava consciente do mundo real que me rodeava	1	2	3	4	5
8. Eu tive a sensação de “estar” no ambiente virtual	1	2	3	4	5
9. De alguma forma eu senti que o mundo virtual me envolveu	1	2	3	4	5
10. Senti-me presente no ambiente virtual	1	2	3	4	5
11. Durante a experiência continuei a prestar atenção ao local onde estava a ter a experiência	1	2	3	4	5
12. O ambiente virtual pareceu-me mais realista do que o mundo real	1	2	3	4	5
13. Senti-me como se estivesse apenas a visualizar imagens	1	2	3	4	5
14. Senti-me completamente atraído pelo ambiente virtual	1	2	3	4	5

ANEXO IX – Questionário 4

Pré-experiência do destino turístico

As suas respostas são anónimas e apenas serão alvo de tratamento estatístico para o projeto ALMADA360. Por favor indique o **QUANTO CONCORDA OU DISCORDA** com cada uma das seguintes afirmações selecionando apenas **UM** dos números na escala de 5 pontos.

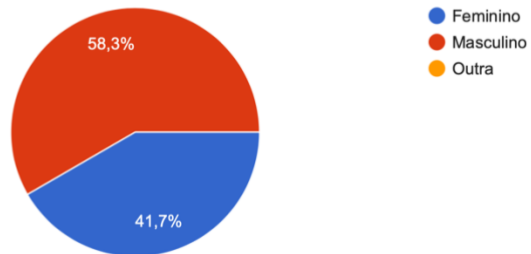
	Discordo totalmente 1	Discordo 2	Não concordo nem discordo 3	Concordo 4	Concordo totalmente 5
1. Durante a experiência, desejei conhecer fisicamente o lugar visitado.					1 2 3 4 5
2. Para mim, a experiência cria uma perceção realista do destino.					1 2 3 4 5
3. Considero esta experiência importante para divulgar o destino turístico.					1 2 3 4 5
4. Esta experiência é importante para melhorar o meu conhecimento sobre o destino turístico.					1 2 3 4 5
5. Eu prefiro escolher um destino turístico através de folhetos e catálogos a este tipo de experiência.					1 2 3 4 5
6. Para escolher um destino turístico, eu prefiro deslocar-me a uma agência de viagens a procurar na Web.					1 2 3 4 5

ANEXO X – Resultados do questionário 1

Sociodemográfico

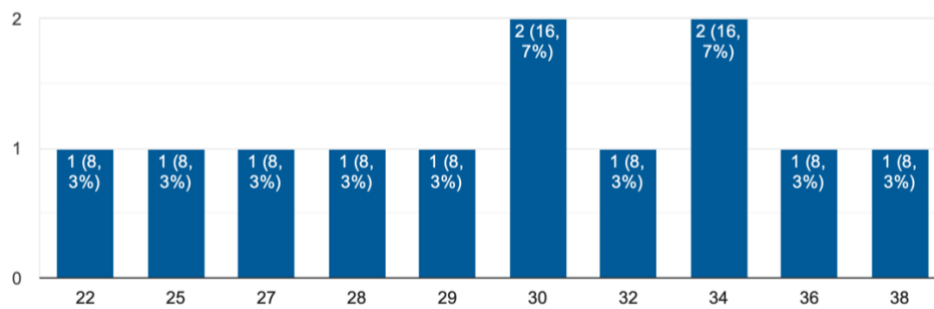
1. Género

12 respostas



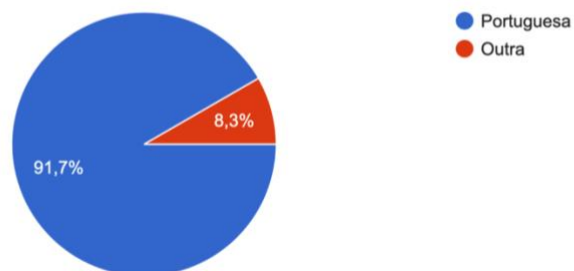
2. Idade

12 respostas



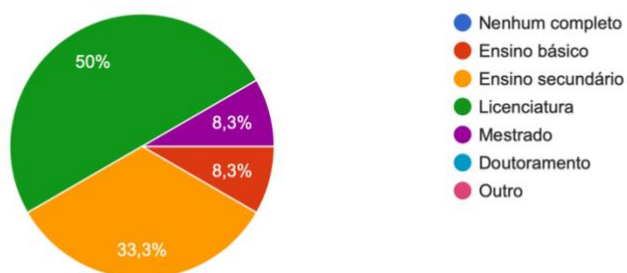
3. Nacionalidade

12 respostas



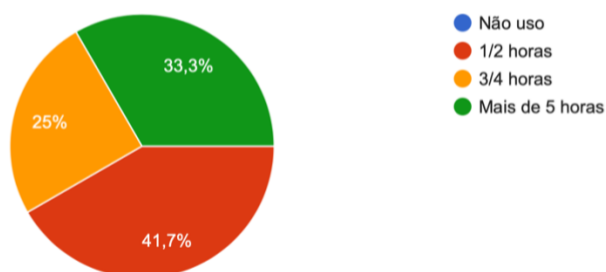
4. Habilitações literárias

12 respostas



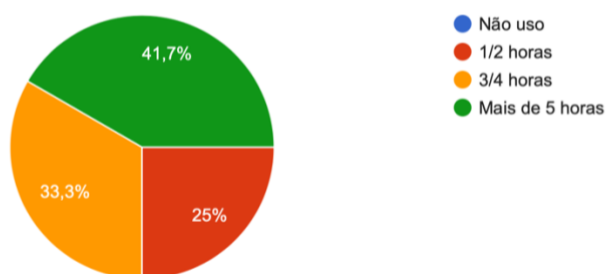
5. Com que frequência usa o computador por dia?

12 respostas



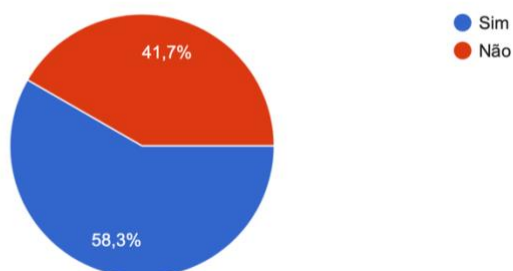
6. Com que frequência usa um dispositivo móvel por dia?

12 respostas



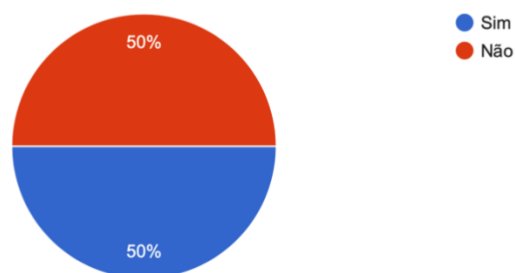
7. Costuma jogar videojogos?

12 respostas



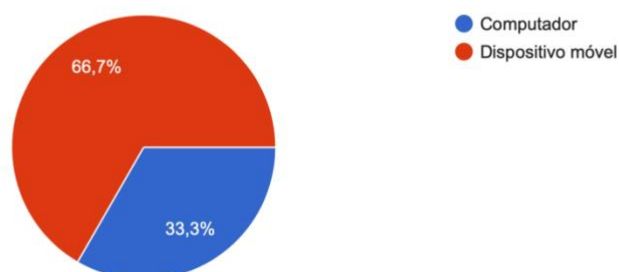
8. Já tinha experimentado aplicações de Realidade Virtual?

12 respostas



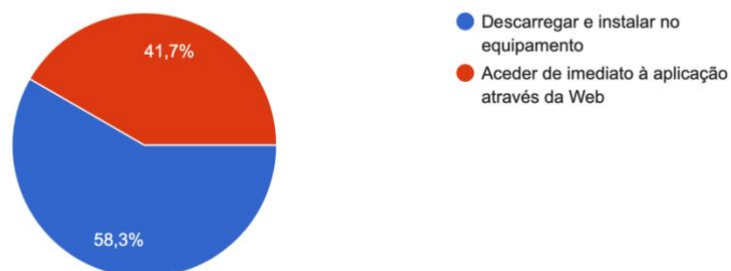
9. Em que equipamento prefere utilizar aplicações?

12 respostas



10. Como prefere utilizar as aplicações?

12 respostas

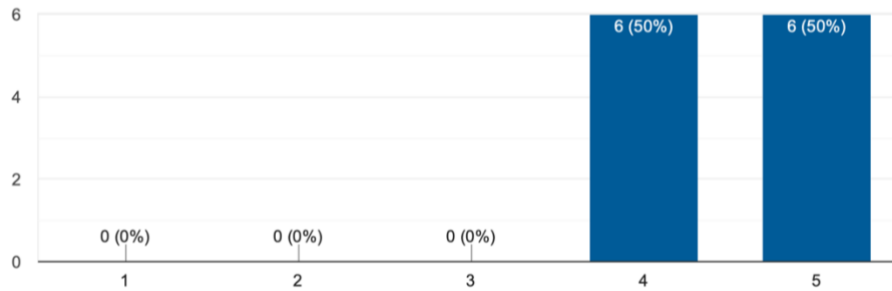


ANEXO XI – Resultados do questionário 2

Facilidade de uso da interface e aplicação

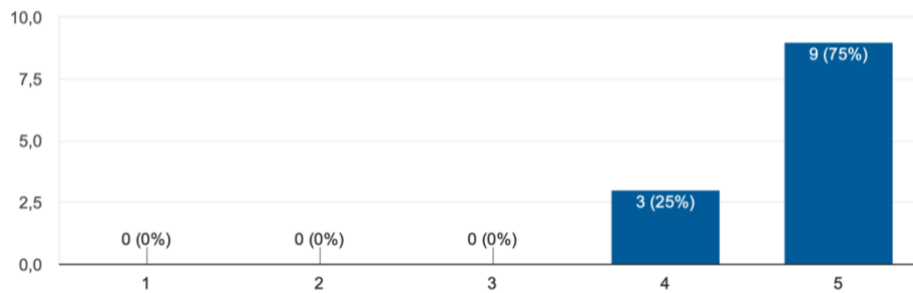
1. Eu achei a interface fácil de aprender.

12 respostas



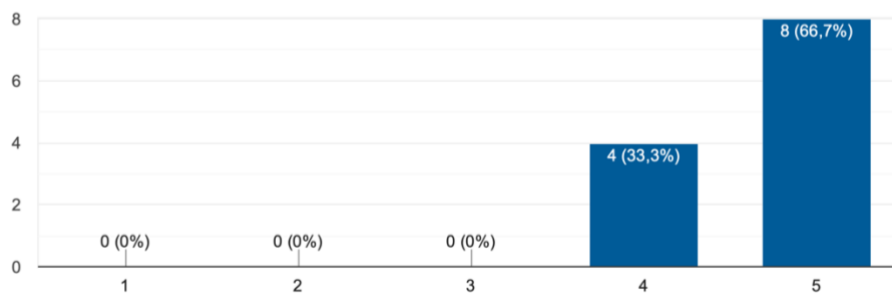
2. Uma vez que aprendi a interface, achei a navegação fácil e intuitiva de usar.

12 respostas



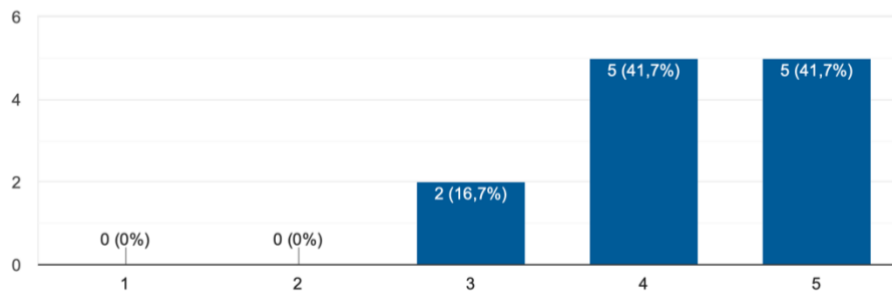
3. Considero a interface deste sistema agradável.

12 respostas



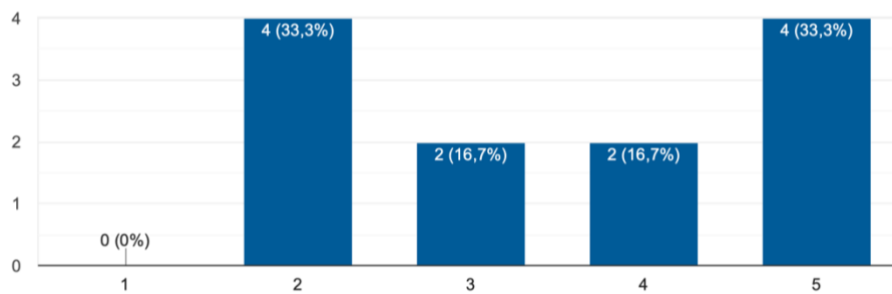
4. Eu sinto-me confortável ao usar este sistema.

12 respostas



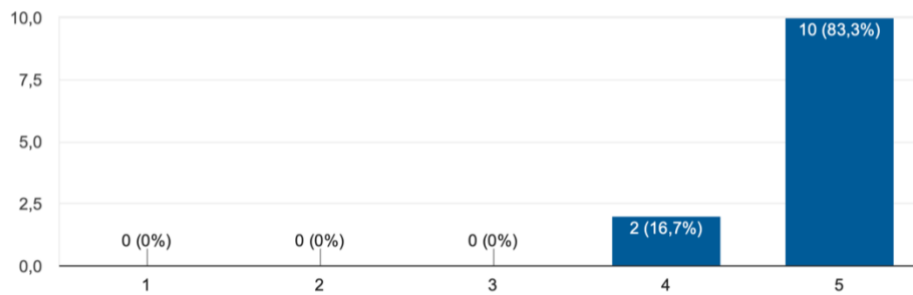
5. Eu prefiro a interface deste sistema a interfaces de rato e teclado.

12 respostas



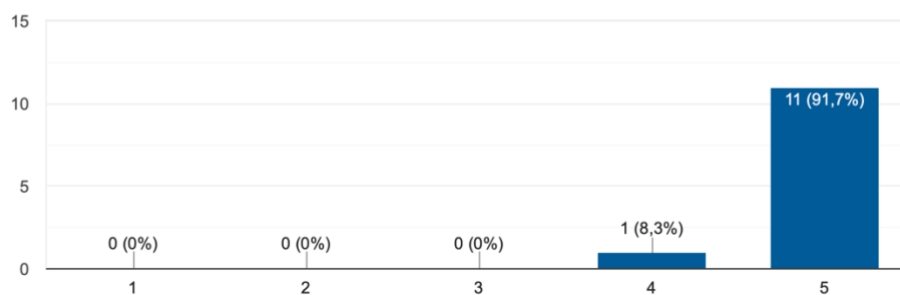
6. Eu recomendo este sistema a amigos.

12 respostas



7. No geral, eu gostei da experiência.

12 respostas

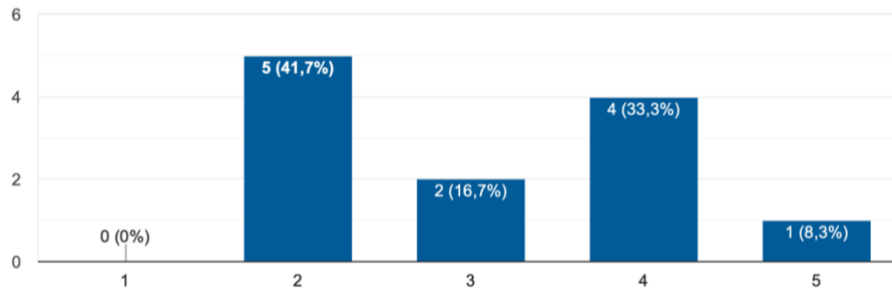


ANEXO XII – Resultados do questionário 3

Questionário de Presença Igroup (IPQ)

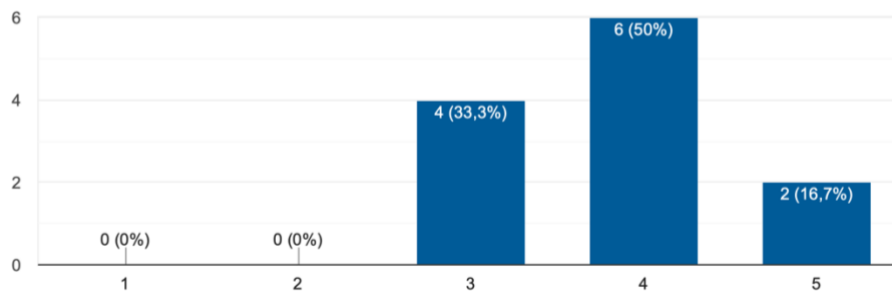
1. Estive consciente do mundo real enquanto navegava no ambiente virtual

12 respostas



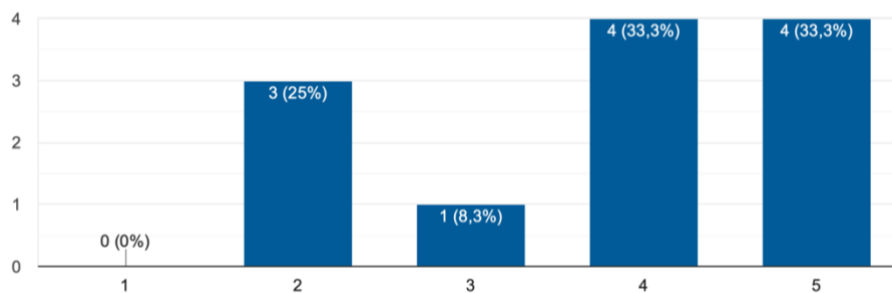
2. O ambiente virtual pareceu-me completamente real

12 respostas



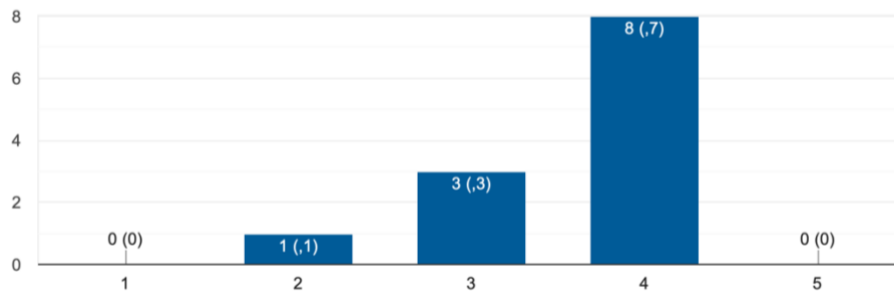
3. Tive a sensação de estar a atuar num espaço virtual

12 respostas



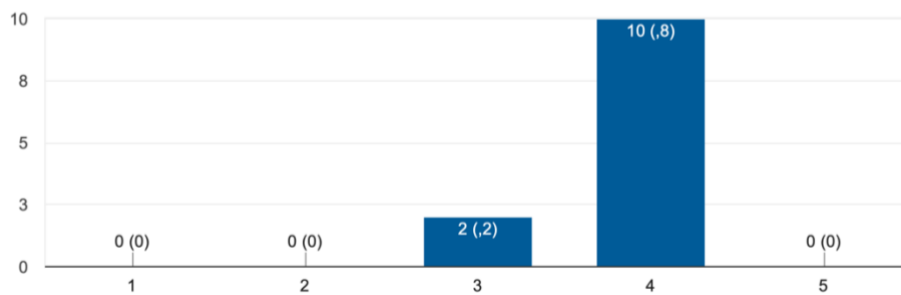
4. A experiência no ambiente virtual pareceu-me tão real como as minhas vivências do dia-a-dia

12,0 respostas



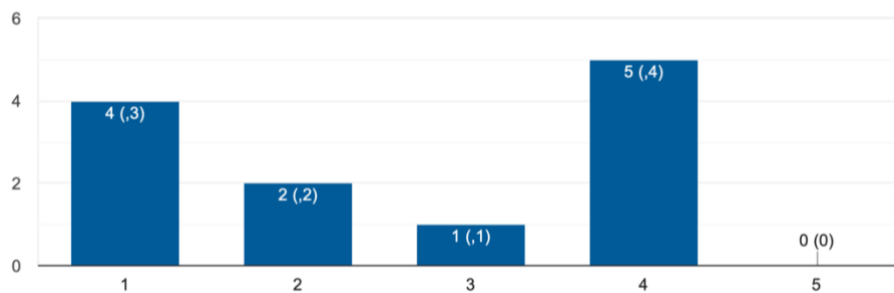
5. O ambiente virtual pareceu-me tão real como o mundo que conheço

12 respostas



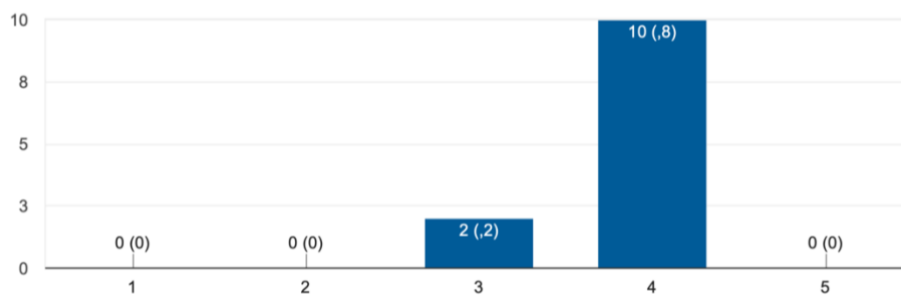
6. Não me senti presente no ambiente virtual

12 respostas



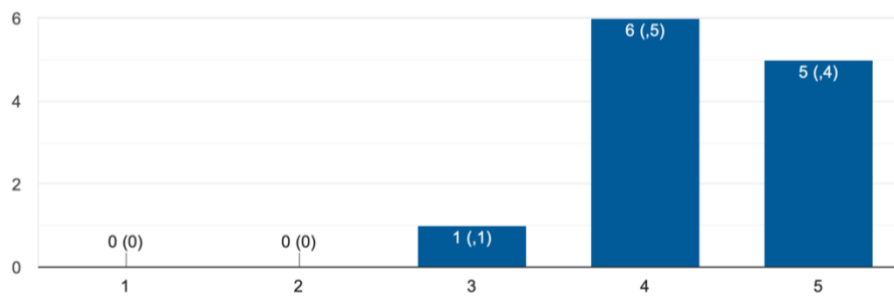
7. Eu não estava consciente do mundo real que me rodeava

12 respostas



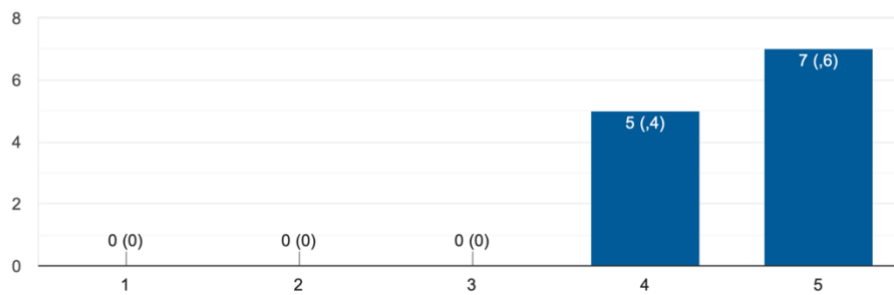
8. Eu tive a sensação de “estar” no ambiente virtual

12 respostas



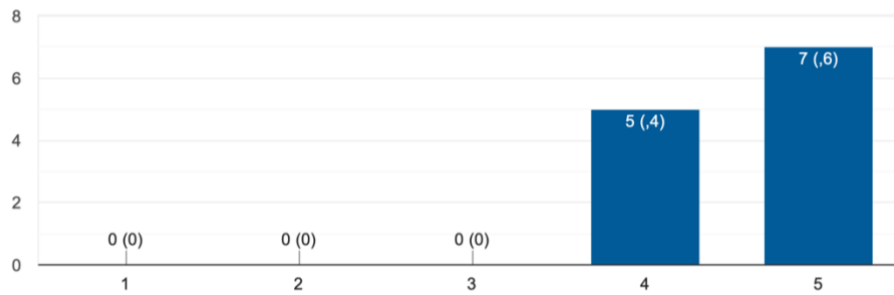
9. De alguma forma eu senti que o mundo virtual me envolveu

12 respostas



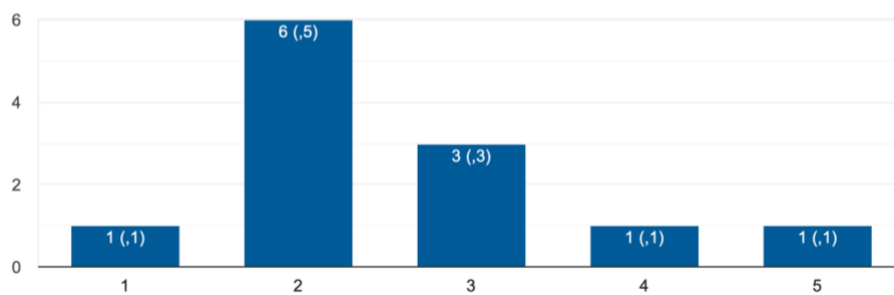
10. Senti-me presente no ambiente virtual

12 respostas



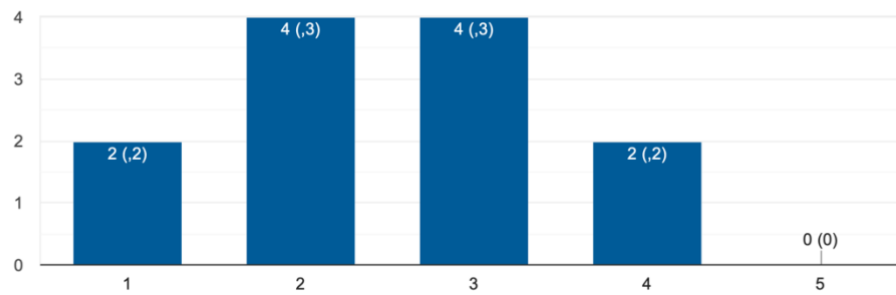
11. Durante a experiência continuei a prestar atenção ao local onde estava a ter a experiência

12 respostas



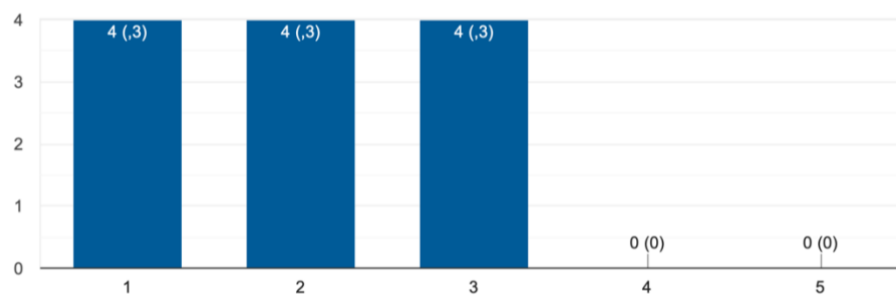
12. O ambiente virtual pareceu-me mais realista do que o mundo real

12 respostas



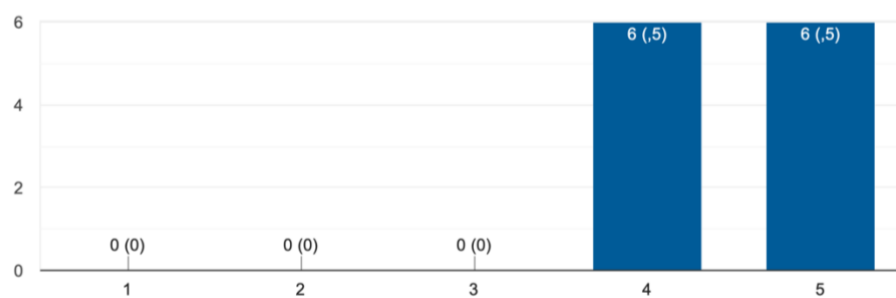
13. Senti-me como se estivesse apenas a visualizar imagens

12 respostas



14. Senti-me completamente atraído pelo ambiente virtual

12 respostas

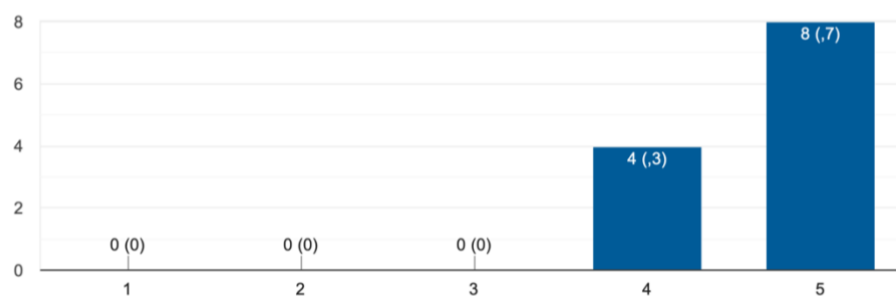


ANEXO XIII – Resultados do questionário 4

Pré-experiência do destino turístico

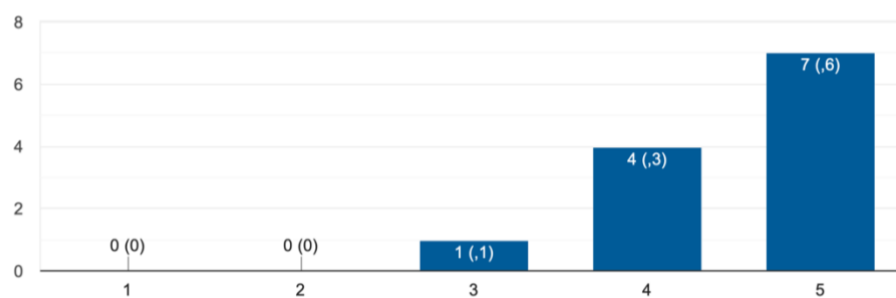
1. Durante a experiência, desejei conhecer fisicamente o lugar visitado.

12 respostas



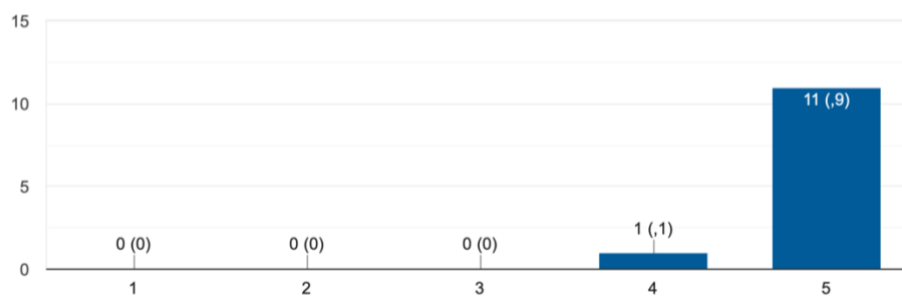
2. Para mim, a experiência cria uma percepção realista do destino.

12 respostas



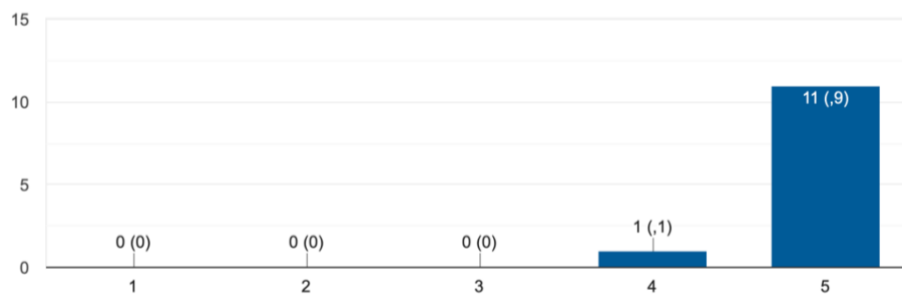
3. Considero esta experiência importante para divulgar o destino turístico.

12 respostas



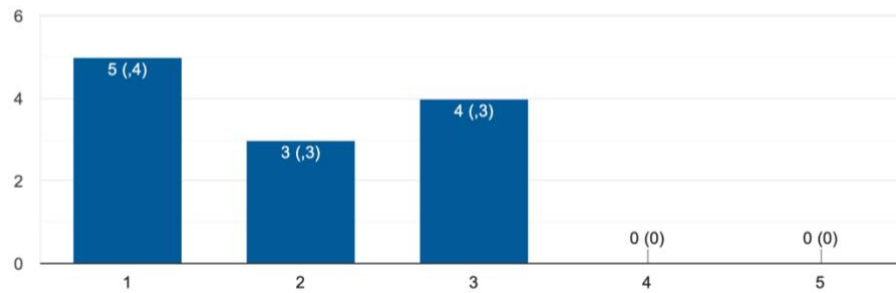
4. Esta experiência é importante para melhorar o meu conhecimento sobre o destino turístico.

12 respostas



5. Eu prefiro escolher um destino turístico através de folhetos e catálogos a este tipo de experiência.

12 respostas



6. Para escolher um destino turístico, eu prefiro deslocar-me a uma agência de viagens a procurar na Web

12 respostas

