

UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Ciências

Departamento de Informática



VÍDEOS INTERATIVOS E IMERSIVOS
NO SIGHT SURFERS

Carlos Miguel Álvares

DISSERTAÇÃO

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

Sistema de Informação

2012

UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Ciências

Departamento de Informática



VÍDEOS INTERATIVOS E IMERSIVOS
NO SIGHT SURFERS

Carlos Miguel Álvares

DISSERTAÇÃO

Trabalho orientado pela Prof. Doutora Maria Teresa Caeiro Chambel

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

Sistemas de Informação

2012

Agradecimentos

Dedico este trabalho primeiramente à minha querida Mãezinha.

Este trabalho é o fruto de um longo percurso de aprendizagem desde a escola primária até à faculdade. Este percurso foi marcado pela intervenção de diversas pessoas e organizações que contribuíram de alguma forma para este projeto e das quais destaco algumas.

No âmbito do PEI, agradeço a minha Orientadora, a Professora Doutora Maria Teresa Caeiro Chambel, pela orientação e disponibilidade total que sempre apresentou durante todo o período de desenvolvimento do projeto, em particular ao projeto ImIn, à FCT, bem como a instituição Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e ao grupo de investigação HCIM do centro de investigação Lasige pelas boas condições que me proporcionaram para a execução deste projeto.

À minha família, amigos e colegas que foram acompanhando, incentivando e de uma maneira ou de outra estiveram presentes e contribuíram para os meus sucessos académicos.

Um agradecimento especial ao meu irmão Tino e à Catarina, pois tudo seria diferente sem as suas presenças na minha vida. E ao colega e amigo Gonçalo Noronha.

Se tivesse de destacar uma única pessoa, seria sem dúvida a minha querida Mãezinha, mais do que qualquer outra, e inclusive até mais do que a minha pessoa, pois era quem mais desejava que eu atingisse esta meta com sucesso.

A todos os que acreditaram

Resumo

Tradicionalmente, para visualizar o conteúdo de um vídeo, o utilizador encontra-se limitado à região para onde a câmara está apontada durante a sua captura, o que significa que o vídeo resultante terá limites laterais, ou seja, estará limitado a uma certa abertura de ângulo de visualização. Com a possibilidade de gravação de vídeos em 360°, ultrapassamos esse limite, abrindo assim novas direções a explorar, tais como a visualização e navegação em hipervídeos imersivos.

Com o desenvolvimento tecnológico, o acesso a conteúdos audiovisuais através de várias plataformas tem vindo a crescer muito a nível global. Paralelamente, são cada vez mais comuns e acessíveis ao público em geral o dispositivo para a captura de vídeo em 360°, o registo de referência geográfica (GPS) e as formas de os aceder na internet. Neste contexto, é interessante e pertinente explorar formas e técnicas de navegação para visualizar e interagir com hipervídeos imersivos 360° sincronizados com um mapa.

Este tipo de hipervídeos permite aos utilizadores movimentarem-se em torno de um eixo para visualizarem os conteúdos do vídeo a partir de diferentes ângulos, em qualquer instante do vídeo e acedê-los de forma flexível e eficiente através de hiperligações, permitindo assim ao utilizador ter uma experiência mais imersiva e acesso a informação sincronizada com um mapa.

Desafios para a apresentação deste tipo de hipervídeos incluem: proporcionar aos utilizadores uma interface adequada que seja capaz de explorar conteúdos em 360° num ecrã normal e ambientes de visualização mais imersivos, onde o vídeo deve mudar de perspetiva para que os utilizadores sintam que estão a olhar ao redor, formas de navegação adequadas para compreenderem facilmente a estrutura do hipervídeo e sincronização com um mapa com referências geográficas.

Nesta dissertação descrevemos uma abordagem para o *design* e desenvolvimento da interface interativa e imersiva, para a visualização e navegação de vídeos interativos no Sight Surfers, com base em hipervídeo 360°, e sincronização com os respetivos percursos através da web e potencialmente da TV interativa.

Palavras-chave: Hipervídeos; 360°; Imersão; Filmes; Sightseeing

Abstract

Traditionally, to visualize video contents, the user is limited to a region where camera was pointing during its capture, meaning that the resulting video will have lateral limits, that is, will be limited to a certain open visualization angle. With the possibility of recording videos in 360°, we go beyond that limit. Thereby, opening new directions to explore, such as, visualization and navigation in immersive hypervideos.

Due to technologic development, the access to audiovisual contents through many platforms is increasing worldwide. At the same time devices to capture videos in 360°, capture geographic references (GPS) and ways to access them in internet, are much more common and accessible to general public. In this context, it is interesting and pertinent to explore ways and techniques of navigation to visualize and interact with 360° immersive hypervideos synchronized with a map.

This kind of hypervideos let the user move around an axis to visualize the contents of videos in different angles, in any video instance and access them in a flexible and efficient way, through hyperlinks, and provide the user with an experience more immersive and access the information synchronized with a map.

Challenges for presentation of this kind of hypervideos include: provide the users with an adequate interface capable to explore 360° contents in a normal monitor and viewing environments more immersive, where the video should change perspective so users feel that they are looking around, navigation in a way appropriate to easily understand the hypervideo structure and synchronization with a map with geographic references.

In this dissertation we describe an approach to the *design* and development of the interactive and immersive interface, to a visualization and navigation of interactive videos in Sight Surfers, based in 360° hypervideo, and synchronized with the respective routes in maps, through the web and potentially the interactive TV.

Keywords: Hypervideos; 360°; Immersion; Movies; Sightseeing

Conteúdo

Capítulo 1	Introdução.....	1
1.1	Motivação.....	1
1.2	Objetivos.....	3
1.3	Enquadramento.....	3
1.4	Contribuições.....	4
1.5	Modelos e Plano de Desenvolvimento.....	5
1.6	Estrutura do Documento.....	7
Capítulo 2	Estado da Arte.....	9
2.1	Conceitos Relacionados.....	9
2.1.1	Imersão em Vídeo.....	9
2.1.2	Vídeo em 360°.....	10
2.1.3	Projeção Cilíndrica.....	11
2.1.4	Sistema Ótico Catadióptrico.....	11
2.1.5	Dispositivo de Captura de Vídeos em 360°.....	11
2.1.6	Dispositivo de Captura de Vídeos Panorâmicos em Alta Resolução.....	12
2.1.7	Vídeo Interativo e Hipervídeo.....	13
2.1.8	Hipervídeos em 360°.....	14
2.2	Trabalhos e Técnicas Relacionadas.....	15
2.2.1	HyperSoap.....	15
2.2.2	Hypercafe.....	16
2.2.3	HVet: Hipervídeo Aplicado ao Ensino de Cirurgia Veterinária.....	17
2.2.4	Google Street.....	17
2.2.5	DIY – Streetview.....	18
2.2.6	City Walker.....	19
2.2.7	HALO.....	19
2.2.8	Wedge.....	20

2.2.9	Immersive Media	21
2.2.10	Projetos de Partilha de vídeos em alta resolução.....	22
2.2.11	CAVE – Cave Automatic Virtual Environment	23
Capítulo 3	Hipervídeos Interativos e Imersivos no Sight Surfers	25
3.1	Captura e Tratamento dos Vídeos em 360° com Georreferenciação	25
3.1.1	Máquina de Filmar	27
3.1.2	Estrutura e Artefacto para a Captura e Registo dos Vídeos em 360° ..	27
3.1.3	Telemóvel SmartPhone para Registo de Coordenadas GPS	28
3.1.4	Produção dos Vídeos	29
3.2	Leitor de Vídeos em 360° no Sight Surfers	29
3.3	Orientação e Navegação nos Hipervídeos em 360°.....	31
3.3.1	Video View Area	31
3.3.2	Vídeo Minimap.....	33
3.3.3	Memory Bar - Linha Temporal do Vídeo.....	34
3.3.4	Memory Bar num Cilindro	35
3.4	Sincronização do Hipervídeo em 360° com o Mapa	36
3.5	Hiperligações nos Hipervídeos em 360°.....	36
3.5.1	Mudança de Trajetória e Respetivo Vídeo	37
3.5.2	Ligações Temporais no Tempo	37
3.5.3	Reprodução de Vídeos Complementares.....	37
3.5.4	Informação Adicional de Pontos de Interesse (Hotspots Info).....	38
3.5.5	Ligações Externas a Pontos de Interesse	39
3.5.6	Indicadores Laterais (Hotspots Laterais).....	39
3.5.7	Hotspots no Minimap	39
3.6	Orientação e Navegação nos Hipervídeos de Alta Resolução.....	40
3.6.1	Máquina de Filmar Vídeos em Alta Resolução.....	40
3.6.2	Leitor de Vídeos do Sight Surfers	40
3.6.3	Projeção para Imersão e Navegação com Air Mouse.....	41

3.7	Arquitetura do sistema.....	42
Capítulo 4	Avaliação	45
4.1	Método Utilizado para a Avaliação	45
4.2	Resultados.....	46
4.2.1	Navegação e Orientação em Vídeos em 360°.....	47
4.2.2	Navegação e Orientação Geográfica em 360°	47
4.2.3	Navegação e Orientação em Hipervídeos em 360°.....	48
4.2.4	Modo de Video View Area em Vídeos 360°	49
4.2.5	Filtros de Hipervídeos 360°	49
4.2.6	Resultados e conclusão final.....	49
Capítulo 5	Conclusão e Trabalho Futuro	51
5.1	Conclusão	51
5.2	Trabalho Futuro	51
Bibliografia		53
Referências Internet		57
Anexo A - Guião de Entrevista da Avaliação do Projeto		59
Anexo B – Resultados das Entrevistas da Avaliação do Projeto		71

Lista de Figuras

Figura 1 – Mapa de Gantt definido inicialmente	6
Figura 2 - Mapa de Gantt com parte do planeamento feito na fase preliminar.....	6
Figura 3 – Sony Bloggie espelho refletor 360°	10
Figura 4 – Sonny Bloggie MHS-PMK.....	11
Figura 5 - GoPro HD2 Outdoor Edition	12
Figura 6 – Exemplo de um utilizador do HyperSoap	15
Figura 7 – Conversa no Hypercafe	16
Figura 8 – Esquema de ligações no HVet.....	17
Figura 9 – Exemplo do Google Street View	18
Figura 10 - Aplicação HALO num telemóvel.....	20
Figura 11 – Exemplo do Wedge num telemóvel.....	21
Figura 12 – Exemplo do Immersive Media em skydive	21
Figura 13 - – Hiperligações no Youtube.....	23
Figura 14 – Utilizadores dentro da CAVE.....	24
Figura 15 – <i>Frame</i> de um vídeo em 360° antes de ser tratado para o Sight Surfers	26
Figura 16 – Suporte para as gravações num veículo automóvel.....	28
Figura 17 – Leitor de vídeos do Sight Surfers	30
Figura 18 - Modo Video View Area	31
Figura 19 - Minimap	33
Figura 20 - Memory Bar – linha temporal e ângulo de visão do vídeo	35
Figura 21 – Esboço de protótipo para Memory bar cilíndrico.....	36
Figura 22 – Reprodução de vídeo complementar (Pai Tirano).....	38
Figura 23 – Esboço de leitor de vídeos panorâmicos.....	41
Figura 24 – Arquitetura do Sight Surfers.....	43
Figura 25 – Avaliação geral: (U)seful; (S)stisfactory; (F)un to use; (E)asy to Use; (EU) Easy to Understand; (UA) Use Again	49

Capítulo 1

Introdução

Nesta secção é fundamentada a motivação que originou esta dissertação na área de imersão em vídeos. Segue-se uma breve abordagem ao estado da arte, onde se introduz a imersão em vídeos, e são apresentados os objetivos, contexto e contribuições, o plano de projeto, a metodologia de desenvolvimento.

1.1 Motivação

O vídeo, que se caracteriza por ser um meio extremamente rico em informação, não obstante os seus largos anos de existência, continua a apresentar-se nos dias de hoje como uma ferramenta com um enorme potencial ainda por explorar. Esta exploração tem vindo a ser potenciada por alguns fatores, nomeadamente a proliferação de dispositivos e a crescente evolução da tecnologia.

Assim, o vídeo tem uma oportunidade atual, impossível em tempos passados, de ser explorado aos mais diversos níveis, que vão desde a interação com os seus próprios conteúdos, a ligação a novas formas de interação e imersão, a fácil disponibilização de uma imensa e complexa rede de informação, que pode assim permitir criar experiências muito diferenciadas para os utilizadores, como por exemplo ligações externas com informação adicional de objetos que aparecem no vídeo (*e.g.* ligação para o site de uma loja que aparece no vídeo), permitindo a captura e visualização de eventos e cenários com grande autenticidade, realismo e impacto emocional.

A utilização e acesso ao vídeo têm vindo a tornar-se universais, observando-se o acesso a partir de várias plataformas e dispositivos assim como uma apropriação gradual por parte dos utilizadores, que cada vez mais valorizam o facto de poder tirar partido de todo o potencial da tecnologia de captura, partilha e acesso, manipulando os vídeo capturados e refletindo as suas perspetivas e experiências. Contudo, o vídeo tradicional, para quem visualiza, está limitado ao ângulo de captura do vídeo. Com a gravação panorâmica de vídeos em 360° ou com outras aberturas de ângulos superiores aos

tradicionais, deixamos de ter este limite, permitindo a captura de imagens em ângulos que não eram registados, e com a captura em 360° obtemos o registo de tudo em volta, ou seja, aumentamos o potencial de experiências imersivas.

Observamos também que o vídeo tem vindo a tornar-se um dos meios mais eficazes de comunicação, capaz de se apresentar em vários contextos num curto período de tempo. Técnicas como a georreferenciação, hiperligações, interligações com outros vídeos, podem ser exploradas de outras formas mais interessantes, em parte devido a explosão das ligações de banda larga e respetivas velocidades de acesso, e assim proporcionar mais facilmente o acesso e partilha de vídeos através da internet em servidores dedicados, tais como o Youtube e Vimeo, ou explorar a evolução da tecnologia de captura de vídeo panorâmicos em 360°, ou ângulos menores em grandes resoluções.

O tipo de dispositivos de captura de vídeo em outros ângulos e com grandes resoluções são de acesso cada vez mais comum e de utilização confortável para o público em geral, como é o caso das lentes 360°, até mesmo em dispositivos móveis, fenómeno este que está a alcançar uma enorme popularidade. Conjugando a boa qualidade de captura de vídeo com a opção de registo de orientação, obtêm-se as condições especialmente indicadas quando se pretende realizar uma filmagem ao longo de um percurso que pode ser capturado e depois utilizado para outros tipos de interação e visualização. Com o hipervídeo pode-se ir ainda mais longe, pois este permite explorar e navegar sobre o vídeo e relatar informação, através de ligações definidas no espaço e tempo.

Outro dos grandes desafios é o facto de os vídeos não serem estruturados e serem suscetíveis de mudar ao longo do tempo. Por conseguinte, aceder aos seus dados não é algo fácil e direto. Explorando algumas técnicas de redução cognitiva e conteúdos mais imersivos, temos a oportunidade de acompanhar o decorrer do vídeo e ter um suporte para estabelecer com o hipervídeo relações de informação eficazes e úteis para os interesses dos utilizadores, proporcionar aos utilizadores uma interface adequada que seja capaz de explorar conteúdos em 360° num ecrã normal e ambientes de visualização mais imersivos, onde o vídeo deve mudar de perspetiva para que os utilizadores sintam que estão a olhar ao redor, e ainda a possibilidade de navegar de forma adequada a uma fácil compreensão da estrutura do hipervídeo e sincronização com um mapa com referências geográficas.

É no seguimento desta linha de orientação que esta investigação será desenvolvida e evoluída. Pretende-se explorar todo o potencial que um vídeo pode conter como meio de proporcionar grandes quantidades de informação que irão depois ser combinadas e cruzadas com outros conteúdos e técnicas, enriquecendo assim a experiência dos

utilizadores. A possibilidade de disponibilizar grandes quantidades de informação de forma a reduzir a carga cognitiva e vários meios para tal foi um dos focos do desenvolvimento, tal como a visualização imersiva de vídeos com outros tipos de características (outros ângulos, melhores resoluções gráficas, etc.).

1.2 Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo explorar a interatividade e imersividade nos vídeos, tentando sempre que possível explorar ao máximo a experiência do utilizador como uma experiência positiva, complexa e útil, visualizando e interagindo com uma plataforma que disponibiliza vídeos.

Este projeto surge na sequência de algumas investigações que foram desenvolvidas e que serviram como base, permitindo explorar toda a linha de orientação pretendida para esta investigação. Vários projetos relacionados com leitores de vídeo, com interesse nas técnicas usadas para a interação e imersão com os utilizadores e para os vários tipos de vídeos (diferentes resoluções e aberturas angulares), projetos com mecanismos de navegação que reduzem a carga cognitiva e/ou contribuem para fluidez e interesse de navegação, projetos com interação e técnicas de sincronização com mapas para navegação e orientação, projetos com vídeos filmados para experiências em ambientes imersivos (e.g. rotas turísticas, passeios de bicicleta, caminhadas, etc.), podendo ser complementados com dispositivos auxiliares ou outros géneros de reprodução, como a projeção em tela ou vários monitores. Desta forma pretendem-se alcançar várias formas de interação com os conteúdos e outras maneiras de apresentação dos mesmos, assim como conseguir outros tipos de experiências de imersão e interação.

Em consequência da análise dos vários projetos (ver descrições de projetos na seção 2.1) outrora desenvolvidos e do estudo as potencialidades de cada um, bem como das tecnologias utilizadas ou desenvolvidas, foi possível implementar algumas tecnologias e potencialidades neste projeto de forma a alcançar os objetivos e a desenvolver as características pretendidas, para no final fazer uma avaliação com diferentes tipos de utilizadores, tirar conclusões sobre as modalidades desenvolvidas e registar os resultados obtidos e testados dentro deste âmbito.

1.3 Enquadramento

Este trabalho foi realizado enquanto Projeto de Engenharia Informática (PEI) do Mestrado em Engenharia Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de

Lisboa (FCUL) no contexto do projeto - “ImIn: Imersão em Ambientes de TV do Futuro” financiado pela FCT e realizado no grupo Human Computer Interaction and Multimédia (HCIM) do Laboratório de Sistemas Informáticos de Grande Escala (LaSIGE) da FCUL. Este projeto tem como objetivo explorar a imersividade e participação dos utilizadores em Ambiente com vídeos interativos e imersivos.

Este trabalho foi realizado no seguimento de uma dissertação anterior (Neng, 2001) e em coordenação com outra dissertação de Mestrado do colega Gonçalo Noronha, dentro do contexto da georreferenciação. A colaboração de ambos no Sight Surfers foi essencial para o resultado do projeto final.

1.4 Contribuições

Nesta dissertação foram identificados os principais desafios, descrito o *design* e avaliação do utilizador do Sight Surfers, que é uma aplicação web interativa para a visualização e navegação de hipervídeos 360° georreferenciados, visando potenciar criar e emprender novas formas de entretenimento.

Foi efetuado o *design* e desenvolvimento de suporte imersivo e interativo para a visualização e navegação de hipervídeos 360° georreferenciados no Sight Surfers. Como principais contribuições: leitor de vídeos interativos e imersivos, vídeos imersivos em 360°, mecanismos de navegação, sincronização com mapas e ambientes imersivos. Os resultados com os utilizadores foram muito encorajadores e os utilizadores apreciaram e demonstraram desejo de utilizar a aplicação Sight Surfers no futuro.

Este trabalho, permitiu colaborar na realização de dois artigos que foram publicados em conferências internacionais, em áreas de referência:

- Gonçalo Noronha, Carlos Álvares e Teresa Chambel, “Sharing and Navigating 360° Vídeos and Maps in Sight Surfers”. In Proceedings of the 16th International Academic Mindtrek Conference 2012: “Envision Future Media Environments”, workshop on Social Media and HCI (long paper, 8 pgs), Tampere, Finland, October 3- 5, 2012.
- Gonçalo Noronha, Carlos Álvares e Teresa Chambel, “Sight Surfers: 360° Vídeos and Map Navigation”. In Proceedings of ACM Multimedia 2012, workshop on Geotagging and Its Applications in Multimedia (short paper, 4 pgs), Nara, Japan, October 29-November 2, 2012.

Durante este projeto e com estes artigos, desenvolvi experiência, capacidade de escrita e sistematização, participei em workshops, sessões de conferência (workshop do projeto imTV em 16 de Novembro de 2011 e conferência ACM, ACE 2011, Lisboa, 8-11 Novembro de 2011) com intuito de me familiarizar com a equipa internacional do projeto imTV e a comunidade científica nacional e internacional em áreas de relevância nesta área. Aprendi também como se apresentam trabalhos num contexto de investigação académica, tendo assistido a diversas sessões de apresentação da área que me permitiram aumentar o meu conhecimento sobre estas abordagens. Participei numa visita à CAVE no Centro de Ciência Viva do Lousal em 21 de Abril de 2012.

1.5 Modelos e Plano de Desenvolvimento

O projeto teve a duração de 11 meses, com início na segunda fase de admissão ao Projeto de Engenharia Informática no final de Outubro de 2011 do ano letivo, tendo estes período sido dividido em duas partes: a primeira parte foi dedicada ao estudo e aprendizagem de conhecimentos sobre aspetos relevantes e importantes para o desenvolvimento do projeto; a segunda parte foi dedicada à exploração do conhecimento adquirido na primeira parte visando o desenvolvimento dos componentes do projeto Sight Surfers, desde a conceção e implementação, passando pelos vários protótipos de desenvolvimento, estudos e avaliação com utilizadores, e culminando na escrita desta dissertação.

Durante estes meses foi ainda possível escrever dois artigos, publicados em conferências da área (ver em contribuições na seção 1.4), o que se traduziu num investimento no desenvolvimento do projeto e se revelou um contributo e reflexo do trabalho empreendido.

Visto que o objetivo era desenvolver uma aplicação interativa, então é importante uma interação entre as várias fases de desenvolvimento (Análise, Desenho, Implementação e Avaliação). Por isso optou-se por um modelo baseado em espiral (Boehm B, 1986), já que este modelo permite delinear os requisitos do trabalho e desenvolvê-lo oferecendo a possibilidade de poder voltar atrás para refinar, modificar ou adicionar novas funcionalidades que de seguida serão testadas de novo até se chegar à conclusão do trabalho. Assim uma parece ser a mais adequada, permitindo a flexibilidade necessária ao refinamento do trabalho sempre que assim se entender necessário.

Em relação ao planeamento definido inicialmente, houve algumas alterações que estão enumeradas na figura seguinte:

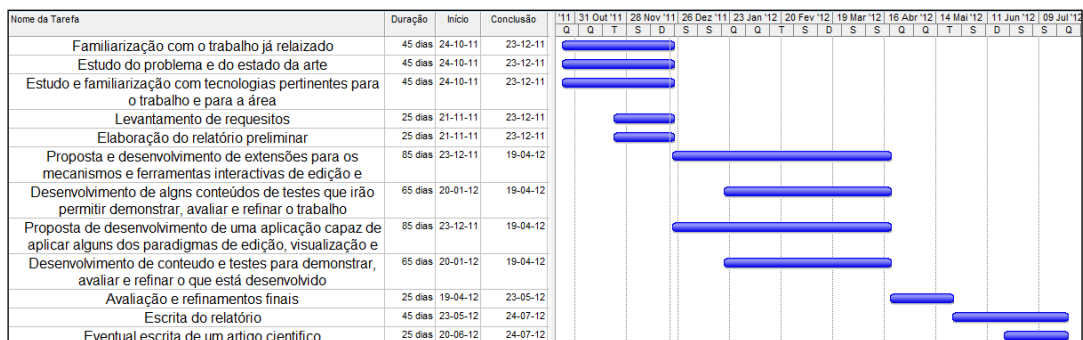


Figura 1 – Mapa de Gantt definido inicialmente

Estas alterações face ao planeamento inicial resultaram no planeamento que se pode observar na figura seguinte:

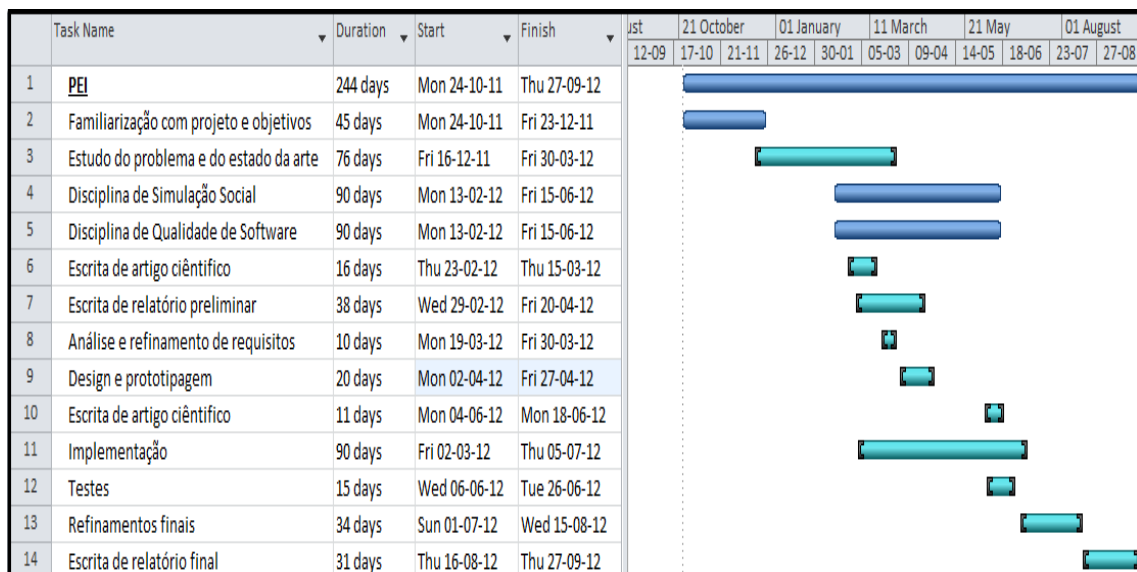


Figura 2 - Mapa de Gantt com parte do planeamento feito na fase preliminar

As alterações apresentadas face ao planeamento inicial, que podem ser observadas nos mapas de Gantt nas figuras anteriores, deveram-se às exigências dos prazos de certas conferências, as quais se submeteram artigos, necessidade de antecipar a fase de desenvolvimento e avaliação, e à realização de 2 disciplinas no segundo semestre.

1.6 Estrutura do Documento

Este documento está organizado da seguinte forma:

- Capítulo 1 – Neste capítulo, é apresentada uma introdução que descreve a dissertação em termos da motivação que levou a iniciar este projeto, as contribuições, os objetivos, o plano e metodologias de desenvolvimento do projeto.
- Capítulo 2 – Neste capítulo, apresenta-se uma breve descrição do hipervídeo, uma descrição de como um vídeo 360° é capturado e reproduzido, características do hipervídeo em 360° e em alta resolução, e uma revisão do trabalho relacionado mais relevante sobre vídeo imersivo, hipervídeo e georreferenciação.
- Capítulo 3 – Neste capítulo, apresentam-se os leitores de hipervídeos desenvolvidos, com destaque no *design* e processo de implementação, metodologia usada e opções de *design* de suporte à navegação e orientação no Sight Surfers.
- Capítulo 4 – Neste capítulo, apresentam-se os objetivos, métodos e resultados da avaliação com utilizadores efetuada para avaliar acessibilidade e as funcionalidades interativas de hipervídeo 360° no Sight Surfers.
- Capítulo 5 – Neste capítulo, apresenta-se uma breve conclusão acerca do trabalho realizado, onde é exposta uma visão crítica do projeto e apresentada alguma motivação e direções para o trabalho futuro de extensão ou melhoramento do trabalho realizado.

Capítulo 2

Estado da Arte

Este capítulo pretende fazer uma abordagem a um conjunto de conceitos e trabalhos relacionados no âmbito do tema da dissertação e nas diversas áreas exploradas para o seu desenvolvimento. São apresentadas técnicas, metodologias e aplicações de trabalhos relacionados que constituem a base da solução desenvolvida ou que de alguma forma contribuíram para uma tomada de decisão informada. Para além do enquadramento do trabalho e descrição das tecnologias utilizadas na sua realização introduzimos também um conjunto de conceitos importantes que serviram de base para o desenvolvimento do projeto.

2.1 Conceitos Relacionados

Nesta secção será apresentada alguma contextualização e sequência da evolução do vídeo até ao hipervídeo em 360°, panorâmicos e em alta resolução e as tecnologias e dispositivos utilizados.

2.1.1 Imersão em Vídeo

Imersão em visualização de vídeos é um conceito central desta tese.

Uma tendência observada e estudada nos últimos anos aponta para a medição do nível de imersão baseada na forma como o utilizador experiencia o vídeo, como este se relaciona com os conteúdos que lhe são apresentados, como por exemplo as experiências em Great Films Fill Room (url.greatfilmsfillroom) onde os utilizadores são colocados em salas virtuais e interagem com objetos virtuais.

A visualização de vídeo imersivo é então um fator que depende de como o vídeo é apresentado ao utilizador, a qualidade dos conteúdos, a forma como o utilizador está a

experienciar o vídeo e que tipos de funcionalidades estão ao dispor do utilizador para tornar a visualização mais cativante.

Dentro da imersão, existe a imersão física, em que se estimulam vários sentidos físicos do utilizador tais como a visão, audição, tato, paladar e o olfato no desenrolar na experiência de visualização do vídeo e existe a imersão de participação, onde o utilizador é induzido a contribuir com conteúdos para o ambiente. Estimulando estas duas vertentes, pode-se aumentar a sensação de imersão.

No Sight Surfers exploraram-se estas duas vertentes através da possibilidade do utilizador capturar e submeter os seus vídeos em 360°, e de poder aceder e visualizar os vídeos num leitor de vídeos (player) imersivos.

2.1.2 Vídeo em 360°

O vídeo provou ser um dos mais eficientes meios para comunicar, capaz de apresentar um contexto cultural rico e uma grande quantidade e diversidade de informação num curto período de tempo (Chambel & Guimarães, 2002). Com vídeos em 360°, somos capazes de oferecer mais e melhor informação que anteriormente, que pode ser partilhada por todos os utilizadores.

Vídeos em 360°, também conhecidos como vídeos panorâmicos, são sequências de imagens panorâmicas representando uma cenário em movimento. Ser panorâmico neste contexto é ter uma vista alargada ou representação de um espaço físico, quer seja pintura, desenho, fotografia, filme, vídeo ou um modelo em três dimensões.

Em imagens panorâmicas, é muito frequente ser usada uma projeção cilíndrica para criar impressões panorâmicas.



Figura 3 – Sony Bloggie espelho refletor 360°

2.1.3 Projeção Cilíndrica

Uma projeção cilíndrica, inventada em 1796 por Robert Barker, é um tipo de projeção para mapear uma superfície de uma esfera numa imagem plana.

Pode ser visualizada como um invólucro de uma imagem à volta da circunferência de uma esfera, onde a luz que incide no centro da esfera, projeta a imagem da esfera na superfície do papel.

Uma lente da máquina de filmar pode captar o reflexo do espelho, como acontece por exemplo na secção anterior na figura 3, onde um espelho côncavo é colocado à frente da lente obtendo assim uma captura de imagem em 360°.

2.1.4 Sistema Ótico Catadióptrico

O sistema ótico catadióptrico, é aquele onde a refração e reflexão são combinadas num sistema ótico, usualmente com uso de lentes (dióptricos) ou espelhos cilíndricos (catóptricos). Combinações catadióptricas são usadas em sistemas de focagem tais como a procura de luz, sistemas de focagem de faróis recentes, telescópicos óticos, microscópicos, lentes de fotografia, e outros sistemas que usam lentes ou espelhos.

2.1.5 Dispositivo de Captura de Vídeos em 360°

Parte da captura dos vídeos para o desenvolvimento e utilização no projeto foi realizada por um vídeo gravador digital Sony Bloggie MHS-PMK. (figura 4).



Figura 4 – Sony Bloggie MHS-PMK

Este vídeo gravador digital vem equipado com um refletor catadióptrico, para captura de imagens. O mesmo foi usado e adaptado a um sistema para um carro ou para uma utilização convencional, de registo de um momento, com um videogravador.

Para a utilização tendo em vista os objetivos da dissertação, foi utilizado para captura de vídeos digitais, usando uma peça que faz parte do equipamento que é um espelho parabólico acoplado sobre a lente do vídeo gravador, conhecido como sistema catadióptrico (Nayar & Peri, 2001).

2.1.6 Dispositivo de Captura de Vídeos Panorâmicos em Alta Resolução

Para o desenvolvimento do projeto, também foram capturados vídeos com uma câmara de vídeo digital GoPro HD2 Outdoor Edition (figura 5).

Este vídeo gravador digital vem equipado com uma lente que tem a característica de captar imagens em alta resolução (1080p) e possibilita igualmente a captura de imagens com um ângulo de visão diagonal de 170°, 127° de largura e 90° de altura que podem gravar imagens e vídeos em 1080p.

Este dispositivo foi usado e adaptado para o sistema de navegação com uma bicicleta. Uma das características deste dispositivo é vir preparado para fixação no volante da bicicleta ou no capacete, também usado para navegação a pé (mais esporádico), sendo que o registo dos momentos foi realizado de forma convencional.



Figura 5 - GoPro HD2 Outdoor Edition

2.1.7 Vídeo Interativo e Hipervídeo

O hipervídeo diz respeito à verdadeira integração do vídeo em hipermédia, contribuindo assim para a estruturação nas dimensões do espaço e do tempo (Chambel & Guimarães, 2002), um poderoso modelo para a realização de vídeo interativo.

Embora conceitos do vídeo e vídeo interativo existam desde os primórdios do hipertexto, ainda não foi plenamente adotado face às expectativas, em parte devido aos limites e restrições da tecnologia.

Quando Ted Nelson estendeu o conceito de hipermédia como “branching movies” and “hyperfilm” (Nelson, 1974), estes conceitos mantiveram-se durante algum tempo sem uma evolução significativa devido às restrições tecnológicas. Uma vez que o vídeo se tem vindo a tornar mais fácil ao nível do processamento e da transmissão com boa qualidade, mais rapidamente através de “streaming” em redes de banda larga e tem havido um aumento da sua popularidade na internet, está a tornar-se cada vez mais importante e relevante adotar o hipervídeo e providenciar ferramentas que suportem a sua autoria e acesso.

O vídeo em hipermédia foi discutido nos inícios dos anos 90 por (Kahn & Haan, 1991) e (Buchanan & Zellweger, 1992) e também demonstrado no jornal hipermédia Elastic Charles (BrØndmo & Davenport, 1991) desenvolvido nos finais de anos 80, que apresentava vários artigos, à semelhança de um jornal de papel convencional, com a particularidade de ter vídeos. Segundo o trabalho recente de Landow sobre hipermédia (Landow, 1989), aspetos estéticos e retóricos de hiperligações no vídeo foram explorados por LiestØl (LiestØl, 1994) e Sawney (Sawney *et al.*, 1996), com especial foco na nova dimensão do tempo. Com o Kontiki Museum, foi adotada uma forma particular para simular uma visita pública a um museu, que mais tarde foi adotada para ser acedido pela internet.

Posteriormente aparece o HyperCafe (url-HyperCafé), que era a simulação de uma visita a um café real. Com o HyperHitchcock (Shipman *et al.*, 2003), alcança-se uma forma particular de se adotar o hipervídeo, constituindo-se como uma ferramenta para autoria de vídeo, com sumarização e construção de hipertexto espacial.

A definição de hiperligações dinâmicas de objetos no vídeo foi lançada por Hirata em 1993 (Hirata *et al.*, 1993), no sistema Miyabi, definindo um novo conceito de navegação. Através de identificação automática de elementos com certas características, como a forma, cor, estrutura da imagem, cenário e som, foi encontrada uma nova oportunidade para os links, permitindo identificar os objetos ao longo do decorrer de um vídeo. O HotVideo desenvolvido pela IBM em 1996, foi uma forma de desenvolver este

tipo de hipervídeo. Logo a seguir veio o HyperSoap (Dakss *et al.*, 1998) desenvolvido pela MIT Media Lab, caracterizando-se este projeto por serem os próprios utilizadores a identificar os objetos, podendo, por exemplo, ser apresentados locais onde se pode encontrar o objeto ou comprá-lo numa loja, etc. Em 1997, o V-Active (mais tarde conhecido como Veon) foi o primeiro sistema comercial para autoria de conteúdos hipermédia. Anos mais tarde, em 2001 surgiu o VideoClix, que para estabelecimento de ligações, fazia a identificação e seguia os objetos ao longo do vídeo.

Numa outra perspetiva, o AHM - Amsterdam Hypermedia Model (Hardman *et al.*, 1995), uma extensão do modelo Dexter (Hlasz & Schwartz, 1990), adicionou alguns mecanismos dinâmicos com hiperligações. O SMIL (url-SMIL) é uma linguagem baseada em XML no modelo AHM e é uma recomendação W3C desde 1998, para sincronização, posicionamento e hiperligação de objetos multimédia e controlo de conteúdo, baseado nas condições de rede e preferências do utilizador, permitindo o suporte a hipermédia adaptativa. Contudo, não obstante ter sido desenvolvido ao longo de diversas versões, com características novas e interessantes adicionadas ao longo do tempo, o suporte ao hipervídeo em 360° não recebeu muita atenção, com exceção do trabalho de Mestrado anterior (Neng, 2011; Neng & Chambel).

2.1.8 Hipervídeos em 360°

O uso de vídeo numa página da internet, consiste maioritariamente na simples inclusão de um tipo de conteúdo que é esperado que os utilizadores usem de forma linear. A interação entre o utilizador e o vídeo, em geral, está limitada às ações convencionais conhecidas, como por exemplo, reproduzir, pausar, recuar rápido, etc. Nos últimos anos, mais e mais investigadores e companhias estão interessados em melhorar as funcionalidades dos vídeos e implementar interatividades elevadas sobre o fluxo do vídeo.

O mais promissor é basicamente a possibilidade de implementar hipervídeo para integração do vídeo em espaços hipermédia, onde não é considerado como uma mera ilustração mas também pode ser estruturado através de links definidos por dimensões espaciais e temporais (Chambel & Guimarães, 2002). Esta possibilidade proporciona formas de vídeo interativo, acrescenta capacidades ao vídeo e fornece mecanismos interativos flexíveis que permitem navegar no vídeo e integra-lo com tipos diferentes de meios *media*.

A estrutura e interação introduzida pelo hipervídeo permite aos utilizadores terem grande controlo sobre os conteúdos que desejam visualizar. Estendendo o conceito do

hipervídeo a vídeo em 360° ou vídeo panorâmico, surgem novos desafios, especialmente porque partes do vídeo podem estar longe.

O leitor de hipervídeo deve proporcionar aos utilizadores, a possibilidade de entender a estrutura do hipervídeo e navegar efetivamente num espaço de hipervídeo em 360°, permitindo-lhe ter uma experiência imersiva.

2.2 Trabalhos e Técnicas Relacionadas

Nesta secção apresentam-se alguns trabalhos relacionados que são relevantes para esta dissertação, tais como projetos sobre vídeo interativo e hipervídeo, imersão e partilha, e navegação em informação georreferenciada, orientação de navegação e orientação quando existe informação fora de vista (*out of sight*), técnicas de redução cognitiva e aplicações.

2.2.1 HyperSoap

O HyperSoap (url-Hyperssoap) é um programa com hipervídeo no contexto do entretenimento da interatividade. Onde os utilizadores podem clicar através de um controlo remoto sobre roupas, equipamentos e outros objetos para obter informação adicional dos mesmos, sobre como podem ser adquiridos.

O HyperSoap, foi uma ideia do Professor Michael Bove do MIT e alguns alunos seus, e é um exemplo de um vídeo com hiperligação, ou um vídeo em que objetos específicos são seleccionáveis de alguma forma pelos utilizadores da interface e a interação dos utilizadores com esses objetos modifica a apresentação do vídeo.



Figura 6 – Exemplo de um utilizador do HyperSoap

Como se pode ver na figura 6, o utilizador encontra-se num local a uma certa distância de uma tela e com um artefacto selecionou à distância um objeto e apareceu uma informação sobre esse mesmo objeto (nome, preço, *etc.*) e assim permitiu-lhe aceder a informação adicional sobre um objeto do seu interesse e se assim desejar compra-lo.

Ou seja, uma ideia que era futurista à pouco tempo, agora é uma realidade, sendo possível estar a navegar nas páginas web que desejarmos e ao mesmo tempos estar a fazer compras dos conteúdos que nos são apresentados.

A aplicação desenvolvida nesta dissertação foi baseada em parte neste conceito, onde objetos ou zonas são clicáveis para desencadear uma ação, mas neste caso focando a parte da imersão.

2.2.2 Hypercafe

O Hypercafe (*url-hypercafe*), é um protótipo de hipermédia experimental, desenvolvido com uma ilustração de um sistema de hipervídeo geral. Este programa coloca o utilizador no café virtual, composto previamente por vídeos digitais de atores envolvidos numa conversa fictícia no café.



Figura 7 – Conversa no Hypercafe

Como se pode ver na figura 7, o programa permite ao utilizador seguir várias conversas diferentes e oferece oportunidades dinâmicas de interação temporal, espaço-temporal e ligações textuais para apresentar narrativas alternativas. Elementos textuais também são apresentados na forma de texto explicativo, assim como legendas e introdução de narrativas.

2.2.3 HVet: Hipervídeo Aplicado ao Ensino de Cirurgia Veterinária

O Hvet (Tiellet *et al.*, 2010) é um modelo de navegação através de hipervídeo com o objetivo de torná-lo ainda mais eficaz como ferramenta educacional. Sendo que os modelos de hipervídeo mais vulgares, têm ligação unidirecionais e permitem assim ao utilizador visitar um tópico de cada vez para cada ligação em que clicou.



Figura 8 – Esquema de ligações no HVet

Na aplicação HVet, as ligações são multidirecionais, permitindo explorar informações relativas a diversos aspetos de uma mesma ligação.

Como se pode ver na figura 8, a aplicação disponibiliza 4 zonas distintas com informação e ligações: a zona A tem o título e um sistema de procura, a zona B é destinada à zona permanente de hipervídeos, a zona C é a zona onde se encontra o histórico dos hipervídeos que já foram visualizados pelo utilizador e a zona D é a zona destinada para opção de ligações interativas, anotações, partilha de conteúdos por mail e de ligações permanentes.

2.2.4 Google Street

A empresa Google desenvolveu e criou uma plataforma com o nome de Google Street (url-Google Street), que é um serviço integrado com o serviço Google Maps (url-Google Maps). Esta plataforma foi disponibilizada com uma série de funcionalidades que foram novas no mercado e nos meios relacionados.

Se o utilizador quiser pesquisar uma zona no planeta, pode fazê-lo e se a zona estiver relacionada com uma estrada é possível interagir através de uma simulação como se estivesse *in loco*, ou seja, como se estivesse a circular na estrada. Através desta simulação, o utilizador vai ter acesso a várias fotografias que foram tiradas ao longo do percurso e cada ponto é registado em 4 momentos, o frontal, traseiro e os dois laterais. Permitindo assim ao utilizador a opção de ver em cada ponto 4 perspetivas distintas, mas relacionadas, enriquecendo a pesquisa e interação da plataforma. Com este recurso, é possível viajar em vários locais e visualizar os cenários através de fotos (com pouco detalhe), com a vantagem de ver fotografias reais como se estivesse a visitar o local efetivamente.

A Google Street utiliza vídeos mas não os disponibiliza, uma vez que a visualização no site se faz apenas a partir de fotografias. No projeto desenvolvido nesta dissertação temos um sistema de navegação e orientação semelhante ao do Google Street, nomeadamente pelo facto de se poder viajar em locais através de uma plataforma web, no entanto é diferenciador a outros níveis, nomeadamente por possibilidade de interação em vídeo, ter um comando de navegação (canto superior esquerdo da figura 9) com características distintas tais como por exemplo a informação da direção da abertura angular (vídeos em 360°) sobre o que se está a visualizar no vídeo. Estas características serão abordadas mais adiante.



Figura 9 – Exemplo do Google Street View

2.2.5 DIY – Streetview

O projeto DIY-Streetview (url-DIYStreetview) é uma alternativa ao Google Street View, onde o utilizador tem a possibilidade de, com uma máquina de filmar, obter

imagens panorâmicas e depois utiliza-las no seu próprio site como se fosse o Google Street View, mas neste caso com trajetos personalizados pelo utilizador, utilizando tanto o leitor do Google Street View como o leitor do DIY Streetview.

O seu objetivo é ter uma rede de sites de Streetviews que estão ligados entre si de forma invisível para o utilizador, de maneira a fornecer uma experiência de navegação contínua. A possibilidade dos utilizadores terem os seus próprios conteúdos e terem a possibilidade de publicarem e partilharem (no caso do DIY são imagens fotográficas) foi um aspeto relevante no projeto

2.2.6 City Walker

O City Walker usa a informação de dados GPS convencionais para orientação em veículos motorizados, enquanto os utilizadores que circulem a pé podem recorrer a vários tipos de informação adicional, tal como a geografia e orientação da cidade em que se encontram, tal como subir escadas ou rampas ou mesmo alguma orientação dentro de edifícios. Visto que como veículos motorizados é ainda é atualmente uma possibilidade remota, alguns sistema como o A-GPS, já conseguem oferecer melhores condições de orientação quando a receção GPS é reduzida ou nula.

Este projeto fornece um mecanismo de orientação GPS para pessoas que tencionam fazer caminhadas pela cidade, tal como o projeto desta dissertação, que não se restringe à cidade nem a circulação a veículos motorizados.

2.2.7 HALO

O HALO (Baudish & Rosenholtz, 2003) é uma técnica de visualização de informação fora de tela, o seu objetivo é similar ao Hotspot Indicator (indicação de pontos de interesse), mas neste caso usa um arco para representar a informação que se encontra fora da tela em aplicações baseadas em mapas em telemóveis.

Como se pode ver na figura 10, os pontos de interesse com informação adicional que estão fora de visão do mapa que é visualizado no momento, representado por arcos vermelhos, onde o tamanho do arco é diretamente proporcional à distância do centro do ponto até ao limite da zona do mapa que se vê.



Figura 10 - Aplicação HALO num telemóvel

A aplicação desenvolvida nesta dissertação, tem uma funcionalidade parecida com esta técnica, mas ao invés de usar arcos usa uma faixa que também se encontra na zona lateral, também é diretamente proporcional à distância do centro do ponto até ao limite da zona do mapa que está a ser visualizado, sendo que este ao ser clicado centra no centro de visão o ponto de interesse.

2.2.8 Wedge

O Wedge (Gustafson *et al.*, 2008) é uma técnica de visualização que transmite direção e distância e ainda evita confusões e sobreposições de localizações que se encontram fora do ecrã e aparece com uma solução para os dispositivos com o visor pequeno que pretendem visualizar as localizações num mapa para os utilizadores.

A ideia é parecida com a do Halo, mas neste caso é utilizado as arestas de um triângulo isósceles, em que um dos vértices está no centro no objeto de interesse (fora do visor) e os dois outros vértices estão na parte lateral do visor, sendo maior quanto maior fora a distância.

Com grande vantagem de evitar a confusão de possíveis sobreposições, porque com a representação de triângulos consegue representar inclinações ao contrário dos círculos do Halo ou de técnicas que usem setas ou pontos nas zonas laterais.



Figura 11 – Exemplo do Wedge num telemóvel

2.2.9 Immersive Media

A Immersive Media (url-immersivemedia) foi criada em 1994 e é pioneira em fornecer experiências de vídeo 360° interativo em *full-motion*. É um fornecedor de vídeos em 360°, mas que não suporta navegação por links ou anotações, apresentando tecnologia em várias aplicações de alta resolução e vídeos imersivos, e realiza desde exploração e mapeamento até monitorização, vigilância e entretenimento.



Figura 12 – Exemplo do Immersive Media em skydive

A ideia da empresa é conseguir captar imagens, com um vídeo gravador equipado com 11 lentes tipo esfera, de forma que consigam tornar essas imagens numa experiência imersiva. Como se pode ver na figura 12, foi registado o recorde mundial de salto de paraquedas (skydive), que consistiu numa queda a vários km/h de velocidade com um grupo de 140 paraquedistas, todos na vertical e de cabeça para baixo. Este registo foi conseguido com uma imagem em 360°, através da utilização das onze lentes. Com a Immersive Media a ideia é trabalhar apenas sobre as imagens, sem ligações externas, anotações, etc. Com o complemento de oferecer serviço de produção e pós-produção para promover grande parte das experiências para a publicidades e associar a marcas.

2.2.10 Projetos de Partilha de vídeos em alta resolução

Algumas empresas disponibilizam vídeos de alta resolução e longa duração, como é o caso do Netflix (url-Netflix) que é uma empresa que neste momento é a que mais providencia filmes e séries de televisão por subscrição e transmissão *online*, sendo que possui milhões de subscritores e continua a crescer. Esta empresa trabalha nos Estados Unidos da América e recentemente alguns dos seus serviços têm sido disponibilizados no Canada, e tem afetado principalmente a televisão tradicional, visto que tem novos filmes e série de televisão a preços muito acessíveis e os seus serviços podem ser providenciados em consolas de jogos, leitores de *streaming*, leitores de blu-ray, leitores de HDTV, leitores de DVD, serviços de telemóveis, dispositivos móveis, e televisões de última geração preparadas para acesso à Internet.

Outra empresa a oferecer este tipo de vídeos é a Apple TV (url-appletv) que é um leitor de meio de informação digital que consegue e disponibiliza a combinação de vídeos, música e fotografias para a televisão. E com acesso à Internet tem-se acesso a um “canal nosso” como o Youtube, Picasa, Flickr, etc. O *design* e serviços disponibilizados têm evoluído, tanto que é possível neste momento estabelecer uma ligação com o Netflix e assim ter acesso a programas de televisão, filmes com alta definição acima dos 720p, suportados por MPEG-4 e formatos de vídeo MJPEG, assim como fazer *streaming* de música e fotografias através do computador para televisão. Existe um novo protocolo de comunicação com a Samsung que permite um melhoramento no *streaming* para os produtos da Apple, que permite visualizar conteúdo de meios de informação como o vídeo sem paragens e impedimentos.

O Youtube (url-youtube), é uma página da internet para visualização de vídeo, que não suporta georreferenciação, mas oferece um leitor de vídeos (maioria de baixa resolução) muito popular, por ser fácil de usar, rápido e permitir facilmente aceder a

vídeos de outros utilizadores e partilhar os nossos vídeos. Utilizando uma conta do Youtube podemos facilmente fazer um *upload* dos nossos próprios vídeos, sejam eles amadores ou profissionais.

Este conceito permitiu uma revolução da própria Internet ao permitir que qualquer pessoa pudesse partilhar e visualizar vídeos com qualquer outra pessoa que esteja interessada no seu conteúdo, deixar comentários e classifica-los.

O Youtube permitiu uma nova tendência fazendo com que as pessoas possam subscrever um determinado canal que gostem e estejam interessados em seguir. Um dos temas do Youtube é a representação da base da filosofia do seu projeto, onde os utilizadores podem ter o seu próprio canal de vídeos, sendo eles hipervídeos.



Figura 13 - - Hiperligações no Youtube

Assim como no Youtube, a aplicação desenvolvida nesta dissertação, também desenvolveu hiperligações dentro do conteúdo dos vídeos clicáveis pelo utilizador, que podem surgir sob a forma de texto ou de imagem e que permitem navegar no tempo do vídeo ou oferecer informação adicional (notas, links para sites, para outros vídeos, *etc.*).

Um outro projeto, parecido com o Youtube é Vimeo ([url-vimeo](http://url-vimeo.com)), onde também se pode aceder a vídeos de outros utilizadores e partilhar os próprios vídeos, destacando-se o facto de suportar vídeos de alta resolução e tamanhos elevados (duração e bytes)

2.2.11 CAVE – Cave Automatic Virtual Environment

A Cave (Cruz-Neira, *et al.*, 1992) é uma caverna digital, ou seja, uma pequena sala onde são projetados nas paredes gráficos em três dimensões, o que pode acontecer tanto nas laterais como nas zonas inferior e superior, e tal modo que as imagens podem ser visualizadas pelos utilizadores dentro da caverna sem problemas de interferência de

projeção. E com um dispositivo podem explorar e interagir com objetos, pessoas e outras coisas virtuais que possam aparecer projetadas, como se estivessem mergulhados num mundo virtual, onde o nível e as experiências da imersão são muito fortes.

É um dos ambientes de realidade virtual imersiva mais intensos que se conhece, onde os utilizadores usam uns óculos especiais (óculos 3D) quando entram na sala e assim conseguem discernir imagem em 3D projetadas pela CAVE.



Figura 14 – Utilizadores dentro da CAVE

Capítulo 3

Hipervídeos Interativos e Imersivos no Sight

Surfers

Nesta secção apresentam-se as funcionalidades usadas nas metodologias desenvolvidas para a imersão no projeto Sight Surfers, para tirar o máximo proveito no contexto da imersão em hipervídeos, imersão esta que teve um grande foco na imersão em hipervídeos 360°, assim como nos mecanismos de navegação que ajudam na orientação, redução da carga cognitiva e projeção de hipervídeos em alta resolução, em interação com outros dispositivos.

De modo a ser possível a navegação em espaços do hipervídeos em 360°, foram precisos mecanismos suportados com algumas funcionalidades que foram desenvolvidos e ajustados ao longo da implementação e assim foi possível suportar a orientação no contexto 360°, sempre com o objetivo das experiências imersivas. Para tal, desenvolveu-se uma plataforma onde foram aplicados os componentes de suporte a uma estrutura, que vão deste o desenvolvimento de um leitor de hipervídeos em 360° e a integração de um leitor de alta resolução no Sight Surfers, desde a captura e tratamento dos vídeos com georreferenciação, orientação e navegação dos hipervídeos e reprodução dos mesmos na plataforma, sincronização georreferenciada dos vídeos com o mapa dos respetivos trajetos, desenvolvimento de componentes para navegação e informação, abordagem à reprodução e experiências imersivas de vídeos e navegação com dispositivos auxiliares.

3.1 Captura e Tratamento dos Vídeos em 360° com Georreferenciação

No processo de utilização prática da aplicação Sight Surfers, uma etapa muito importante deve ser garantida previamente, que é a captura e o registo da

georreferenciação dos vídeos para depois serem reproduzidos na plataforma, sendo que sem eles ficamos perante uma aplicação sem conteúdos (vídeos e registo geográficos) para mostrar e fazer funcionar a aplicação como se pretende.

Foi preciso criar um artefacto artesanal que desse suporte à captura do vídeo no momento da gravação com a máquina de filmar e registo das coordenadas GPS com um telemóvel. Para que no final foi possível ter os vídeos e registos GPS acessíveis e passíveis de serem utilizados na plataforma. Entendendo que no futuro apenas um dispositivo deverá gravar os vídeos e registar as coordenadas de forma eficaz e com características físicas do dispositivo de modo a ser possível coloca-lo em locais seguros e práticos para um utilização convencional (e.g., um dispositivo que tenha uma estrutura própria que possibilite estar colocado no volante de uma bicicleta sem cair e ser fácil para o utilizador usar, etc.).



Figura 15 – *Frame* de um vídeo em 360° antes de ser tratado para o Sight Surfers

Na figura 15, temos o resultado de uma *frame* de um vídeo que foi capturado pela máquina Sony Bloggie. As imagens resultantes são depois sujeitas a um processo de formatação, antes de estarem acessíveis na aplicação o que é relevante porque para qualquer utilizador que veja vídeos está habituado a vê-los num forma plana e não numa forma circular (figura 15).

O artefacto desenvolvido e todos os dispositivos utilizados nesta captura e tratamento são descritos nas subsecções seguintes:

3.1.1 Máquina de Filmar

Todos os vídeos em 360° foram captados com uma máquina de filmar vídeos em 360°, a máquina de filmar Sony Bloggie Handy Cam (figura 3), como já foi apresentado e descrito acima. É uma máquina de filmar disponível e acessível a qualquer utilizador comum, para uma utilização convencional, diferenciando que esta captura de vídeo é feita por uma projeção num espelho refletor cilíndrico que permite filmar em redor da máquina.

O resultado final dos vídeos, é uma composição de imagens (*frames*) em 360°, ou seja, várias *frames* com o aspeto da figura 15, que para serem reproduzidas no leitor do Sight Surfers têm que ser tratados convenientemente como descrito mais em baixo.

3.1.2 Estrutura e Artefacto para a Captura e Registo dos Vídeos em 360°

Um dos aspetos que foi detetado desde o início e que pode ser um inconveniente para quem estiver a visualizar os vídeos, é o facto de quando se filmam vídeos em 360°, se pretender filmar o que existe ao redor de uma pessoa e se possível evitar que a própria pessoa apareça durante todo o vídeo, o que só acontece se o dispositivo estiver acima do nível da cabeça.

Mas se o utilizador estivesse o tempo todo com o braço elevado a segurar a máquina, passado um tempo iria ficar cansado e como a Sony Bloggie não vem preparada para fixação num capacete ou algo do género, para tal foi necessário criar um artefacto para auxiliar o utilizador nesse aspeto, como se pode ver na figura 16.

Como era possível utilizar um mini tripé na máquina, fixamos a máquina ao tripé e este a um cabo com uma extensão de 1,5m, de tal maneira que se podem utilizar todas as funções da máquina, descarregar os vídeos para um computador e se necessário carregar a bateria.

Desta maneira foi possível fazer as gravações a pé com alguma duração considerável garantindo uma estabilidade aceitável (altos e baixos devida à movimentação de um ser humano).

Outra situação que se verificou ser uma mais-valia, foi a filmagem das deslocações dentro de um veículo automóvel, onde a máquina tinha de estar na zona exterior do veículo, para evitar filmar o utilizador e o interior do veículo, como se pode ver na figura seguinte



Figura 16 – Suporte para as gravações num veículo automóvel

De referir que este mecanismo não é vital para a aplicação em nenhum aspeto, mas torna-se uma vantagem porque desta maneira é possível aumentar a probabilidade de indicar pontos de interesse nas áreas dos vídeos filmados ao evitar filmar a cara do utilizador, etc. Como a aplicação é muito visual, este torna-se um aspeto relevante para o resultado da apresentação dos conteúdos.

3.1.3 Telemóvel SmartPhone para Registo de Coordenadas GPS

O registo das coordenadas GPS, no momento em que se está a gravar os vídeos, é feito, em simultâneo e no mesmo local, através de um telemóvel *smarthphone* convencional que tenha suporte para captura de coordenadas GPS e equipado com um sistema operativo Android (2.1 ou superior) conseguindo assim executar uma aplicação que vai capturar e registar as coordenadas do trajeto efetuado, registando o sinal de GPS a cada 2 segundos e utilizando o sensor de bússola digital.

No final é gerado um ficheiro XML com o nome do trajeto, que é posteriormente transferido juntamente com o vídeo para a plataforma e resultando assim um ficheiro com o vídeo gravado e um ficheiro com os registos das coordenadas GPS correspondentes.

O ideal para a operacionalização deste processo é a existência de um único dispositivo integrado que consiga filmar e registar as coordenadas GPS ao mesmo tempo.

3.1.4 Produção dos Vídeos

Como se pode verificar na figura 15, temos uma imagem circular, esta imagem representa o reflexo do espelho convexo acoplado na lente obtendo a captura de toda a imagem em 360°.

Como se pode observar, uma reprodução de sequências destas imagens é muito difícil de visualizar e interpretar para o olho humano, senão mesmo impossível. Para ser possível visualizar e perceber o seu conteúdo é necessário tratar a imagem e transformá-la da forma circular para a forma retangular, tornando-a assim mais conveniente para a percepção por um utilizador.

Com esse propósito foi utilizado um programa da Sony, que fez esse tratamento de imagem com algumas perdas, que foram significativas mas que garantiram uma qualidade mínima e aceitável para ser reproduzido no leitor do projeto e só depois deste processo é que o vídeo se encontra preparado para ir para a plataforma e ser utilizado como se pretende.

3.2 Leitor de Vídeos em 360° no Sight Surfers

Já existem leitores desenvolvidos noutros projetos como por exemplo o 360° Hypervideo (Luis Neng, 2011), que neste caso particular foi desenvolvido em Flash. A opção de o leitor de vídeos do Sight Surfers ter sido desenvolvido com base na linguagem HTML5 (e mais algumas linguagem de suporte, e.g. PHP e SQL), teve por base os seguinte motivos: domínio superior da linguagem web HTML5 em relação a outras linguagem como por exemplo o Flash, o facto do HTML5 já vir com algumas funcionalidades nativas que foram utilizadas no desenvolvimento e demonstraram ser indicadas para o que se pretendia, e no caso de optar desenvolver em Flash ou outra linguagem com menos conhecimentos e domínio em relação ao HTML5 o processo de investigação/desenvolvimento das funcionalidades e *design* final nessa linguagem previa-se ser muito mais moroso.

Sendo o vídeo reproduzido com base num leitor desenvolvido com a linguagem HTML5, bem como as funcionalidades e sincronização (descritas nas secções seguinte deste capítulo) com o mapa do Sight Surfers (mais detalhes sobre o mapa do Sight Surfers nos artigos publicados citados em “Contribuições” na secção 1.4), são mapeados num *canvas* e são processados à volta de um cilindro WebGL, para representar a visualização em 360°. Essa visualização é feita como se o utilizador estivesse dentro do cilindro a olhar para as extremidades do cilindro que estão a uma certa distância (raio da circunferência da base/topo do cilindro), neste caso, nas extremidades onde está a ser reproduzido o vídeo.

Ao longo da reprodução do vídeo, a imagem no cilindro é refrescada e atualizada através de um processo cíclico e a cada segundo o mapa que existe na aplicação, que tem representado todos os trajetos de todos os vídeos no sistema, é atualizado para estar sincronizado com o vídeo que está a ser visualizado, esta atualização tem a ver com o marcador no mapa, e a respetiva trajetória em relação aos domínios espaciais e temporais.

Todas as informações para a sincronização, são facultadas pelo ficheiro XML que foi gerado pelo telemóvel enquanto se filmava, tal como descrito acima.

Na figura 17, temos a imagem de uma parte do Sight Surfers que é o leitor de vídeos. Para este leitor de vídeos, foram desenvolvidos componentes e mecanismos de interação que vão ajudar na navegação com o hipervídeo e reduzir carga cognitiva ao utilizador.



Figura 17 – Leitor de vídeos do Sight Surfers

Cada um dos componentes tem as suas características de funcionamento específico que tiveram que ser desenvolvidas e são apresentados com mais detalhe nas secções seguintes.

3.3 Orientação e Navegação nos Hipervídeos em 360°

Os principais conceitos e características são introduzidos para a navegação e orientação no Sight Surfers. Visto que a aplicação tem dois modos de apresentação, os vídeos podem ser visualizados de duas maneiras diferentes, respetivamente, em modo “fullscreen” (como na figura 17). Neste caso apenas é apresentado o leitor de vídeos sem o mapa e alguns componentes de orientação e navegação, mantendo sempre as características dos componentes de sincronização, navegação e orientação para manter a coerência quando passamos para o outro modo, que é o modo “normal”, onde aparecem o leitor de vídeos e um mapa.

3.3.1 Video View Area

O Video View Area é um componente que ajuda a carga cognitiva de um utilizador, porque serve para orienta-lo na navegação e visualização dos vídeos geograficamente, indicando o Norte, a abertura de ângulo que está a ser visualizada em relação ao 360° possíveis de serem visualizados no hipervídeo e uma referência do centro do vídeo filmada, ou seja, qual o centro para onde o utilizador está a apontar a câmara quando estava a filmar. Estas representações são atualizadas sempre que exista intervenção do utilizador que altere valores de navegação e orientação.

O Video View Area pode ser escondido se o utilizador assim pretender, e pode ser interessante quando se pretendem mais detalhes da zona do vídeo onde se encontra este componente, bastando seleccionar a opção com símbolo igual ao Video View Area que se encontra na barra de botões do leitor (ver figura 18 no início da seta com traço continuo).



Figura 18 - Modo Video View Area

O Video View Area tem uma interface com o aspeto de uma pizza circular, que está situada no canto superior direito do hipervídeo e usa uma cor vermelha em forma de fatia de pizza no seu interior, uma marca com a letra “N” na zona exterior e uma marca em forma de triângulo azul adjacente ao círculo (ver figura 18 para melhor detalhe e compreensão).

Esta interface com estes componentes pode estar disponibilizada de maneira diferente e complementar à carga cognitiva, sendo as representações descritas nos pontos seguintes:

- A representação da referência do ponto central do vídeo, onde este é representado com a marca triangular anexa ao círculo da zona exterior (ver representação na figura 18b). Esta marca indica a direção do centro do vídeo quando foi filmado.
- A representação de indicação do Norte, que é a indicação da direção do norte geográfico, muito útil no modo “normal” quando está acompanhado com um mapa para comparação e compreensão direta. É representado com a marca da letra “N” em torno do círculo na zona exterior (ver representação na figura 18c).
- A representação de indicação da abertura de ângulo para onde o utilizador está a olhar no vídeo. É representada como a “fatia de pizza” de cor vermelha (ver representação na figura 18d).

Estes modos de visualização do Video View Area, mudam de posição em torno do círculo cinzento, sempre que características de orientação e navegação são alteradas. Existe a possibilidade de fixar uma das três marcas no topo do círculo, sendo que as outras duas marcas são ajustadas para corresponderem com coerência umas às outras.

Estes modos de visualização são alterados da mesma maneira como se esconde o Video View Area, mas em vez de apenas aparecer e desaparecer sempre que se clica na opção com o símbolo da Video View Area na linha de comando do leitor de vídeos,

vão-se alterando os três modos, por exemplo continuando a clicar desaparece por completo e volta a aparecer e assim sucessivamente sempre que se clica no símbolo.

Outra característica da Video View Area é permitir uma rápida navegação em relação ao ângulo de visão para a direção desejada, para tal basta arrastar (em forma circular) a fatia vermelha para a direção pretendida. Este modo altera as características de orientação, ou seja, todo o Sight Surfers é atualizado como se pretende.

3.3.2 Vídeo Minimap

O Minimap é uma projeção plana de todo o vídeo que está a ser reproduzido no leitor principal da aplicação, que se encontra um pouco mais abaixo do leitor principal e tem a dimensão da largura do leitor principal e naturalmente altura inferior. Deste modo, temos a visualização total de toda a imagem do instante vídeo.

Para complementar, é adicionado como representação extra um retângulo com bordas vermelhas e transparente no centro, que vai representar a área que está a ser vista no momento no leitor de vídeo principal. Com esta representação também é possível navegar no vídeo em relação ao ângulo de visão a ser visto no leitor principal, para tal apenas é preciso arrastar sobre o Minimap o retângulo vermelho para a zona que o utilizador deseja visualizar. Como se pode ver na figura 19 o retângulo está nas extremidades do vídeo, mas foi filmado em 360°, pelo que a imagem é continua nas suas extremidades. Sempre que se arrasta este retângulo vermelho, alteramos características de orientação que vão afetar todo o Sight Surfer como se pretende.

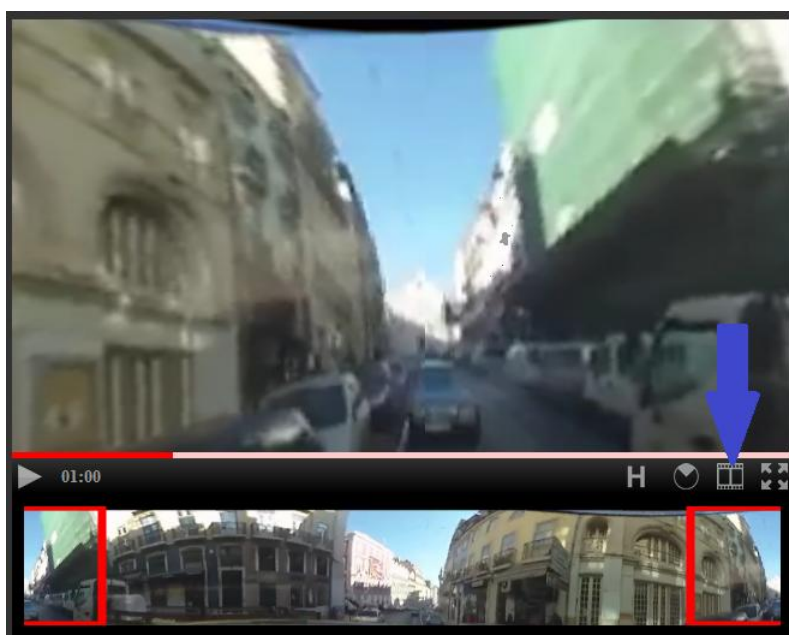


Figura 19 - Minimap

Sempre que clicamos fora do retângulo vermelho, a aplicação centra o centro do retângulo no ponto onde foi clicado e assim todo o sistema é atualizado em função do resultado desta ação.

Tal como podemos esconder o Video View Area, também podemos esconder o Minimap, sempre que o utilizador pretender. Na figura 19 está representada uma seta azul apontada para um símbolo na barra de comandos do leitor de vídeos, este é o símbolo que representa a possibilidade de esconder ou fazer aparecer o Minimap sempre que o mesmo é clicado.

3.3.3 Memory Bar - Linha Temporal do Vídeo

O Memory Bar é uma barra do tempo e o ângulo de visão do vídeo que se encontra na zona inferior do leitor principal. Na figura 20 está representado onde aponta a seta do lado esquerdo, é algo semelhante à barra do tempo no leitor do Youtube.

Esta barra pode aumentar de tamanho em altura (cerca de 4 vezes) sempre que se passa o rato por cima (é como está representado na figura 20) e serve para indicar na horizontal o tempo em que nos encontramos no vídeo a ser reproduzido. Indicado com um ponto vermelho na barra em cada instante, sendo o instante zero do lado esquerdo e que representa o ângulo que se esta a ser visualizado em altura, e o centro do vídeo é o centro da barra em altura respetivamente. Este ponto é registado ao longo da reprodução do vídeo (como se pode ver a vermelho a Memory Bar na figura 19) e assim ficamos com um registo espaço-temporal do que já foi visto pelo utilizador neste vídeo.

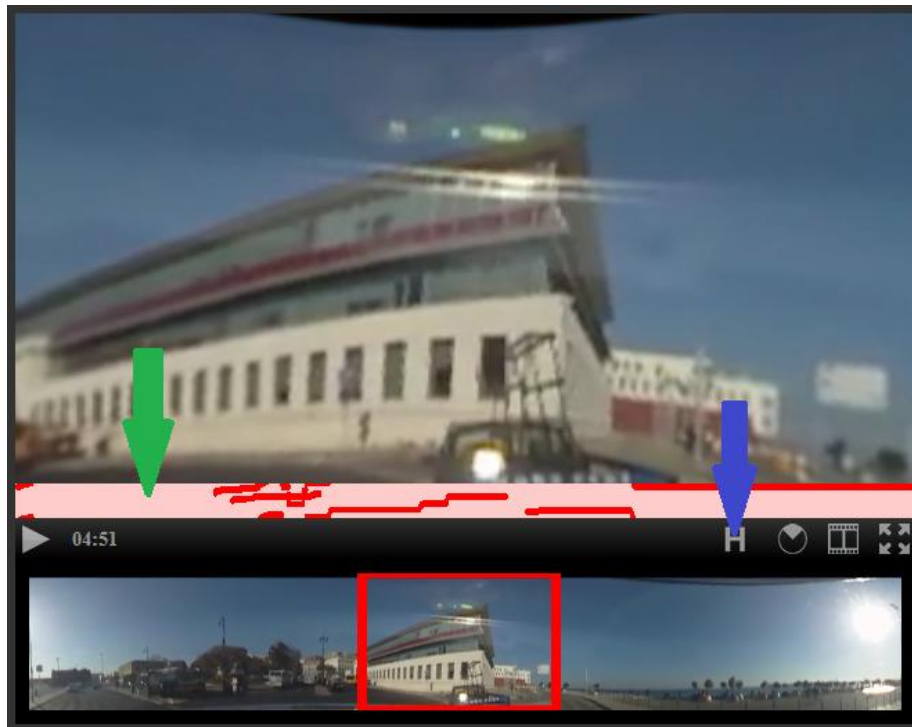


Figura 20 - Memory Bar – linha temporal e ângulo de visão do vídeo

Tal como aconteceu com os componentes anteriores (Video View Area e Minimap), também podemos esconder o Memory Bar do mesmo modo e sempre que o utilizador pretender. Na figura 20 está representada uma seta do lado direito apontada para um símbolo na barra de comandos do leitor de vídeos, este é o símbolo que representa a possibilidade de esconder ou fazer aparecer o Memory Bar sempre que o mesmo é clicado.

3.3.4 Memory Bar num Cilindro

Pretendia-se manter o registo temporal e espacial mas com um formato mais próximo do modelo circular em 360°, visto que o Memory Bar que já estava desenvolvido está representado num plano. Assim decidiu-se desenvolver um modelo em forma de cilindro, com a seção circular a representar a imagem do vídeo em 360° e a altura a representar o tempo do vídeo.

O desafio era manter o registo já existente, conseguir de uma forma perceptível introduzir referências do tempo e do ângulo legíveis e acessíveis, passar de um plano em duas dimensões para uma imagem em forma de cilindro (três dimensões), conseguir rodar o cilindro para se visualizarem outras zonas não visíveis, introduzir o Memory bar

na aplicação de maneira a estar sincronizado em tempo real com a plataforma, ter dimensões e aspeto o mais parecido possível com o *design* desenvolvido até então e ter dimensões suficientes para representar a informação pretendida.

No desenvolvimento, foram construídos protótipos (ver esboço de um protótipo na figura 21) com algumas das características pretendidas. Um dos modelos desenvolvidos, foi idealizado para se criar um cilindro em WebGL e a textura ser a imagem do Memory Bar existente, atualizado a cada instante do vídeo. Este foi o modelo mais perto do que se pretendia, mas por condicionamentos de processamento não foi possível obter um modelo que funcionasse com os requisitos mínimos de desempenho, ficando a ideia base desenvolvida a sua operacionalização para desenvolvimento e melhorias futuras.

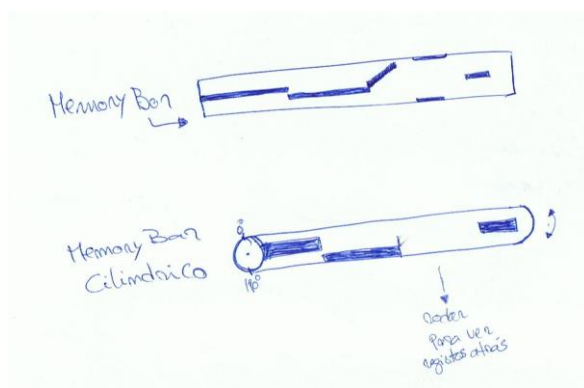


Figura 21 – Esboço de protótipo para Memory bar cilíndrico

3.4 Sincronização do Hipervídeo em 360° com o Mapa

É feita uma sincronização em tempo real do vídeo com o mapa, sincronização essa que vai estar dependente da reprodução independente do vídeo, da ação do utilizador sobre a área do mapa ou sobre a zona do leitor de vídeo.

Estas ações, além de influenciarem a sincronização espacial e temporal dos vídeos, também vão afetar uma mudança de vídeo, quando se muda de trajetória com uma ação sobre o mapa, por exemplo, movendo o marcador da trajetória, selecionando numa ligação de mudança de trajetória no vídeo.

3.5 Hiperligações nos Hipervídeos em 360°

Sobre a área de reprodução dos vídeos no leitor principal, ao longo da reprodução do vídeo podem aparecer hiperligações de vários tipos, por exemplo, mudança de

trajetória, avançar no tempo do vídeo, etc. Estes tipos são descritos nas subseções seguintes.

3.5.1 Mudança de Trajetória e Respetivo Vídeo

No vídeo é possível mudar de trajetória e consequentemente de vídeo, vídeo este que representa a vídeo da nova trajetória. Para tal, só é possível quando nos encontramos num cruzamento de trajetória de vídeos que estejam no sistema.

Quando nos encontramos perto dessa zona, aparece uma seta para a zona onde a outra trajetória vai seguir. Se se pretender mudar de trajetória, basta clicar sobre essa seta e muda-se de vídeo no instante em que se encontra no vídeo a respetiva orientação.

Por sincronização o mapa também é sincronizado e atualizado.

3.5.2 Ligações Temporais no Tempo

Pode existir a opção de mudar no tempo e por consequência no espaço do vídeo, isto pode acontecer quando no vídeo existe algo de interessante noutro tempo do vídeo, possibilitando ao utilizador saltar no tempo, ou então evitar algo de pouco interesse nos próximos momentos do vídeo.

Nesses instantes aparecem um símbolo, sobre o qual se pode clicar originando a mudança de tempo e automaticamente o vídeo muda de tempo e sincroniza com o mapa.

3.5.3 Reprodução de Vídeos Complementares

Também existe a possibilidade de reprodução de vídeos referentes a algo no instante do vídeo que está ser reproduzido pelo leitor. Isto pode acontecer quando no vídeo existe algo de interessante e que pode ser complementado com a visualização de um vídeo extra.

Nesse instante aparece um símbolo sobre a zona ou objeto de interesse, e ao clicar sobre esse símbolo origina a paragem do tempo do vídeo principal e começa a reproduzir o vídeo auxiliar.



Figura 22 – Reprodução de vídeo complementar (Pai Tirano)

Uma das aplicações desta funcionalidade é o acesso a cenas de filmes gravados no local em exibição no vídeo original. Por exemplo na figura 22 o vídeo original que está a ser reproduzido no leitor de vídeos do Sight Surfers foi filmado num trajeto que passa pela Praça Luís de Camões em Lisboa e o vídeo complementar é a reprodução de uma cena do filme Pai Tirano que se passa nessa mesma Praça.

3.5.4 Informação Adicional de Pontos de Interesse (Hotspots Info)

A informação adicional sobre zonas ou objetos que mereçam tal atenção é disponibilizada em texto e é uma descrição extra sobre o que se pretende. Assim, surge nesses pontos uma imagem em forma de balão, contendo no seu interior informação mínima, e apenas quando clicamos sobre ela aparece então informação mais completa e detalhada.

3.5.5 Ligações Externas a Pontos de Interesse

As ligações externas a pontos de interesse são uma vertente semelhante ao ponto da secção anterior, ou seja, com informação adicional sobre zonas ou objetos que mereçam tal informação adicional.

Essa informação é dada em texto, sendo esse texto uma ligação para um endereço na internet, que é uma imagem em forma de balão, em cujo centro encontramos a ligação externa, bastando clicar para navegarmos até à página em questão.

3.5.6 Indicadores Laterais (Hotspots Laterais)

Os hotspots laterais, são indicadores de outros hotspots no momento em que o vídeo está a ser reproduzido mas que não estão à vista. Podem ser Hotspots de informação ou ligação externa ou mudança de tempo e/ou de trajetória.

Estes hotspots laterais aparecem, como o nome indica, na zona lateral da janela do vídeo e apenas aparecem quando na área que não está a ser visualizada se encontram outros hotspots e estão orientados na vertical. Outra característica destes indicadores é o facto de serem clicáveis, sendo que quando são clicados, colocam o centro visível do vídeo no centro do Hotspot.

São representados por um tamanho (em altura) diretamente proporcional à distância até ao Hotspot e também estão à mesma altura do ponto de interesse que estão a representar.

Visto que o vídeo tem a forma cilíndrica, foi uma mais valia a introdução deste componente como informação complementar de redução cognitiva.

3.5.7 Hotspots no Minimap

O minimap também possui as hiperligações que o vídeo principal está a disponibilizar no momento em todo o redor, ou seja, nos 360° do vídeo. Com a vantagem de que no minimap as ligações estão todas visíveis e disponíveis ao utilizador, visto que é uma projeção do vídeo num plano.

Estas hiperligações podem ser de mudança de percurso, de informação adicional sobre um local ou ponto de interesse, de ligação para uma página web, de mudança de tempo ou de ângulo e de apresentação de vídeo auxiliar relativo ao cenário que está a ser reproduzido no leitor no dado momento, surgindo de igual modo como uma interação no vídeo principal.

3.6 Orientação e Navegação nos Hipervídeos de Alta Resolução

Uma das componentes desenvolvidas nesta dissertação foi a captura de vídeo em 170° e a conceção, implementação e sua adaptação na plataforma, de modo a que a utilização deste tipo de vídeos conseguisse manter a coerência e ideologia do Sight Surfer, visto que este foi inicialmente desenvolvido para a navegação e orientação em particular para hipervídeos em 360°.

3.6.1 Máquina de Filmar Vídeos em Alta Resolução

Para a concretização deste projeto foi utilizada a máquina de filmar GoPro HD2 (descrita na secção 3.1.1), que tem a característica de capturar vídeos com alta resolução de imagem e uma abertura angular ampla de 170°, de largura 127° e de altura 90°, diferente da captura de imagem em 360°.

Com a captura de vídeos desta máquina, foi possível aumentar significativamente a qualidade de imagem, tanto que os vídeos foram quase todos filmados a andar de bicicleta, ficando a máquina fixada num suporte no capacete (para evitar filmar o utilizador o tempo todo). A câmara utilizada para capturar 360° é consideravelmente inferior numa gama de máquinas de uso mais generalizado pelo público o que corresponde a um dos requisitos.

A opção de filmar num possível cenário, por exemplo a andar de bicicleta, deveu-se ao facto de ser assim mais interessante fazer experiências de imersão, devido às características de navegação, podendo ser elas de velocidade, diferentes envolvimentos com o ambiente em redor do utilizador e desta forma ter outro tipo de experiência emocional que pode ser explorada para a imersão.

3.6.2 Leitor de Vídeos do Sight Surfers

Uma primeira abordagem foi a adaptação dos vídeos em 170° ao leitor do Sight Surfers que estava desenvolvido para vídeos em 360°.

Tal como nos vídeos 360°, a imagem a ver visualizada no leitor é apenas uma parte central da imagem e não a imagem na sua totalidade (como no minimap), mas desta forma seria necessário continuar a navegar no vídeo para as zonas laterais até ao seu limite da imagem (porque não existe a mesma continuidade nos limites laterais dos

vídeos em 170° como nos vídeos em 360°, sendo esta uma navegação contínua) e ainda ser possível a navegação para as zonas superiores e inferiores até aos limites da imagem.

Estas necessidades de adaptação têm uma influência direta em alguns componentes no leitor do Sight Surfers. Para começar, no próprio leitor de vídeos, é necessário mudar não apenas as características de dimensão dos vídeos a reproduzir, mas também na sua estrutura de reprodução, ou seja, uma novo leitor de vídeo. Outro componente com características a serem alteradas era o Minimap, que teria de alterar as suas dimensões para ter menos largura e mais altura, impossibilitar a navegação circular (em 360° na lateral) do retângulo que representa a imagem no leitor principal, possibilitar a navegação do retângulo igualmente na vertical como na horizontal, mantendo as hiperligações no Minimap, adaptar a estrutura do Video View Area para interagir de acordo com a nova características (diferentes aberturas angulares).

Em relação ao Memory Bar, foi preciso a abordagem de uma outra imagem com outra dimensão (mesma largura e mais altura) tornando-se assim mais coerente com as dimensões destes vídeos, ver na figura 23 um possível protótipo com o esboço n

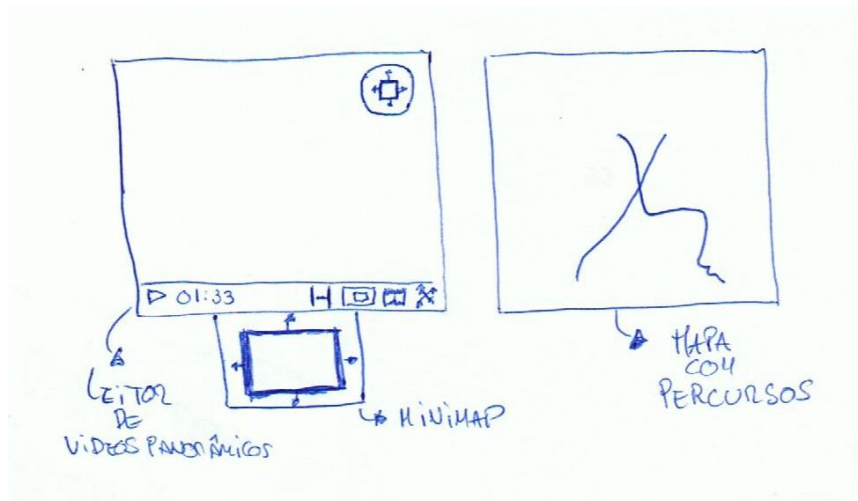


Figura 23 – Esboço de leitor de vídeos panorâmicos

3.6.3 Projeção para Imersão e Navegação com Air Mouse

Uma experiência realizada com os vídeos imersivos, foi a projeção numa tela e consequente aumento da imagem e sensação de imersão, especialmente nos vídeos de maior resolução (panorâmicos e com alta resolução), uma vez que a qualidade quando projetado era bastante boa, contribuindo para a sensação de realismo e imersão.

Uma experiência complementar que se efetuou foi a utilização de ratos aéreos, ou seja, ratos que não precisam de estar assentes numa superfície para funcionarem e interagirem com o ambiente de trabalho de um computador, muito adequados para usar em conjunto com uma projeção num ecrã de grande dimensão.

As primeiras impressões de utilização destes dispositivos remetem para a pouca prática que existe de utilização de equipamentos deste género, sendo preciso algum tempo de adaptação. Passado esse tempo de adaptação, a utilização passa a ser mais fluída e assim é possível interagir com a aplicação com mais destreza e bastante facilidade e liberdade de movimentos. Fica como proposta de trabalho futuro a ideia de exploração mais aprofundada e a realização de testes de usabilidade com utilizadores.

A navegação pode ser efetuada com um dispositivo auxiliar, Second Screen, e baseia-se na ideia de interagir com a aplicação através de um telemóvel, sendo que esta interação seria de navegação sobre o leitor de hipervídeo em relação ao que se pretende visualizar.

A ideia é ter uma aplicação no telemóvel que ao deslizar sobre o ecrã no sentido lateral, altera diretamente numa página web a abertura de ângulo do vídeo a ser reproduzido no Sight Surfers. Outra ideia é ter apenas os elementos de navegação (Minimap, etc.) e eventualmente os mapas no telemóvel, para controlar e visualizar de forma sincronizada com o vídeo, que está a ser apresentado num dispositivo ou numa superfície de maior dimensão, alterando o ângulo desse vídeo no Sight Surfers. Deixa-se igualmente o desenvolvimento de esta ideia em aberto como proposta de trabalho futuro.

3.7 Arquitetura do sistema

No âmbito específico desta dissertação o Sight Surfers é baseado numa arquitetura webservices onde o utilizador faz pedidos de dados a um servidor (backend) (ver o esquema na figura 24). O frontend foi implementado com linguagem HTML5, que é suportada pela maioria dos browsers, e usa tecnologia WebGL. O backend foi implementado usando uma camada PHP MVC (Model-View-Controller) com uma enorme conjunto de bibliotecas para suportar pedidos HTTP e ligações à base de dados.

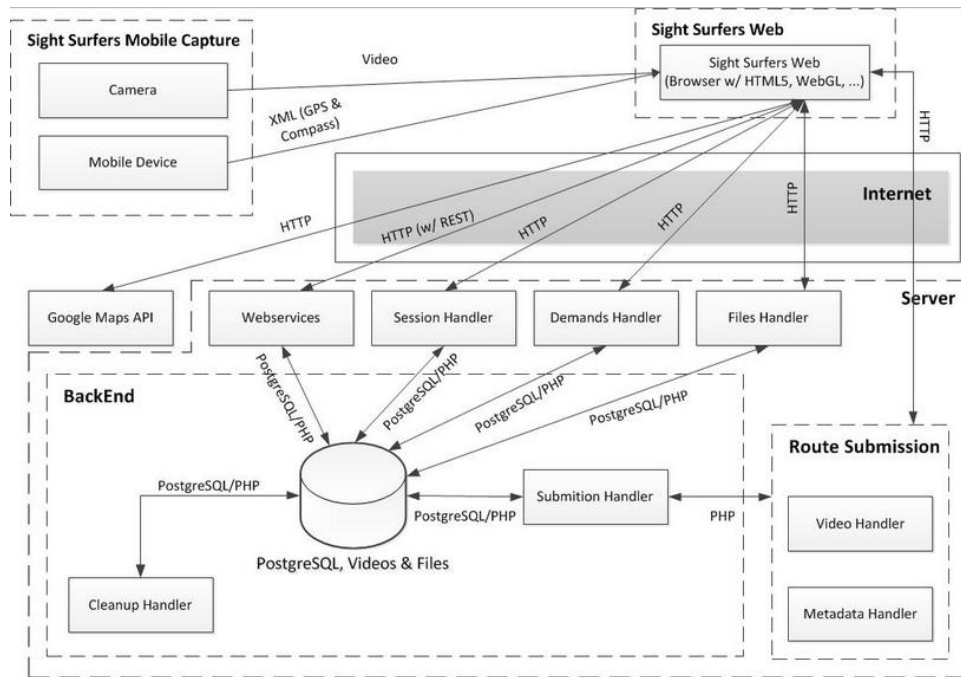


Figura 24 – Arquitetura do Sight Surfers

Capítulo 4

Avaliação

Foi realizada uma avaliação da interface e funcionalidades do Sight Surfers com utilizadores, em termos da sua atividade, satisfação e facilidade de uso. Foram avaliadas as formas de navegação, representação e visualização de vídeos interativos e imersivos, com base no leitor de hipervídeos e um mapa com os percursos dos vídeos sincronizados temporalmente e por georreferenciação.

4.1 Método Utilizado para a Avaliação

Para além dos aspetos de usabilidade mais clássicos, (Nielsen 1993, 2000), procurou-se também avaliar particularmente aspetos de experiência de utilização e aceitação tecnológica (Venkatesh et al. 2003), especialmente nos aspetos de utilidade, satisfação e facilidade de uso (Davis 1989, Lund 2001).

A avaliação foi composta por observação com registo em papel e caneta, e uma entrevista semiestruturada. O questionário utilizado para a entrevista teve como exemplo o modelo USE (Lund, 2001) cujas dimensões avaliadas são: Utilidade (Usefulness), Satisfação (Satisfaction) e Facilidade de Uso (Ease of use). A escala utilizada é a Likert de 5 pontos (Likert, Rensis 1932).

Mais detalhes da estrutura da entrevista e conteúdos usados encontram-se descritos no guião em anexo (Anexo A).

O processo de avaliação sobre hipervídeos 360° e georreferenciação, inclui uma explicação resumida sobre o projeto onde é apresentada a intenção de combinar hipervídeos 360° e georreferenciação como conceitos do projeto, sem aprofundar as descrições nem detalhes, apenas o essencial para o início da avaliação.

Para testar as funcionalidades da aplicação, foi solicitada a realização de algumas tarefas. Optou-se por começar as tarefas sem funcionalidades e depois a cada nova tarefa introduzia-se uma nova funcionalidade em cada nova fase, e avaliou-se a maioria

das funcionalidades nos dois modos (normal e *fullscreen*), com os vídeos e as trajetórias (ver o guião em Anexo A), os erros, hesitações e aspetos de desempenho na realização das tarefas que foram observadas e anotadas no final de cada tarefa. Os utilizadores atribuíram uma classificação USE (numa escala de Likert de 1-5) à funcionalidade subjacente à tarefa e podiam fazer comentários e sugestões. No final da sessão, foi-lhes pedido uma apresentação global de apreciação.

No início incluiu-se um mini questionário para saber a idade, o sexo, a formação, conhecimento de partilha de vídeos e aplicações relacionadas referentes ao Sight Surfers.

4.2 Resultados

Esta avaliação teve uma população de 7 pessoas do sexo masculino e 4 do sexo feminino, com idades entre 20 e 65 anos, permitindo descobrir problemas de usabilidade e perceber a tendência de satisfação de experiência do utilizador. Em termos de instrução académica, todos os entrevistados tinham pelo menos o grau de escolaridade superior ao 12º ano, estavam todos familiarizados com conceitos de partilha e especialmente acesso a vídeos na internet, mas apenas 3 já tinham ouvido falar em vídeos 360º, e apenas um sabia explicar bem o conceito.

Todos os utilizadores conseguiram finalizar as 25 tarefas que foram sendo apresentadas sequencialmente, a maioria executadas num curto espaço de tempo e eles iam detetando com alguma facilidade e rapidez cada nova funcionalidade apresentada em cada tarefa da entrevista. Os vídeos da demonstração foram no total 3 e foram todos gravados em ruas de Lisboa e os utilizadores sentiam-se familiarizados com as zonas que visualizavam.

Os resultados estão sumarizados para cada grupo de tarefas e registados em tabelas (ver anexo B para mais detalhes dos resultados), estes registos são o reflexo da média com a letra M, para representar a usabilidade, satisfação e facilidade de utilização de análise ao USE (Usability; Satisfaction; Easy to Use), registados numa escala de 1-5, onde 1 representa o mínimo e 5 o máximo, o desvio padrão com as letras Std, com resultados entre 0,5-0,9 e apenas exposto referências a exceções. De referir que algumas tarefas têm a interação com o mapa do projeto, apenas para complementar todas as opções válidas e que vão de encontro aos objetivos globais do Sight Surfers e não apenas da interação com o leitor de vídeos.

Os resultados de todas as 25 tarefas estão mencionados nas subsecções seguintes, separados por grupos distintos. As tarefas têm a referência da letra T seguida de um número e representam o número da tarefa (de T1 a T25).

4.2.1 Navegação e Orientação em Vídeos em 360°

Aplicação foi preparada para estar em modo *fullscreen* e foi pedido aos utilizadores para rodarem o vídeo à sua volta até voltarem à posição inicial, apenas com o uso de arrastamento da imagem, ou seja, sem recurso a mais nenhum componente de navegação, os mesmos encontravam-se todos ocultos (T1: U:4,1; S:4,7; E:4.3); adicionando o Video View Area (T2: U:4,6; S:4,1; E:4.4), adicionando o Minimap (T3: U:4,8; S:4,7; E:4.6).

Os utilizadores apreciaram bastante os mecanismos de navegação que foram apresentados, especialmente o Minimap, que permitiu uma melhor visualização e navegação mais rápida e eficaz. O arrastamento apenas pela imagem, apresentou alguma hesitação inicial dos utilizadores que não estavam familiarizados com navegação de fotografias em 360°, mas passado a fase inicial depois de experimentarem uma vez ficavam à vontade com esta funcionalidade.

Para o Video View Area, nos primeiros comentários de alguns entrevistados era a sugestão de também ser possível navegar por rotação do mesmo, rodando (navegando) o vídeo, que entretanto foi introduzido na versão final com sucesso.

4.2.2 Navegação e Orientação Geográfica em 360°

Nesta fase a aplicação foi preparada para estar em modo normal, ou seja, com o leitor de hipervídeos e o mapa lado a lado. Nesta fase foi pedido aos utilizadores para rodarem o vídeo à volta e voltarem à posição inicial, apenas pelo processo de arrastamento da imagem (T4: U:4,8; S:4,6; E:4.5), identificar os significados das três cores usadas na trajetória do mapa (T5: U:4,5; S:4,1; E:4.2), com a tarefa 4 adicionando o Video View Area e o Minimap (T6: U:4,7; S:4,7; E:4.1).

Os entrevistados gostaram do mapa e encontraram utilidade, mas sugeriam que o vídeo fosse mais largo (ocupasse mais área na página) que o mapa, alinhado com o propósito do foco neste contexto. Nas primeiras impressões o significado das cores não era óbvio, mas passado algum tempo passou a ser óbvio, com a sugestão de menos brilho nas tonalidades das cores. Mais uma vez, o Minimap foi apreciado e

especialmente neste modo (sem ser em *fullscreen*) que não se apresenta por cima de uma área do vídeo: “Permite uma visualização mais completa”.

Ainda sobre o mapa, foi pedido aos utilizadores para moverem para a frente na mesma trajetória (T7: U:4,5; S:4,2; E:3,8), identificar a orientação corrente (T8: U:4,6; S:4,5; E:4,0) e ir para a Praça Luís de Camões (uma praça muito conhecida que passava na trajetória, popular de quem conhece Lisboa) (T9: U:4,6; S:4,8; E:4,6). Os entrevistados descobriram ser muito útil e prático estas possibilidades, mas tiveram dificuldades ao clicar na trajetória no mapa para uma seleção fácil (assim o 3,8 é o significado do Ease of use) e sugeriram que o marcador do mapa pudesse também ser arrastado ao longo da trajetória. Entretanto esta funcionalidade foi introduzida no projeto final com sucesso.

4.2.3 Navegação e Orientação em Hipervídeos em 360°

Ainda com o leitor de vídeos e mapa lado a lado e na Praça Luís de Camões, foi pedido aos utilizadores para encontrarem e seguirem uma hiperligação para um filme (T10: U:4,8; S:4,6; E:4,9), encontrarem e seguir uma hiperligação para uma trajetória que cruzava com a presente e que seguia para o Cais do Sodré (T11: U:4,8; S:4,6; E:4,7), para ir para perto da cafetaria Brasileira e procurar por informação a cerca da cafetaria ou informação sobre uma estação de metropolitano que se encontrava perto (T12: U:4,6; S:4,5; E:4,3), para olharem para o Memory Bar e explicarem o seu significado (T13: U:3,7; S:2,9; E:3,9; Std:1,2;1,4;1,2) e finalmente irem para o modo *fullscreen* e voltarem para o modo normal (T14: U:4,9; S:4,6; E:4,5). Os entrevistados gostaram das diferentes hiperligações, especialmente para as relacionadas com o filme e cruzamento de trajetória e conseguiram facilmente encontrá-las. Contudo, sugeriram para tornarem mais explícito o tipo diferente de hiperligações (nesta altura pretendia-se ter um *icon* diferente para cada tipo de hiperligação como na hiperligação para os filmes que é uma *clapboard*), outra sugestão era a possibilidade de escolher novas trajetórias através de setas, também um aumento do brilho da trajetória no mapa e a possibilidade de ocultar todas as hiperligações ao mesmo tempo, maioritariamente por flexibilidade. O Memory Bar não foi totalmente entendido sem um contexto adicional e não foi entendido como muito útil, a linha temporal é um conceito familiar, mas em projeção 360° não foi prontamente compreendido, mesmo assim poucos comentaram ser interessante e sugeriram adicionar hiperligação no Memory Bar. Finalmente os utilizadores apreciaram a possibilidade de ter o modo *fullscreen*, ou seja, o leitor de vídeos e o mapa lado a lado.

4.2.4 Modo de Video View Area em Vídeos 360°

Foi pedido aos utilizadores para encontrarem o botão do Video View Area (T17: U:3,6; S:4,6; E:4,1) e depois para centrar o que se está a visualizar no centro do vídeo (T18: U:2,9; S:2,7; E:3,9), para o modo do norte para cima (T19: U:4,6; S:4,8; E:4,9) e modo de visualização para cima (T20: U:4,2; S:4,5; E:4,6). À primeira eles não sabiam que tinham mais do que um modo diferente para o Video View Area, mas passado algumas experiências, eles descobriram e de uma maneira geral todos gostaram do modo com o norte sempre no topo, que está alinhado com o mapa.

4.2.5 Filtros de Hipervídeos 360°

Foi preparada a aplicação para estar com o leitor de vídeo e o mapa lado a lado e foi pedido aos utilizadores para localizarem a opção de filtro e sobre o seu significado (T21: U:4,6; S:4,6; E:4,7), depois foi pedido para alterarem o filtro para mostrarem apenas vídeo com circuitos rápidos (T22: U:4,5; S:4,6; E:4,8), depois para mostrarem apenas um tipo de circuitos em radical (T23: U:4,6; S:4,6; E:4,8) e então para mostrarem circuitos com mais do que um tipo de transporte (T24: U:4,4; S:4,6; E:4,8). Os utilizadores estavam muito satisfeitos com estes tipos de filtros (T25: U:4,9; S:4,7; E:4,6), eles apreciaram o fato de puderem selecionar apenas o que desejam.

4.2.6 Resultados e conclusão final

Como apreciação final, os utilizadores referiram que o Sight Surfers era muito útil, satisfatório, divertido, fácil de usar e relativamente fácil de se entender e que voltariam a utilizar novamente (ver gráfico na figura 25).

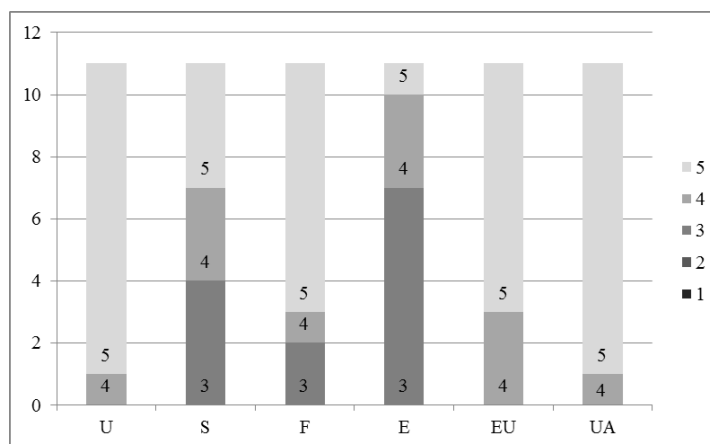


Figura 25 – Avaliação geral: (U)seful; (S)stisfactory; (F)un to use; (E)asy to Use; (EU) Easy to Understand; (UA) Use Again

À medida que o sistema inclui novas características e torna-se mais rico e mais interessante, também torna-se mais complexo e mais fácil de entender à primeira, mas no entanto tem-se indícios de ser bastante positivo e mais poderoso.

Sugestões finais foram alinhadas com o resto da entrevista e comentários finais foram de encontro com as seguintes frases: “Muito interessante”; “Muito útil”; “Boa ideia”, “Bastante bom”.

Capítulo 5

Conclusão e Trabalho Futuro

5.1 Conclusão

Este trabalho apresentou a motivação, os desafios, o *design*, desenvolvimento e a avaliação com utilizadores do Sight Surfers, uma aplicação web interativa para a visualização e navegação de hipervídeos em 360° georreferenciados, com foco no desenvolvimento na apresentação interativa e imersiva dos vídeos. Foi desenvolvido o leitor para vídeo panorâmico em alta resolução e efetuadas experiências exploratórias em ambientes de maior imersividade.

Os utilizadores entenderam e gostaram bastante do conceito, perceberam o Sight Surfers como sendo muito útil, uma aplicação fácil de usar e afirmaram que voltariam a usar outra vez. O Memory Bar não foi totalmente entendido pela maioria dos utilizadores nas primeiras impressões sem uma contextualização e não encontraram utilidade em usar esta ferramenta, enquanto o resto das funcionalidades foram altamente apreciadas.

Para as funcionalidades mais recentes (depois de comentários iniciais), eles preferem ter o Video View Area em modo com o norte sempre no topo, tal como na orientação do mapa, navegar no vídeo através do Minimap, ter hiperligações para filmes relacionados com a zona filmada no vídeo que está a passar no Sight Surfers, ter uma maior área para a apresentação do leitor de vídeos e diferentes tipos de imagens para cada tipo de hiperligações existentes.

5.2 Trabalho Futuro

Os próximos passos serão de melhoramento das funcionalidades existentes e desenvolvimentos de outras novas, através das sugestões e comentários dos utilizadores na avaliação. Bem como desenvolvimentos de ideias originais não incluídas nesta fase do protótipo.

Adicionar mais vídeos e respetivamente mais percursos, certamente que vai ser um desafio maior e mais características e técnicas terão que ser introduzidas, tais como, por exemplo, vídeos filmados em condições atmosféricas diferentes, filmados à noite, fora de estrada, coincidentes com outros percursos, em ocasiões especiais, ao vivo, por profissionais e amadores, à beira mar, com outros tipos de qualidade gráfica dos vídeos, para fins com propósito a entretenimento, cultural ou artístico, etc.

Como o Sight Surfers é suportado por hiperligações é interessante definir bem os conteúdos e objetivos das hiperligações com as propriedades adequadas para suportar uma identificação e classificação automáticas, sendo mais uma proposta para trabalho futuro. Outras sugestões de trabalho futuro podem passar por encontrar e seguir pontos de interesse, intersecção de trajetórias de vídeos diferentes, suportar tipos diferentes de vídeos.

Outra direção possível a explorar é o desenvolvimento de outras interfaces para fazer mais experiências interativas e diferentes tipos de níveis de imersão, projeção de vídeos com alta resolução, grandes superfícies, eventualmente com Second Screen integrado, dando seguimento ao trabalho exploratório já desenvolvido, como mecanismos que reduzem a carga cognitiva, com o auxílio de navegação através de um dispositivo móvel, ratos aéreos, a proposta de desenvolver um Memory Bar cilíndrico para os vídeos em 360° e que seja possível fazer avaliações com utilizadores.

Deixa-se ainda como sugestão acrescida adicionar mais vídeos georreferenciados (percursos), vídeos e condições mais variadas, outras resoluções, com durações curtas e longas dos vídeos, com uma utilização mais completa por parte dos utilizadores, desde a captura, publicar e navegar nos vídeos em situações de adoção e uso real, com automatização de criação de ligações, e detetar o cruzamento de trajetórias (entretanto esta fase já bastante desenvolvida).

Por fim, destaca-se a importância de proceder avaliações em todas as fases de forma a introduzir melhorias e contribuir para o processo de desenvolvimento.

Bibliografia

Adolph, S., Bramble, P., Cockburn, A. and Pols, A. (2002) Patterns for Effective Use Cases. Addison-Wesley. ISBN 9780201721843.

Baker, S. and Nayar, S.K. (2001) Single Viewpoint Catadioptric Cameras. In Panoramic Vision, R., Springer-Verlag (Abr, 2001).

Baker, S. and Nayar, S.K. (1999) A Theory of Single-Viewpoint Catadioptric Image Formation, in International Journal on Computer Vision, (Nov, 1999).

Baker, S. and Nayar, S.K. (1998) A Theory of Catadioptric Image Formation, in IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), (Jan, 1998).

Baudish, P., Rosenholtz, R. (2003) Halo: a Technique for Visualizing Off-Screen Locations. In Proceedings of CHI 2003, Fort Lauderdale, FL, (Abr, 2003).

Bevan, N. (1995). Measuring usability as quality of use. In Software Quality Journal, 4.

Bittner, K. and Spence, I. (2003) Use case modeling. Addison-Wesley. p. xvi. ISBN 9780201709131.

Bota, F. Corno, F. and Farinetti, L. (2002) Hypervideo: A Parameterized Hotspot Approach. Dipartimento di Automatica e Informatica – Politecnico di Torino.

BrØndmo, H.P., and Davenport, G., (1991). Creating and viewing the Elastic Charles: a hypermedia journal, in R.McAleese and C.Green (eds.) Hypertext: State of the Art, Oxford: Intellect.

Buchanan, M.C., Zellweger, P., T. (1992). Specifying Temporal Behavior in Hypermedia Documents, Proceedings of ACM Hypertext'92, Milano, Italy.

Burigat, S., Chittaro, L. (2011) Visualizing References to Off-Screen Content on Mobile Devices: A Comparison of Arrows, Wedge, and Overview + Detail. In Interacting with Computers, 23(2), (Mar 2011).

Chambel, T., Correia, N. and Guimarães, N. (2001) Hypervideo on the Web: Models and Techniques for Video Integration. In International Journal of Computers & Applications, Acta Press, Vol. 23, #2, 2001. ISSN: 1206-212X

Chambel, T. and Guimarães, N., “Context Perception in Video-Based Hypermedia Spaces”, In Proceedings of ACM Hypertext'02, College Park, Maryland, USA (Jun 2002).

Chambel, T., Narendra, M. and Neng, L., "Towards Immersive Interactive Video Through 360° Hypervideo", Late Breaking Results, ACE 2011 – International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, Lisbon, Portugal, (8-11 Nov 2011).

Dakss, S., Agamanolis, S., Bove, V.M., and Chalom, E. (1998). Hyperlinked Video, Proc. SPIE Multimedia Systems and Applications, v. 3528. Douglas, Y. and Hargadon, A. (2000) The Pleasure Principle: Immersion, Engagement, Flow. In ACM Hypertext'00.

Girgensohn, A., Shipman, F. and Wilcox, L. D. (2003) Hypervideo Summaries. In Internet Multimedia Management Systems IV, (9 Set 2003), Orlando, FL, USA.

Gustafson, S., Baudisch, P., Gutwin, C, and Irani, P., Wedge: Clutter-Free Visualization of Off-Screen Locations. In Proceedings of CHI 2008, Florence, Italy, (Abr 5-10, 2008).

Halasz, F., Schwartz, M., 1990. The Dexter Hypertext Reference Model. In Proc. of the Hypertext Standardization Workshop, NIST, USA. Hardman, L., Bulterman, D., van Rossum, G. (1995) The Amsterdam Hypermedia Model: Adding time and Context to the Dexter Model, Com. of ACM, 37(2).

Hirata, K., Hara, Y., Shibata, N., Hirabayashi, F. (1993) Media-based navigation for hypermedia systems, in Hypertext '93 Proceedings.

Kahn,P., and Haan,B.J. (1991) Video in Hypermedia: The Design of InterVideo. In Visual Resources, (VII).

Kristof, R. and Satran, A. (1995) Interactivity by Design: Creating & Communicating With New Media. Indianapolis, CA, USA, Adobe Press. Landow, G. (1989). The Rhetoric of Hypermedia, Journal of Computing in Higher Education, 1.

Liestøl,G. (1994) Aesthetic and Rhetorical Aspects of Linking Video in Hypermedia. In Proc. of ACM HT'94.

Luis Francisco-Revilla (1998). "A Picture of Hypervideo Today". CPSC 610 Hypertext and Hypermedia. Center for the Study of Digital Libraries: Texas A&M University. Lund, A. M. 2001. Measuring usability with the USE questionnaire. Usability and User Experience.

Nayar, S.K. and Peri, V.N. (2001) Folded Catadioptric Cameras. In Panoramic Vision, pp.103-119, R., Springer-Verlag, (Abr 2001).

Nayar, S.K., and Peri, V. (1999) Folded Catadioptric Cameras. In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Vol.2, (Jun 1999).

Nayar , S.K., Catadioptric Omnidirectional Camera (1997). In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), (Jun, 1997).

Nelson, T. (1974) Branching presentational systems – Hypermedia, Dream Machines.

Neng, L., Chambel, T. (2010) Get Around 360° Hypervideo. In ACM Mindtrek 2010, Tampere, Finland.

Neng, L., Chambel, T. (2010) Interfaces para Hipervídeo em 360°. In *Interacção 2010*, Aveiro, Portugal.

Neng, L., and Chambel, T. (2010) Get Around 360° Hypervideo. In *Proc.of MindTrek*, Finland.

Neng, L., and Chambel, T. (2011) Get Around 360° Hypervideo: Its Design and Evaluation. In Lugmayr, A., Sotamaa, O., Safran, C., Franssila, H., Hannu Kärkkäinen, and Timo Aaltonen (Eds) “Ambient and Social Media Business and Applications”, Special issue for *International Journal of Ambient Computing and Intelligence (IJACI)*, (to appear).

Peri, V.N., and Nayar, S.K. (1997) Generation of Perspective and Panoramic Video from Omnidirectional Video. In *DARPA Image Understanding Workshop (IUW)*, (May, 1997).

Sawhney, N, Balcom D. and Smith, I. (1996) HyperCafe: Narrative and Aesthetic Properties of Hypervideo. In *Proceedings of ACM Hypertext’96*, Bethesda, MD, USA. Shipman, F., Girgensohn, A. and Wilcox, L. (2003) Generation of Interactive MultiLevel Video Summaries. In *Proc. of ACM Multimedia 2003*. pp.392-401.

Smith, J. McC, and Stott, D. (2002) An Extensible Object Tracking Architecture for Hyperlinking in Real-time and Stored Video Streams. Department of Computer Science Univ. of North Carolina at Chapel Hill, USA.

Sweller, J. (1994) Cognitive Load Theory, learning difficulty, and instructional *design*. *Learning and Instruction* 4: 295-312

Tiellet, C.A.B., Pereira, A.G., Reategui, E.B., Lima, J.V., Chambel, T. (2010) Design and Evaluation of a Hypervideo Environment to Support Veterinary Surgery Learning. In *Proc. of ACM Hypertext’2010*, Toronto, Canada.

Tiellet, C.A.B. (2007) Projeto HiperMídia no Ensino: Produção de Objetos de Aprendizagem HiperMídia Através de Aprendizagem Colaborativa. In *Proc. Of InterTIC’2007*, Int. Assoc. for the Scientific Knowledge.

Visch, T., Tan, S., and Molenaar, D. (2010) The emotional and cognitive effect of immersion in film viewing. *Cognition & Emotion*, 24. Yelick. S. (1980) *Anamorphic Image Processing*, MIT.

Zellweger, P. T. ; Mackinlay, J. D. ; Good, L. ; Stefik, M. J. ; Baudisch, P. *City Lights: contextual views in minimal space*. *ACM Conference on Human Factors in Computing*

Systems (CHI 2003), Extended Abstracts; 2003 April 5-10; Fort Lauderdale; FL. NY: ACM; 2003.

Referências Internet

(url-APTR) Associated Press Timeline Reader. <http://html5.labs.ap.org>

(url-BHT) British History Timeline.

(url-youtube) Youtube <http://www.youtbe.com>

(url-IMDb) Internet Movies Database. <http://www.imdb.com>

(url-Map) Mapeamento <http://www.mappiness.org.uk>

(url-googlemaps) Google Maps <http://www.maps.google.com>

(url-vimeo) Vimeo <http://www.vimeo.com>

(url-Processing) Processing. <http://processing.org/>

(url-TweenLite) TweenLite. <http://www.greensock.com/tweenlite/>

(url-VideoSphere) Videosphere. <http://www.bestiario.org/research/videosphere/>

(url-greatfilmsfillroom) Great Films Fill Room

(url-appletv) Apple TV www.apple.com/appletv/

(url-hypercafe) www.dilip.info/HT96/P24/HyperCafe.html

(url-Hypersoap) <http://www.media.mit.edu/hypersoap/>

(url-immersivemedia) <http://immersivemedia.com/>

(url-Netflix) Netflix <https://netflix.com/global>

(url-SMIL) www.w3.org/TR/smil/

Anexo A - Guião de Entrevista da Avaliação do Projeto

Lista de tarefas

(Notas, no final do documento)

1. Introdução

- Uma pequena descrição do projeto, dos respetivos objetivos, de algumas funcionalidades e esquema de visual (vídeo + mapa).
- O conceito de vídeo 360°, georreferenciação e acesso web.
- Explicar o conceito de partilha e acesso dos vídeos, por outras pessoas que gravaram vídeos em outros percursos, cidades, ou até os mesmos percursos com outras perspetivas.
- Partilhas de links (comentário, págs. webs, outros vídeos, vídeos referentes ou alterar espaço/tempo) no vídeo.

Perguntas

Nome	
Sexo	
Idade	
Formação académica	
Costuma/já publicou vídeos? (Sim/Não + Comentário)	
Acedeu vídeos publicados de outros? (Sim/Não + Comentário)	

Acedeu ao Google Maps? (Sim/Não)	
Acedeu ao Google Street View? (Sim/Não)	
Já ouvir falar em video 360º? Onde?	

2. Começar em *fullscreen*

(Preparar a aplicação em modo *fullscreen*, sem minimap e sem Video View Area)

T1 – Andar à volta, procurar o que encontra à sua volta, voltar à posição inicial, procurar a parte de trás.	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco / Normal / Elevado)	
É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

(Com Video View Area)

T2 – Andar à volta, procurar o que encontra à sua volta, voltar à posição inicial, procurar a parte de trás. Com Video View Area.	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco / Normal / Elevado)	
Detectou o Video View Area? (Sim/ Não)	

Consegue esconder o Video View Area? (Sim/Não)	
O que achou do Video View Area?	
Já tinha utilizado algo semelhante? Onde? (Sim/Não + Comentário)	
É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

(Com Video View Area e com minimap)

T3 – Andar à volta, procurar o que encontra à sua volta, voltar à posição inicial, procurar a parte de trás. Com Video View Area e Minimap.	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco/Normal/Elevado)	
Detectou o Minimap? (Sim/Não)	
Consegue esconder o Minimap? (Sim/Não)	
Video View Area e Minimap ocupam muito espaço? (Sim/Não + Comentário)	
O que achou do Minimap?	
Já tinha utilizado algo semelhante? (Sim/Não + Comentário)	

É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

T4 – Consegue navegar no Minimap?	
Concluiu (Sim/Não)	
Já tinha conseguido? (Sim/Não)	
Tempo (Pouco/Normal/Elevado)	
É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

Em modo normal

T5 – Andar à volta, procurar o que encontra à sua volta, voltar à posição inicial, procurar a parte de trás. Com mapa.	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco/Normal/Elevado)	
Detectou o mapa? (Sim/Não)	
Mapa ocupa muito espaço?	

(Sim/Não + Comentário)	
O que achou do mapa?	
Já tinha utilizado algo semelhante? (Sim/Não + Comentário)	
É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

T6 – Detectou as cores?	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco/Normal/Elevado)	
Qual a diferença das cores no mapa?	
Já tinha utilizado algo semelhante? (Sim/Não + Comentário)	
É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

(Com mapa, com minimap, com Video View Area)

T7 – Andar à volta, procurar o que encontra à sua volta, voltar à posição inicial, procurar a parte de trás. Com mapa, Video View Area e Minimap.	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco/Normal/Elevado)	
Detectou o mapa? (Sim/Não)	
Mapa, Video View Area e Minimap ocupam muito espaço? (Sim/Não + Comentário)	
O que achou do mapa?	
Já tinha utilizado algo semelhante? (Sim/Não + Comentário)	
É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

T8 – No mapa consegue ir mais à frente no mesmo percurso?	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco/Normal/Elevado)	
É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	

É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

T9 – No mapa consegue saber para onde está orientado?	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco/Normal/Elevado)	
É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

T10 – No mapa consegue ir para a praça Luis de Camões?	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco/Normal/Elevado)	
É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

T11 – No mapa no mesmo percurso (Luis de Camões) consegue identificar um link para um vídeo referente?	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco/Normal/Elevado)	

É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

T12 – No mapa nos mesmo percurso (Luis de Camões) consegue identificar um link para mudar de percurso para o Cais do Sodré?	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco/Normal/Elevado)	
É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

T13 – Vá para perto da brasileira e procure informação sobre o café ou sobre o Metro?	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco/Normal/Elevado)	
É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	

É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

T14 – Ir para o modo <i>fullscreen</i> e depois para o modo normal	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco/Normal/Elevado)	
É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

Memory bar

(Explicação do memorybar)

T15 – Já tinha detectado? Consegue encontrar?	
Concluiu (Sim/Não)	
Tempo (Pouco/Normal/Elevado)	
Para que serve?	
Qual o significado das cores?	
Teve o intuito de navegar nele? (Sim/Não)	
Existe alguma relação com o mapa? (Sim/Não)	
Existe alguma relação com o vídeo? (Sim/Não + Comentário)	

É útil? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

Apreciação global

T16 – Apreciação global	
O que mais gostou?	
O que menos gostou?	
É útil? (1-5)	
Voltavas a usar? (1-5)	
Satisfeito? (1-5)	
É fácil usar? (1-5)	
É fácil de perceber? (1-5)	
É fun de usar? (1-5)	
Sugestões ou comentários?	

NOTA:

Todas as tarefas são registadas com as seguintes questões:

- Conseguiu realizar a tarefa?
- Fez bem?
- Quanto tempo demorou?
- Teve dificuldades?
- Pediu ajuda?
- Tem comentários?

Todos os grupos de questões têm uma classificação de opinião global da experiência referente ao grupo.

Apreciação global

Anexo B – Resultados das Entrevistas da Avaliação do Projeto

Navegação e Orientação

Tarefas	Útil		Satisfação		Fácil de usar		Fácil de perceber		É divertido		Tempo	Comentários
	M	Std.	M	Std.	M	Std.	M	Std.	M	Std.		
T1	4,1	0,5	4,7	0,5	4,3	0,8	4,6	0,5	3,9	0,8	Pouco	Duvidas se era com rato ou teclado; Fácil de usar para quem já usou street view ou já conhecia o conceito 360; Setas para deslocar para os lados; Setas informativas de deslocamento
T2	4,6	0,9	4,1	0,7	4,4	0,8	4,5	0,7	3,9	0,8	Pouco	Fácil de usar; Divertido; Mais fácil na rotação; Intenção em interagir com Video View Area ;
T3	4,8	0,4	4,7	0,6	4,6	0,7	4,5	0,5	4,7	0,5	Pouco	Melhora e simplifica a rotação; Minimap localizado em cima; Mudar de sitio ao clicar no Minimap(apenas em pause); Mudar icon do Minimap

T1 – Consegue andar à volta, procurar o que encontra à sua volta, voltar à posição inicial, procurar a parte de trás.

T2 – Consegue andar à volta, procurar o que encontra à sua volta, voltar à posição inicial, procurar a parte de trás. Com Video View Area.

T3 – Consegue andar à volta, procurar o que encontra à sua volta, voltar à posição inicial, procurar a parte de trás. Com Video View Area e Minimap.

Navegação e Orientação Geográfica no 360°

Tarefas	Útil		Satisfação		Fácil de usar		Fácil de perceber		É divertido		Tempo	Comentários
	M	Std.	M	Std.	M	Std.	M	Std.	M	Std.		
T4	4,9	0,3	4,6	0,7	4,5	0,9	4,5	1,3	4,5	0,7	Pouco	Útil
T5	4,8	0,4	4,6	0,7	4,5	0,7	4,2	0,8	4,3	0,8	Pouco	No mapa retirar o triangulo e colocar circulo em cima do local; Video maior que o mapa; Mapa é útil
T6	4,5	0,5	4,1	0,5	4,2	0,9	3,5	1,1	4,3	0,7	Pouco	Cores pouco intuitivas; Depois de explicação fácil de usar; Vermelho apenas visível no que se está a percorrer
T7	4,7	0,5	4,7	0,5	4,1	0,8	3,8	0,9	4,3	0,5	Normal	Minimapa fora do video é ótimo; Muito completo
T8	4,5	0,5	4,2	0,6	3,8	0,9	3,6	1	3,9	1	Pouco	Area do percurso clicavel muito pequena; Market com drag and drop; Muito prático;
T9	4,6	0,5	4,5	0,5	4	0,9	4,1	0,7	4,5	0,5	Pouco	Falta indicações dessa possibilidade

T5 – Consegue andar à volta, procurar o que encontra à sua volta, voltar à posição inicial, procurar a parte de trás. Com mapa.

T6 – Detectou as cores do mapa e sabe o seu significado?

T7 – Consegue andar à volta, procurar o que encontra à sua volta, voltar à posição inicial, procurar a parte de trás. Com mapa, Video View Area e Minimapa.

T8 – Utilizando o mapa, consegue ir para outra zona do percurso.

T9 – Utilizando o mapa, sabe dizer para onde está orientado?

Navegação e Orientação Geográfica no Hipervídeo 360°

Tarefas	Útil		Satisfação		Fácil de usar		Fácil de perceber		É divertido		Tempo	Comentários
	M	Std.	M	Std.	M	Std.	M	Std.	M	Std.		
T10	4,6	0,5	4,8	0,4	4,6	0,7	4,5	0,7	4,7	0,5	Pouco	
T11	4,8	0,4	4,6	0,5	4,9	0,3	4,1	0,8	4,8	0,4	Pouco	Thumbnails no mapa; Desligar os links; Legenda dos tipos de links
T12	4,8	0,4	4,6	0,7	4,7	0,6	3,6	0,9	4,6	0,5	Pouco	Usar setas

T13	4,6	0,5	4,5	0,7	4,3	0,7	3,6	0,5	4,6	0,5	Pouco	Voltar para o percurso; Sem pop-up amarelo; Tipo balão de banda desenhada; Legenda dos tipos de links
T14	4,9	0,3	4,6	0,7	4,5	0,9	4,5	1,3	4,5	0,7	Pouco	Útil as duas versões

T10 – Através do mapa conseguiu mudar de percurso para perto da praça Luis de Camões?

T11 – Com o vídeo em andamento no percurso da praça Luís de Camões, encontrou um comentário com um link para um vídeo referente à zona?

T12 – Com o vídeo em andamento no percurso da praça Luís de Camões, encontrou um comentário com um link para mudar de percurso para o Cais do Sodré?

T13 – Com o vídeo que filma zona do café A Brasileira, detectou um comentário sobre o Metro ou sobre o A Brasileira?

T14 – Conseguiu detetar opção de mudar entre Fullscreen e Modo normal?

Modos do Video View Area em 360º

Tarefas	Útil		Satisfação		Fácil de usar		Fácil de perceber		É divertido		Tempo	Comentários
	M	Std.	M	Std.	M	Std.	M	Std.	M	Std.		
T15	3,7	1,2	2,9	1,4	3	1,2	2,5	0,9	3,3	1	Elevado	Botão para fixar; Não intuitivo; Não é útil

T15 – Já tinha detectado o Memory Bar durante a avaliação? Sabe onde fica?

Grupo apreciação global

Tarefas	Útil		Satisfação		Fácil de usar		Fácil de perceber		É divertido		Voltavas a usar		Comentários
	M	Std.	M	Std.	M	Std.	M	Std.	M	Std.	M	Std.	
T16	4,2	0,47	4,6	0,5	4,2	0,4	4,3	0,5	4,6	0,8	4,6	0,5	Marcas dos links no memorybar; Melhorar o memory bar; Video View Area clicável para rodar; Mapa com pin drag and drop; Criar um HELP de como utilizar; Menos cores vivas; Muito interessante; Muito útil; Bela ideia; Para protótipo está muito

T21	4,6	0,5	4,6	0,5	4,7	0,5	4,4	0,5	4,7	0,5	4,6	0,5	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

T22 – Coloque só percursos rápidos

	Útil		Satisfação		Fácil de usar		Fácil de perceber		É divertido		Voltavas a usar		Comentários
T22	4,5	0,7	4,6	0,6	4,8	0,5	4,1	0,6	4,6	0,7	4,5	0,7	

T23 – Mude para apenas um tipo de percurso

	Útil		Satisfação		Fácil de usar		Fácil de perceber		É divertido		Voltavas a usar		Comentários
T23	4,6	0,8	4,6	0,5	4,8	0,6	4,3	0,5	4,6	0,6	4,6	0,8	

T24 – Mude para todos os tipos de transporte

	Útil		Satisfação		Fácil de usar		Fácil de perceber		É divertido		Voltavas a usar		Comentários
T24	4,4	0,5	4,6	0,5	4,8	0,6	4,4	0,5	4,7	0,4	4,4	0,5	

T25 – O que achou dos filtros?

	Útil		Satisfação		Fácil de usar		Fácil de perceber		É divertido		Voltavas a usar		Comentários
T25	4,9	0,3	4,7	0,7	4,6	0,8	4,6	0,8	4,6	0,7	4,9	0,3	Muito práticos; Melhora a utilização; Não se percebe o que está selecionado como filtro; Norte fixe como default