



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

INTEGRAÇÃO DE CONTEÚDOS VR EM WEBSITE PARA BIBLIOTECA

António Domingos Miguel da Costa

Dissertação de Mestrado em Design e Multimédia orientada pelos professores **Doutor Jorge Carlos dos Santos Cardoso, Mestre Pedro Martins Carvalho** e apresentada ao Departamento de Engenharia Informática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Setembro de 2020

Resumo

Esta dissertação, inserida nas áreas de *web design* e *design* de interação, tem como foco explorar possibilidades de integrar conteúdos de realidade virtual em *websites* para Bibliotecas, usando a atual Biblioteca do Polo II da Universidade de Coimbra como caso de estudo. Este relatório aborda os conceitos teóricos da realidade virtual; descreve a finalidade de incorporar realidade virtual na *web*; apresenta ferramentas e *hardwares*, utilizados na RV e analisa aplicações que apresentam realidade virtual desenvolvidas anteriormente, que se relacionam com o projeto. Além de abordar sobre os temas mencionados, descreve a análise feita sobre a atual plataforma da Biblioteca do Polo II; apresenta o foco do projeto que consiste redesenhar a plataforma existente tornando a identidade gráfica mais moderna e acrescentar a funcionalidade de visita interativa e imersiva em 360°.

Esta dissertação descreve o processo de design e implementação do protótipo do re-design do website da biblioteca, assim como os resultados da avaliação de usabilidade efetuada. Com este protótipo concluímos que a adição de conteúdos de RV no website da biblioteca é possível, com algum esforço, resultando numa forma alternativa de experienciar o espaço físico da biblioteca.

Palavras-Chave

Realidade Virtual, Visita interativa em 360°, Web design

Abstract

This dissertation, in the areas of web design and interaction design, focuses on exploring possibilities of integrating virtual reality into *websites* for Libraries, using the current Polo II Library of the University of Coimbra as a case study. This report discusses the theoretical concepts of virtual reality; describes a purpose of incorporating virtual reality into the web; presents tools and hardware used in VR and analyses applications that present virtual reality developed previously, which relate to the project. In addition, it describes the analysis made on the current platform of the Polo II Library; it presents the focus of the project that consisted of redesigning the platform creating a more modern graphic identity and adding interactive and immersive visit functionality in 360°. This dissertation describes the process of dedesign and implementation of the library website re-design prototype, as well as the results of the usability assessment carried out. With this prototype we conclude that the addition of VR content on the library website is possible, with some effort, resulting in an alternative way to experience the physical space of the library.

Keywords

Virtual Reality, Interactive 360° Tour, Web design

Agradecimentos

Como irei de agradecer a tamanha graça que o senhor me concedeu, em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus pelo dom da vida, por ter me capacitado e me ter abençoado para chegar a esta meta almejada, e pela proteção durante o tempo que estive distante da família e aos meus pais em especial por tudo quanto têm feito em prol da minha formação. Em segundo lugar agradeço a minha querida irmã Cesaltina Paciência pelo apoio incalculável que demonstrou ao longo do percurso acadêmico, sem ela não seria possível a concretização deste mestrado e espero um dia puder retribuir todo apoio que deu e aos meus irmãos que de uma forma direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação.

A minha noiva Dacia Ferreira pela compreensão, motivação, paciência e por me fazer sorrir nos momentos difíceis com palavras que me cativam e fortalecia a minha mente.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Jorge Cardoso e Pedro Martins, pela simplicidade em partilhar os seus conhecimentos através de referências bibliográficas, pela atenção prestada e pela paciência que tiveram durante a realização deste trabalho, ao coletivo de professores da Universidade de Coimbra em especial os do departamento de Engenharia Informática, curso de *Design* e *Multimedia* pelo empenho e dedicação ao longo destes dois anos de formação.

Aos meus amigos Maury e Sebastião que sempre insentivaram-me para fazer o mestrado, independentemente das condições financeiras, com uma palavra de ordem "Deus proverá". Aos meus colegas Guilherme, Cazazy e em especial o meu padrinho Nelson pela força e conselhos dados durante os momentos difíceis.

Índice

Capítulo 1 Introdução	1
1.1 Motivação.....	1
1.2 Enquadramento.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.4 Estrutura do documento	3
Capítulo 2 Estado de Arte.....	5
2.1 Conceitos de realidade virtual	5
2.2 Introdução à história da realidade virtual	6
2.3 Integração da realidade virtual na web	9
2.3.1 Finalidade de incorporar RV na web	9
2.3.2 Ferramentas/Hardware	9
2.3.2.1 Ferramentas para integrar conteúdos RV em <i>websites</i>	10
2.3.2.2 Hardwares.....	13
2.4 Aplicações analisadas.....	14
2.4.1 TAGUSPARK	14
2.4.2 Bilbao 360° Walk.....	16
2.4.3 MUHNAC	18
2.4.4 Castelo Branco 360°	23
2.4.5 Biblioteca do politécnico de Leiria	27
2.4.6 Biblioteca Huxley	30
2.4.7 Síntese	34
Capítulo 3 Metodologia	40

3.1	Plano de Trabalho.....	41
3.1.1	Planificação do primeiro semestre.....	41
3.1.2	Planificação inicial do segundo semestre.....	43
3.1.3	Planificação real do segundo semestre.....	45
Capítulo 4 Estudo de Caso.....		48
4.1	Biblioteca do Polo II.....	48
4.2	Análise das funcionalidades.....	52
4.3	Análise de requisitos.....	54
4.4	Estrutura.....	56
Capítulo 5 Design da Interface.....		57
5.1	Wireframes.....	57
5.1.1	Primeiro teste de Usabilidade.....	60
5.1.2	Resultados e análise da primeira avaliação.....	62
5.2	Identidade gráfica.....	63
5.2.1	Logótipo.....	64
5.2.2	Tipografia.....	65
5.2.3	Cor.....	67
5.2.4	Grelha.....	68
5.2.5	Mockups.....	69
5.2.5.1	Segundo teste de usabilidade.....	74
5.2.5.2	Resultados e análise da segunda avaliação.....	75
5.2.5.3	Alterações efetuadas.....	77
Capítulo 6 Protótipo Desenvolvido.....		81
6.1	Codificação da estrutura de navegação do <i>Website</i>	81
6.1.1	Tecnologias utilizadas.....	82
6.1.2	Implementação das páginas normais.....	83

Animação <i>fadeIn</i>	84
Página Sobre nós	85
Página Contato	87
6.2 Codificação da visita virtual.....	88
Ferramenta utilizada	88
Etapas de desenvolvimento.....	88
Método para criar o ambiente de realidade virtual	89
Processo de integração do ambiente de realidade virtual no HTML.....	90
Principais funcionalidades desenvolvidas	91
Navegação entre cenas	91
Hiperligação para redes sociais	95
Visualização de sinopse de livros na prateleira	96
Mapa de navegação	97
6.3 Codificação da página pesquisar livros.....	98
6.4 Terceiro teste de Usabilidade	101
6.4.1 Descrição do teste	102
6.4.2 Resultados e análise da terceira avaliação.....	105
6.4.3 Alterações efetuadas.....	116
Capítulo 7 Conclusões.....	118
7.1 Sugestões.....	119
Referências	121
Apêndice A- Wireframes	125
Versão <i>desktop</i>	125
Versão Mobile.....	129
Apêndice B- Resultados do teste de usabilidade final	132
Apêndice C- Termo de Consentimento	137

Apêndice D- Testes de interfaces	140
Versão 1.....	140
Versão 2.....	143
Versão 3.....	146
Apêndice E- Interface final.....	149
Versão Desktop.....	149
Versão Mobile	152

Acrónimos

API - Application Programming Interface

CDU - Classificação Decimal Universal

CSS - Cascading Style Sheets

DEI -Departamento de Engenharia Informática

FE - Front End

HMD - Head Mounted Display

HTML - Hypertext Markup Language

ISBN- International Standard Book Number

MUHNAC - Museu Nacional de História e Ciência

RA - Realidade Aumentada

RV -Realidade Virtual

SDK - Software development Kit

UC - Universidade de Coimbra

UI - User Interface

URL - Uniform Resource Locator

UX - User Experience

W3C - World Wide Web Consortium

3D-Três dimensões

Lista de Figuras

Figura 1: Continuum de Virtualidade de Milgram	6
Figura 2: Visor Estereoscópico	7
Figura 3: Aparelho View master	7
Figura 4: Sensorama.....	8
Figura 5: The Sword of Damocles.....	8
Figura 6: Exemplo para inserir um cubo no <i>A-Frame</i>	10
Figura 7: A-Frame	11
Figura 8: Exemplo para inserir texto no React 360	12
Figura 9: React 360	12
Figura 10: Google Cardboard	13
Figura 11: Óculos Vive VR.....	14
Figura 12: Página Inicial <i>website</i> da TAGUSTPARK	15
Figura 13: Layout de Pesquisa do TAGUSTPARK.....	15
Figura 14: Menu Inferior do TAGUSTPARK	16
Figura 15: Página Inicial do Bilbao 360° Walk.....	17
Figura 16: Layout do Modo VR.....	17
Figura 17: Página de interação do Bilbao 360° Walk	18
Figura 18: Página Inicial do MUHNAC.....	19
Figura 19: Layout de Pesquisa do MUHNAC.....	20
Figura 20: Vista do Laboratório Chimico do MUHNAC	20
Figura 21: Layout da sessão Galeria do MUHNAC.....	21

Figura 22: Layout da sessão mapa de localização do MUHNAC.....	22
Figura 23: Vista VR do Laboratório Chimico do MUHNAC	22
Figura 24: Visualização modo mobile do website Castelo Branco	23
Figura 25: Página inicial do website Castelo Branco	24
Figura 26: Barra de Menu do website Castelo Branco.....	24
Figura 27: Mapa interativo do website Castelo Branco.....	25
Figura 28: Slide show do website	25
Figura 29: Guia 360° Sinopse	26
Figura 30: Interface da guia 360° do <i>website</i> Castelo Branco.....	26
Figura 31: Página Inicial da Biblioteca do Politécnico de Leiria	27
Figura 32: Layout da página biblioteca	28
Figura 33: Layout da página inicial da visita 360° sobre a biblioteca do Campus 1	29
Figura 34: Hiperligação para aceder outros espaços do Politécnico de leiria.....	29
Figura 35: Página inicial do website da Universidade de Newcastle	30
Figura 36: Página inicial da visita 360 da Biblioteca de Huxley	31
Figura 37: Layout de navegação da Biblioteca Huxley	31
Figura 38: Layout de Barra open highlight	32
Figura 39: Layout Explore 3D Space	32
Figura 40: Layout do View Dollhouse	33
Figura 41: Layout Measurement Mode	33
Figura 42: Menu de Navegação Fixo.....	34
Figura 43: Diagrama de Gantt do Primeiro semestre	43

Figura 44: Diagrama de Gantt do Segundo semestre	45
Figura 45: Diagrama de Gantt planificação real	47
Figura 46: Exemplo de cota na lombada do livro utilizada no espaço físico	50
Figura 47: Esquema de localização das cotas	51
Figura 48: Página inicial do Website da Biblioteca do Polo II	52
Figura 49: Layout da pesquisa simples do website da Biblioteca do Polo II.....	53
Figura 50: Resultado da pesquisa simples do website da biblioteca do polo II..	53
Figura 51: Layout da pesquisa avançada do website da Biblioteca do Polo II....	54
Figura 52: Estrutura de navegação	56
Figura 53: <i>Wireframes</i> versão desktop da página Início	58
Figura 54: <i>Wireframes</i> versão <i>desktop</i> da página Pesquisar	59
Figura 55: Experiências do logotipo	64
Figura 56: Logotipo final	65
Figura 57: Font Open Sans	66
Figura 58: Font Roboto	66
Figura 59: Estudos de cores	67
Figura 60: Paleta de cores.....	68
Figura 61: Sistema de grelha.....	69
Figura 62: Mockups inicial da "página Início"	70
Figura 63: Mockups inicial da "página Sobre nós"	71
Figura 64: Mockups inicial da "página pesquisar livros"	72
Figura 65: Mockups inicial da "página visita virtual"	73
Figura 66: Mockups inicial da "página contactos"	73

Figura 67: Exemplo para incluir Bootstrap numa página	84
Figura 68: Exemplo de código para criar a animação de fadeIn.....	84
Figura 69: Interface da página Início.....	85
Figura 70: Exemplo para inserir o corpo e o botão de um painel modal.....	86
Figura 71: Painel Modal da página sobre nós.....	86
Figura 72: Exemplo para inserir a localização da biblioteca através das coordenadas Google Maps	87
Figura 73: Mapa de localização da Biblioteca na página contato	88
Figura 74: Imagem em formato equirectangular da biblioteca de Leiria	89
Figura 75: Exemplo para inserir o <i>A-Frame</i> no HTML	90
Figura 76: Exemplo para inserir ambiente virtual ao protótipo	91
Figura 77: Exemplo para inserir um link no círculo	92
Figura 78: Exemplo para inserir animação de mouse hover/leave.....	92
Figura 79: Navegação entre cenas da página visita virtual	93
Figura 80: Exemplo para inserir a mensagem de Boas Vindas	94
Figura 81: Inspetor Visual 3D do <i>A-Frame</i>	94
Figura 82: Mensagem de boas vindas da página visita virtual.....	95
Figura 83: Exemplo para partilhar protótipo (website) no <i>Facebook</i>	96
Figura 84: Exemplo para inserir <i>hotspots</i> na cena.....	97
Figura 85: Mapa de navegação rápida da página virtual	97
Figura 86: Exemplo para Inserir o menu navegação	98
Figura 87: Exemplos para inserir um livro na Base de dados.....	99
Figura 88: Exemplo para rodar a imagem.....	100

Figura 89: Interface da página “pesquisar Livros”	100
Figura 90: Layout de sinopse do livro.....	101
Figura 91: Mapa de navegação rápida da visita virtual versão melhorada.....	116
Figura 92: Tabela pesquisar livros, versão melhorada	117
Figura 93: Página "Início" versão desktop	125
Figura 94: Página "Sobre Nós" versão desktop.....	126
Figura 95: Página "Pesquisar" versão desktop	126
Figura 96: Página "Visita Virtual" versão desktop	127
Figura 97: Página "Mapa Interativo" versão desktop.....	127
Figura 98: Página "Contactos" versão desktop.....	128
Figura 99: Página "Início" versão mobile	129
Figura 100: Página "Sobre nós" versão mobile	129
Figura 101: Página "Pesquisar" versão mobile	130
Figura 102: Página "Visita Virtual" versão mobile	130
Figura 103: Página "Mapa Interativo" versão mobile.....	131
Figura 104: Página "Contactos" versão mobile.....	131
Figura 105: Dados da primeira questão do questionário	132
Figura 106: Dados da segunda questão do questionário.....	133
Figura 107: Dados da Terceira questão do questionário	133
Figura 108: Dados da quarta questão do questionário	134
Figura 109: Dados da quinta questão do questionário	134
Figura 110: Dados da sexta questão do questionário.....	135
Figura 111: Dados da sétima questão do questionário	135

Figura 112: Dados da oitava questão do questionário	136
Figura 113: Comentários e sugestões do questionário	136
Figura 114: Termo de Consentimento.....	139
Figura 115: Versão desktop final "página início"	149
Figura 116: Versão desktop final "página sobre nós" com painel modal ativo.	149
Figura 117: Versão desktop final "página pesquisar livros"	150
Figura 118: Versão desktop final "página visita virtual"	150
Figura 119: Versão desktop final "mapa de navegação "	151
Figura 120: Versão desktop final "página contato"	151
Figura 121: Versão mobile final "página início"	152
Figura 122: Versão mobile final "página pesquisar livros"	152
Figura 123: Versão mobile final "página visita virtual"	153
Figura 124: Versão mobile final "página sobre nós"	154
Figura 125: Versão mobile final "página sobre nós" com painel modal ativo...	155
Figura 126: Versão desktop final "página contatos"	156

Lista de Tabelas

Tabela 1: Formas de Navegação das aplicações analisadas	35
Tabela 2: Formas de visualização aplicações analisadas	36
Tabela 3: Funcionalidades das aplicações analisadas	37
Tabela 4: Interatividade das aplicações analisadas.....	38
Tabela 5: Tipo de conteúdo das aplicações analisadas.....	38
Tabela 6: Planificação do primeiro semestre	42
Tabela 7: Planificação do segundo semestre.....	44
Tabela 8: Plano real do segundo semestre	46
Tabela 10: Exemplo de distribuição das cotas no espaço físico	49
Tabela 11: Legenda de uma cota norma INSPEC	50
Tabela 12: Dados dos utilizadores do terceiro teste de usabilidade.....	103
Tabela 13: Tempos realizados por tarefas	105
Tabela 14: Análise das tarefas	107
Tabela 15: Desempenho do protótipo	108
Tabela 16: Avaliação feita nas páginas normais.....	111
Tabela 17: Avaliação feita no ambiente virtual	112
Tabela 18: Satisfação dos utilizadores.....	116

Capítulo 1

Introdução

A emergência da sociedade da informação centrada nos avanços tecnológicos e na inovação imprimiu um maior dinamismo e transformações profundas no seio das Bibliotecas Académicas. Nas últimas décadas, emergiram gradualmente as Bibliotecas Digitais e os serviços virtuais de referência, facto que obrigou à reflexão, por parte dos bibliotecários, sobre as novas necessidades de redefinirem e adaptarem os seus espaços físicos e virtuais. De modo a que se tornem simultaneamente rentáveis para as suas instituições e ao mesmo tempo funcionais e apelativos para os utilizadores.

Apesar de existir uma vasta gama de *websites* ligados a Bibliotecas, muitos não apresentam catálogos digitais interativos que permitem os leitores localizar um livro no espaço físico de uma dada biblioteca através de um ambiente tridimensional virtual.

1.1 Motivação

Apesar de já existirem algumas experiências com Bibliotecas Virtuais achamos que a realidade virtual pode ainda ser mais explorada neste âmbito: a criação de um *website* que incorpore realidade virtual para a Biblioteca daria maior interatividade aos visitantes. O referido *website* reduzirá a dependência dos visitantes aos bibliotecários e aumentará a mobilidade dos estudantes a efetuar visitas no espaço físico da Biblioteca. A principal motivação para a realização desta dissertação, para além do gosto pessoal em desenvolver *websites*, reside no facto de experimentar formas de integrar conteúdos de realidade virtual em *websites*. Desta forma, ajudaremos a resolver problemas que restringem a

presença de muitos estudantes na Biblioteca. Por outro lado, facilitar a localização de um determinado livro nas prateleiras por parte dos alunos e bibliotecários. Atendendo a atual arbitrariedade de cotas existente na Biblioteca do Polo II, resultante da fusão de sete faculdades que tem criado muitos transtornos.

1.2 Enquadramento

A criação de um *website*, com recurso a conteúdos de realidade virtual em 360° para a Biblioteca do Polo II, possível de ser explorado, de forma responsiva, em suporte *desktop* e *mobile*, permite ao visitante (alunos) conhecer melhor o espaço físico da Biblioteca e a disposição dos livros, convidando à visita presencial. Estes conteúdos poderiam facilitar, entre outras coisas, a localização de determinado livro assinalando-o na visita virtual. No que toca à localização dos livros, a necessidade de recorrer a um funcionário, por parte do leitor, seria mais reduzida, resolvendo questões como grandes filas e o tempo de espera por um funcionário disponível.

1.3 Objetivos

O objetivo deste trabalho é experimentar formas de incorporar conteúdos de Realidade Virtual em 360° em *website* para bibliotecas, de modo a facilitar localizar um determinado livro, nas prateleiras da biblioteca assinalada na visita virtual e atrair estudantes para a visita presencial. Mais concretamente, os objetivos deste trabalho são:

- Prototipar um *website* responsivo que permita localizar um determinado livro no espaço físico da biblioteca com ajuda da realidade virtual;
- Garantir que as fotos em 360° sejam interativas (experiência em que o utilizador pode interagir com a interface virtual);

- Suportar diferentes plataformas de experimentação de conteúdos de RV (*desktop, smartphone* e em óculos de realidade virtual com uma interação imersiva no espaço físico).

1.4 Estrutura do documento

O presente documento tem como finalidade explicar o processo de desenvolvimento do estágio curricular realizado no Departamento de Engenharia Informática (DEI) da Universidade de Coimbra (UC). Para melhor apresentação e organização do presente documento, optou-se por dividir da seguinte forma:

Capítulo I - Introdução

Este capítulo apresenta uma visão geral sobre os principais pontos que serão abordados neste estágio, tais como enquadramento e motivação, relevância do tema, objetivos a atingir.

Capítulo II - Estado de Arte

Este capítulo apresenta o enquadramento teórico do tema e apresenta formas de integrar conteúdos de realidade virtual em *websites*.

Capítulo III - Metodologia

Este capítulo apresenta o método de trabalho utilizado para implementar o protótipo e o plano de trabalho traçado para a realização do estágio.

Capítulo IV - Estudo de Caso

Neste capítulo é feita uma análise funcional do *website* da Biblioteca do Polo II, de modo a determinar os requisitos funcionais para o novo *website* no âmbito do escopo do projeto.

Capítulo V - Design da interface

Neste capítulo é apresentado o processo de desenvolvimento do *Design de Interface* para o protótipo. Desde a planificação da *interface* através de *wireframes* aos *mockups* interativos criados no *Adobe Xd*.

Capítulo VI - Protótipo desenvolvido

Neste capítulo é retratado todo o processo de implementação, identificando desta maneira os requisitos funcionais necessários para a integração da RV em Web, bem como formas de incorporar os conteúdos.

Capítulo VIII – Conclusões

Este capítulo finaliza os tópicos descritos em todas as fases do estágio bem como as recomendações e trabalhos futuros que eventualmente possam ser desenvolvidos.

Capítulo 2

Estado de Arte

Para a integração de conteúdos de realidade virtual (RV) no *website* de uma biblioteca, foi fundamental analisar o estado de arte em fases distintas. A primeira fase aborda a revisão da literatura, onde o objetivo principal é a obtenção de conceitos teóricos, a história da realidade virtual, clarificação do contexto de realidade virtual e realidade aumentada (RA) com base no *Continuum de Milgram*. A segunda fase analisa as diferentes formas de integrar conteúdos RV em *websites* em função de *hardware*, *software* e aplicações que existem no mercado, de modo a definir a tecnologia para implementação da parte prática da dissertação.

2.1 Conceitos de realidade virtual

O termo realidade virtual é definida por diversos investigadores, baseando-se nas suas próprias experiências. Nesta perspetiva, Latta citada por Machado (1995) define realidade virtual como “*interface* homem-máquina que simula ambiente real e permite que participantes interajam com ele”. Pimentel citado por António, Liliane, & Oliveira (2002) apresenta o conceito de realidade virtual “como o uso da alta tecnologia, para convencer o usuário de que está em outra realidade, promovendo o seu envolvimento”. Nesta senda, a realidade virtual proporciona experiência interativa ao utilizador, diferente do ambiente real, através de interfaces gráficas em *3D* ou imagens/vídeos em *360°*, simulando assim, a presença em ambiente real.

O *Continuum* de virtualidade criado por *Paul Milgram* situa a virtualidade aumentada e a realidade aumentada, em função da inserção dos ambientes. Pode-se observar na Figura 1, duas extremidades: de um lado o ambiente real e do outro o ambiente virtual. À medida que nos vamos afastando do ambiente real, inserindo elementos virtuais no ambiente real, passamos pela Realidade Aumentada (ambiente maioritariamente real, com elementos virtuais) e pela Virtualidade Aumentada (ambiente maioritariamente virtual, com elementos reais) até chegar a um ambiente puramente virtual (Realidade Virtual). Tanto a Realidade Aumentada como a Virtualidade Aumentada são consideradas como parte da Realidade Mista.

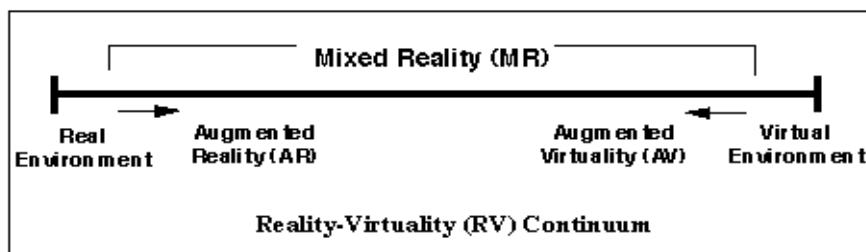


Figura 1: Continuum de Virtualidade de Milgram

Fonte: http://etclab.mie.utoronto.ca/publication/1994/Milgram_Takemura_SPIE1994

2.2 Introdução à história da realidade virtual

Podemos dizer que o conceito de realidade virtual (RV) remonta ao século XIX. O seu surgimento obteve-se passando por diversas áreas. Na história da fotografia, em 1838, o britânico *Charles Wheatstone* “analisa como o ser humano processava as imagens que recolhia e conclui que a junção lado a lado de duas imagens da mesma cena, tiradas de pontos de vista ligeiramente diferentes, observadas através de um visor estereoscópico (ilustrado na **Figura 2**) obtém-se profundidade, distância e tamanho dos objetos, criando assim uma sensação de visão tridimensional das imagens” (Cunha, 2017).

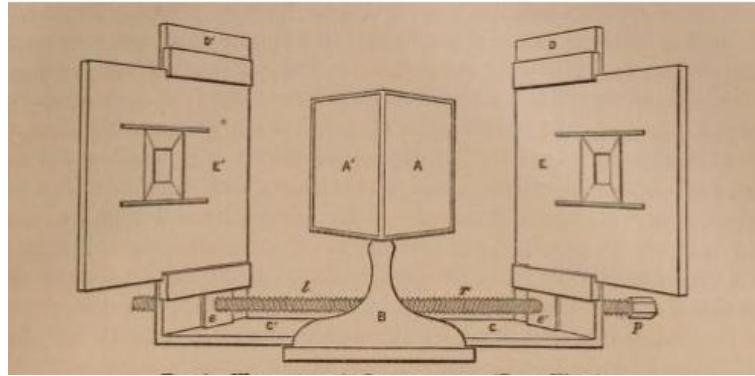


Figura 2: Visor Estereoscópico

Fonte: <https://ac-historia-da-fotografia.webnode.pt/cronologia-historica/>

Em 1939, surgiu o aparelho *View master* (ilustrado na Figura 3) com discos de papelão fino contendo sete pares de imagens estereoscópicas, que garantiu a introdução da cor nas fotografias. Nesta altura a visão estereoscópica do aparelho era utilizada para atração turística (Cunha, 2017).



Figura 3: Aparelho View master

Fonte: <https://whathappenedindotnet.wordpress.com/2013/12/24/1939-the-viewmaster/>

Em 1962 o conceito de realidade virtual passou a ser referenciado quando *Morton Heilig* criou uma máquina em forma de cabine com tecnologia multissensorial, denominada *Sensorama* (Heilig, 1955). O *Sensorama*, apresentado na Figura 4, oferecia aos utilizadores experiências de realidade virtual imersiva durante dois minutos. Para ativar o seu funcionamento de modo a obter o filme em 3D com

som estéreo e vibrações no acento, obrigava a inserção de uma moeda (Cunha, 2017).



Figura 4: Sensorama.

Fonte: https://gametechdms.files.wordpress.com/2014/08/w6_thecinemaoffuture_morton.pdf

Em 1968 deu-se início ao marco histórico da realidade virtual, com lançamento do *Head Mounted Display (HMD)* denominado por *The Sword of Damocles* desenvolvido por *Ivan Sutherland* (Pimentel, 1995). Este dispositivo obrigava ser afixado no teto devido o seu peso conforme podemos observar na Figura 5. O *HMD* desta época permitia visualizar objeto em diferentes perspectivas, através da movimentação da cabeça do utilizador (Cunha, 2017).

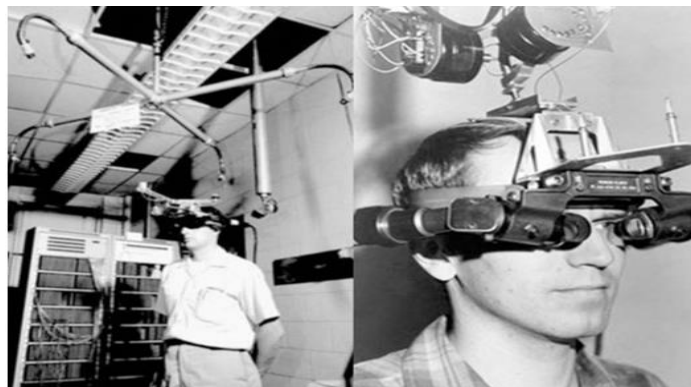


Figura 5: The Sword of Damocles

Fonte: <http://www.dsource.in/course/virtual-reality-introduction/evolution-vr/sword-damocles-head-mounted-display>

2.3 Integração da realidade virtual na web

Esta seção irá abordar sobre a finalidade de incorporar a realidade virtual na *web*, analisar as diferentes ferramentas/*hardware* de realidade virtual para *web* e por fim analisar *websites* (aplicações) relacionados com o projeto de modo a compreender formas de integrar conteúdos de RV e criar interfaces gráficas intuitivas. Para analisar os diferentes *Softwares*, é necessário ter conta as suas funcionalidades (pontos fortes e fracos), tipos de plataforma que suportam, formas de integração e nível de complexidade em termos de programação.

2.3.1 Finalidade de incorporar RV na web

A integração da realidade virtual na *Web* garante a imersão do utilizador em ambientes virtuais e facilita obter as experiências de RV diretamente na página *web*. Para usufruir de uma experiência de realidade virtual, a utilizadora efetuava o download e a instalação do *Software* que geralmente são ficheiros extensos. A nova tendência de acordo com a *World Wide Web Consortium (W3C)* é criar *sites* que integram realidade virtual, de modo a reduzir a dependências de instalação de *software* prévio e disseminar o seu uso (Cortiz, Calegari, & Ferraz, 2018).

2.3.2 Ferramentas/Hardware

Entretanto, para desenvolver *websites* que incorporam a realidade virtual, é preciso analisar as diferentes ferramentas e *hardwares* que existem no mercado, visto que cada uma delas apresenta os seus pontos fracos e fortes no que concerne o nível de programação (*software*) e a quantidade de dispositivos que suportam (*hardware*).

Atualmente várias empresas ligadas a tecnologia estão a criar *Softwares* que permitem desenvolver e hospedar conteúdos de realidade virtual e realidade aumentada na *web*. Por exemplo a fundação *Mozilla* desenvolveu um *framework* designado *A-Frame* que facilita a incorporação de conteúdos de Realidade Virtual

e 3D em páginas web utilizando as estruturas *HTML* (Jeremy Horwitz, 2019). Com a utilização deste *Kit* em *websites* os utilizadores obtêm a experiência virtual renderizada diretamente no navegador (Kevin Ngo, 2019).

2.3.2.1 Ferramentas para integrar conteúdos RV em *websites*

A-Frame

Uma poderosa *Framework web*, que funciona por cima de código *HTML*, baseado na biblioteca *JavaScript (three.js)* que permite construir experiências de realidade virtual. O *A-Frame* apresenta forma simplificada de ler o código *HTML* declarado e obter a experiência RV sem instalar nenhum controlador. A primeira inserindo o script no *<head>* do *HTML* e a segunda inserindo a cena (*a-scene*) no *<body>* do arquivo *HTML*. Por exemplo para inserir um cubo, basta saber as coordenadas da sua posição, a altura, a color.

```
< html >
  < head >
    <script src= "https:// aframe.io/release/1.0.3./aframe.min.js"> </sript>
  </head>
  < body >
    <a-scene>
      <a-box position = "-1 0.5 -3" rotation = "0 45 0" color = "#4CC3D9">
      </ a-box>
    </a-scene>
  </body>
< /html >
```

Figura 6: Exemplo para inserir um cubo no *A-Frame*

O *A-Frame* suporta controladores de diversos *Headset* usados para realidade virtual, como *Vive*, *Rift*, *Windows Mixed Reality*, *Daydream*, *Gear Vr*, *Cardboard*, *Óculos Go* e na ausência de um deles o *A-Frame* permite funcionar no padrão *desktop* ou *smartphone*.



Figura 7: A-Frame

Fonte: <https://aframe.io>

React 360

Framework que combina duas *APIs* como *WebGL* e *WebVr*, que permite criar experiências interativas em 360° executado diretamente no navegador *web* em tela cheia. Por exemplo para integrar uma função *React 360* em página *web*, deve-se inserir a função pretendida dentro da *tag* `<div>`, chamar a *script* *React development* e a *script* *React Dom development* e por fim chamar a *script* da função declarada na *tag* `<div>` no `<body>` do *HTML*.

```
<body>
  <div id="welcome_to_react_container"> < /div>
  <script
src="https://unpkg.com/react@16/umd/react.development.js"crossorigin>
</script>
  <script src="https://unpkg.com/react-dom@16/umd/react-
dom.development.js"crossorigin></script>
  <script src="welcome_to_react_container.js"> </script>
</body>
```

Figura 8: Exemplo para inserir texto no React 360

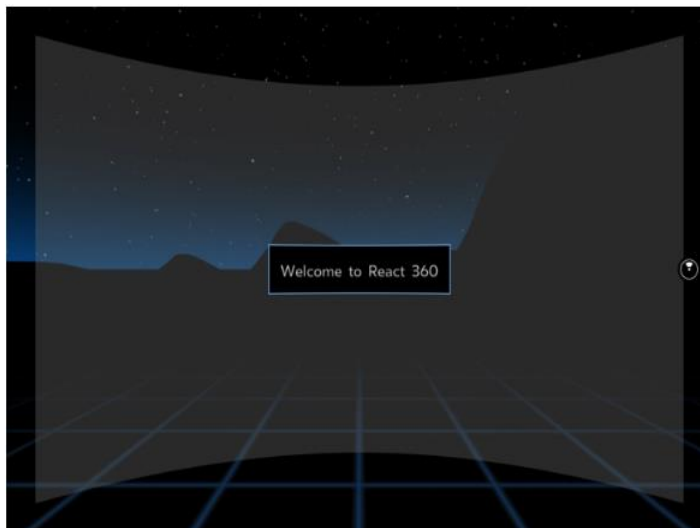


Figura 9: React 360

Fonte: <https://facebook.github.io/react-360/docs/setup.html>

2.3.2.2 Hardwares

Para obter as experiências de realidade virtual em ambientes *3D* gerados pelo computador, são utilizados atualmente os equipamentos abaixo descritos.

Google Cardboard - Equipamento com um par de lentes de distância focal de 40 mm que proporciona experiência de realidade virtual em *smartphone* na sua primeira versão, com formato de papelão como podemos observar na Figura 10.



Figura 10: Google Cardboard

Fonte: <https://vr360.co.za/product/google-cardboard/>

Uma nova abordagem do *Google Cardboard* foi lançada em 2014, pela *Google*, apresentando com suporte *SDK* (*software development Kit*) que permite os programadores incorporar conteúdos de *RV* na *web* e visualizar diretamente no *desktop* ou no *smartphone* utilizando os seus próprios sensores.

HTC Vive - é um dispositivo de realidade virtual que permite obter experiências imersivas em ambientes fechados de forma *3D*, desenvolvida pela *HTC* e *Valve* em 2015 (Figura 11). Na versão *Vive VR system*, o utilizador obtém um campo de visão de 110 graus, uma resolução de 1080 X 1200 *Pixels* por cada olho. O dispositivo é construído com sensores de rastreamento *Steam VR* (1.0) e controladores (*Vive*, 2019).



Figura 11: Óculos Vive VR

Fonte: <https://enterprise.vive.com/us/product/vive-pro-eye/>

2.4 Aplicações analisadas

Atualmente existem inúmeros *websites* que incorporam visitas virtuais. No âmbito do projeto, foi realizado um levantamento em *websites* que incorporam conteúdos de realidade virtual em 360° para compreender as formas de navegação e técnicas de visualização de conteúdos.

2.4.1 TAGUSPARK 1

É um *website* de visita virtual interativa em 360°, utilizado no Parque Nacional de Ciência e Tecnologia localizado em Oeiras/Portugal, que direciona o visitante para os diferentes espaços do Parque. Na página inicial (Figura 12) é apresentada uma mensagem de boas vindas e à direita da tela encontra-se a barra de navegação principal, descrevendo os principais edifícios do parque e as suas secções.

¹ <https://www.taguspark.pt/Solucoes/Visita-Virtual/Tour>



Figura 12: Página Inicial *website* da TAGUSTPARK

Para realizar a visita virtual no *website* pesquisa-se o edifício e a secção pretendida na barra fixa, localizada à direita. A resposta da pesquisa é apresentada no centro da tela com uma sinopse inicial à esquerda e o início da visita virtual dá-se clicando nos *hotspots* azuis apresentados na foto em 360° na Figura 13.

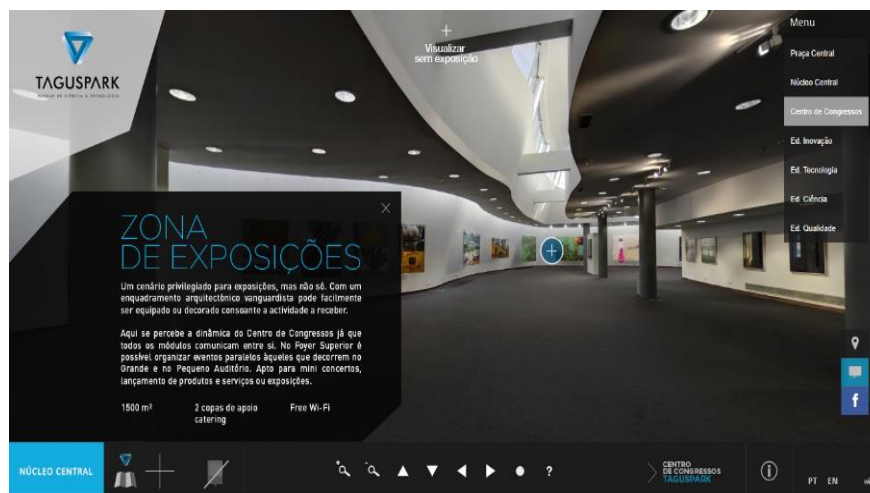


Figura 13: Layout de Pesquisa do TAGUSTPARK

TAGUSPARK contém também um menu inferior, que apresenta à esquerda a secção ativa no momento, o *site* ainda um o botão para visualização do mapa do parque e as setas de navegação conforme consta na Figura 14.

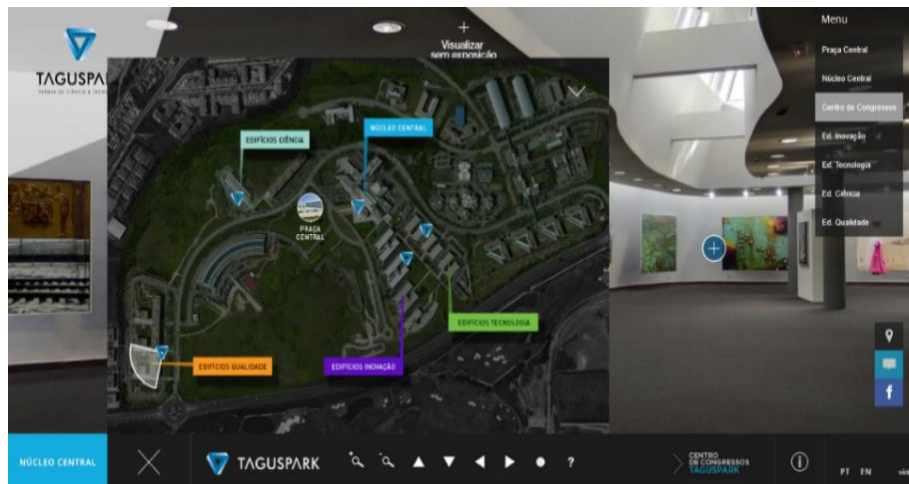


Figura 14: Menu Inferior do TAGUSTPARK

2.4.2 Bilbao 360° Walk²

É um *website* interativo disponível em *desktop*, *tablet* e *smartphone*, que permite conhecer a cidade Espanhola através da visita virtual em 360° (Figura 15). Tendo um *smartphone* que suporta sensores de RV (óculos de RV), o utilizador ativa o modo RV no ícone do *Google Cardboard* localizado na parte superior da página inicial e obtém a experiência como se estivesse no local. A interface é apresentada nos dois olhos em forma de 360° e a sua interação é resultante no posicionar do cursor que aparece no centro da visualização sobre os *hotspots* que aparecerem na tela (Figura 16).

² <https://www.bilbao360walk.com/>

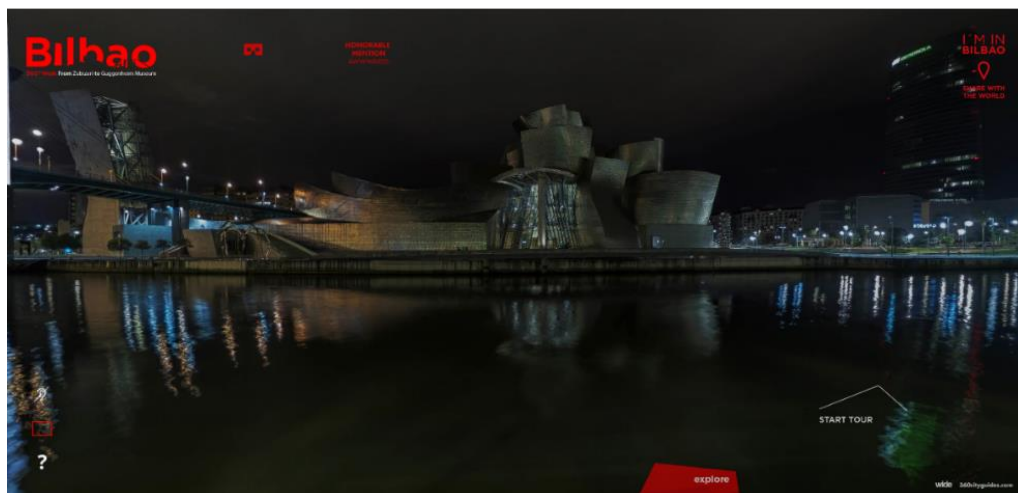


Figura 15: Página Inicial do Bilbao 360° Walk



Figura 16: Layout do Modo VR

A interação do *website* resulta no clicar sobre o *hotspot* que aparece na tela e no posicionar o cursor sobre o *hotspot* obtém-se informações relacionadas ao local que se pretende chegar. Ao clicar sobre o *hotspot* assinalado na imagem apresentada em 360°, somos redimensionado para a cidade marcada no mesmo (Figura 17).

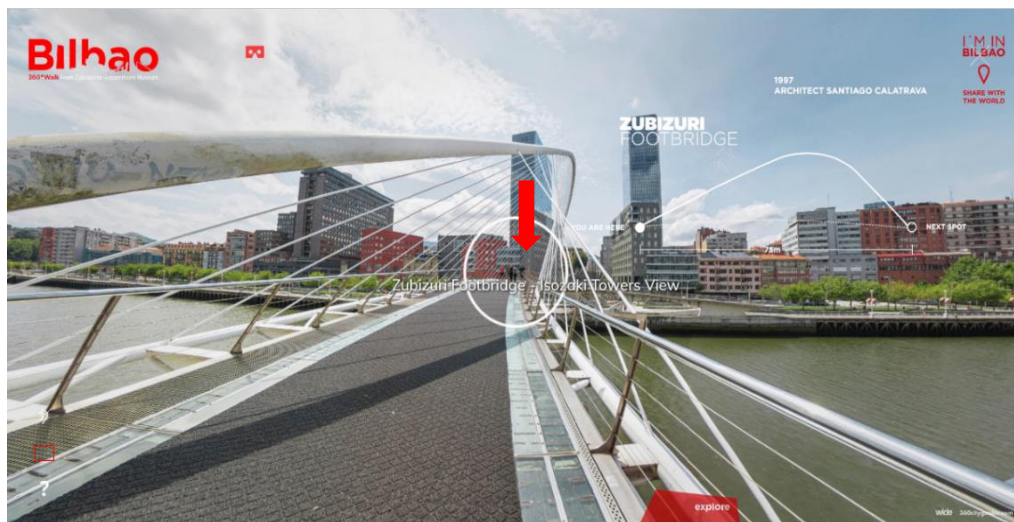


Figura 17: Página de interação do Bilbao 360° Walk

2.4.3 MUHNAC³

É um *website* que garante experiência interativa em 360° aos visitantes do Museu Nacional de História e da Ciência de Lisboa. Os objetivos do MUHNAC passam por permitir que qualquer visitante após a visita da página sinta-se convidado a visitar o MUHNAC presencialmente.

A página inicial do *Site* é de simples navegação, inicialmente o visitante escolhe a forma que pretende aceder o *website*, que pode ser através de seu *smartphone* com óculos RV clicando no ícone do *Google Cardboard* localizado na parte superior direito da tela (Figura 18).

³ <https://wide.pt/360/museu/>

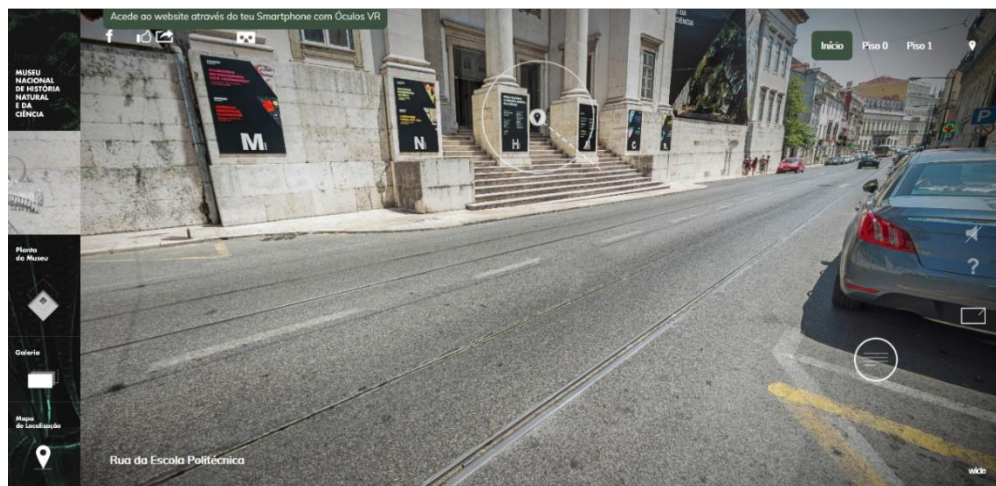


Figura 18: Página Inicial do MUHNAC

A pesquisa dos lugares pretendidos a visitar em função dos pisos, pode ser feita através da barra de navegação fixa localizado na parte superior da tela. Por exemplo clicando no menu piso 0, dá a possibilidade de realizar a visita virtual do Átrio/Bilheteira, Laboratório Chimico, sala José Júlio Rodrigues, Claustro do Museu e corredor de acesso ao piso 1 (Figura 19). Após a escolha do lugar pretendido a navegação da visita virtual é feita pressionando o rato para obter os diferentes ângulos da foto em 360° e clicando no *hotspot* para visualizar o local apresentado na legenda (Figura 20).

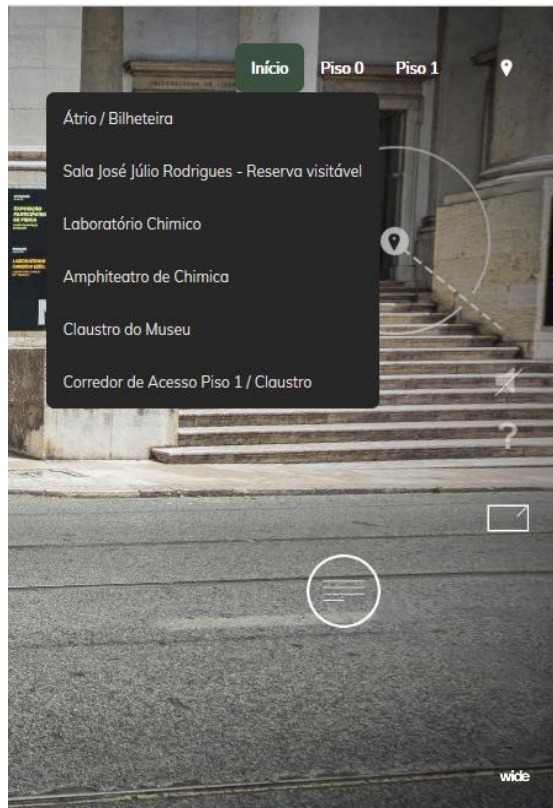


Figura 19: Layout de Pesquisa do MUHNAC



Figura 20: Vista do Laboratório Chimico do MUHNAC

Para além do menu principal o *website* também apresenta uma barra lateral com funcionalidades como: planta do Museu, galeria e o mapa de localização do museu. Na secção galeria é apresentado imagens das principais salas do Museu (Figura 21).

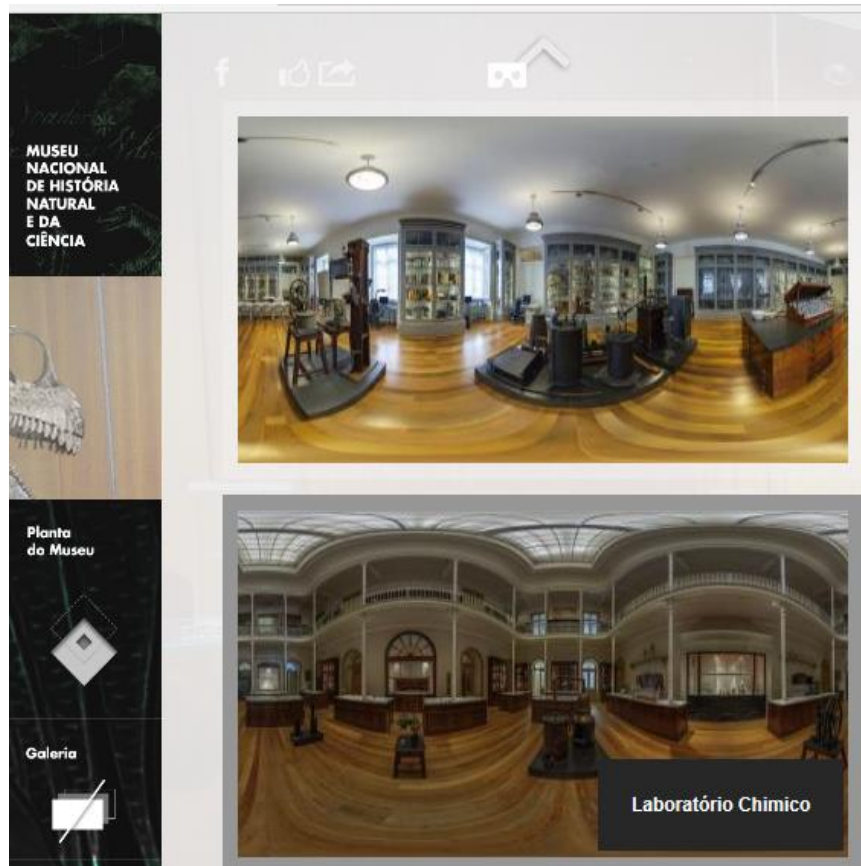


Figura 21: Layout da sessão Galeria do MUHNAC

Na secção mapa de localização, o visitante observa a distribuição dos diferentes lugares e a forma de localizar um determinado ponto do Museu (Figura 22).

2.4.4 Castelo Branco 360^{o4}

É uma página *Web* da Câmara Municipal de Castelo Branco em Portugal, que permite conhecer a cidade através de uma visita guiada interativa em 360°. Ao aceder o *website* o visitante determina o modo de visualização da experiência que pode ser via *desktop* ou através do seu *smartphone* compatível com óculos de realidade virtual/*headphones* e a forma de pesquisar um determinado local da cidade. O referido *website* é responsivo, adaptando-se um *smartphone* (Figura 24).

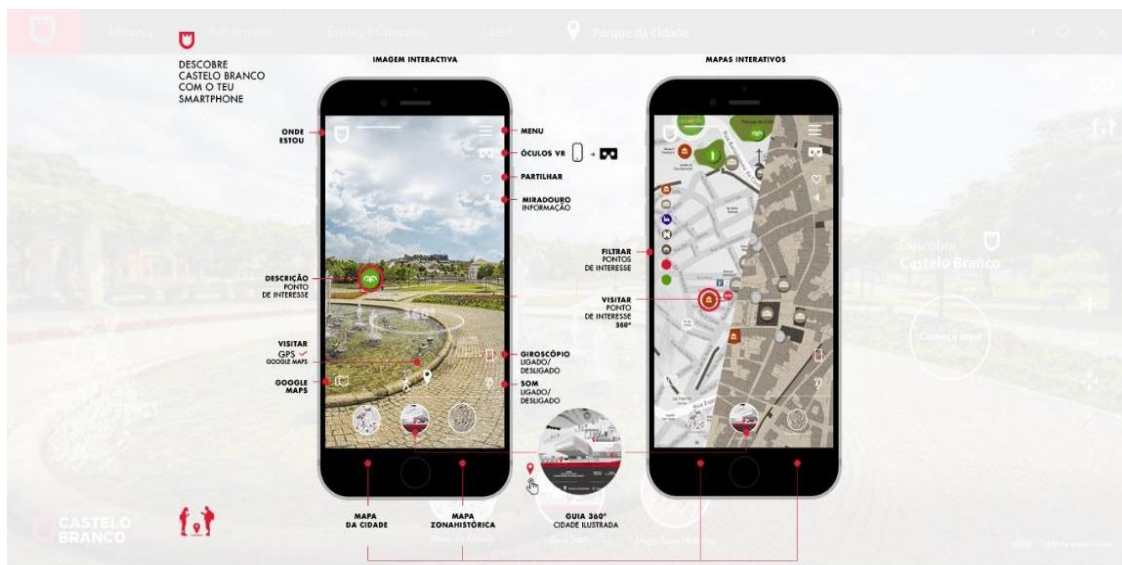


Figura 24: Visualização modo mobile do website Castelo Branco

A página inicial do *website*, dispõe de duas formas para navegação. A primeira utiliza-se a barra de menu localizada na parte inferior da tela e a segunda clicando nos *hotspots* Mapa da Cidade, Guia 360° e Mapa Zona Histórica localizadas na parte inferior na tela (Figura 25).

⁴ <http://castelobranco360.cm-castelobranco.pt/>

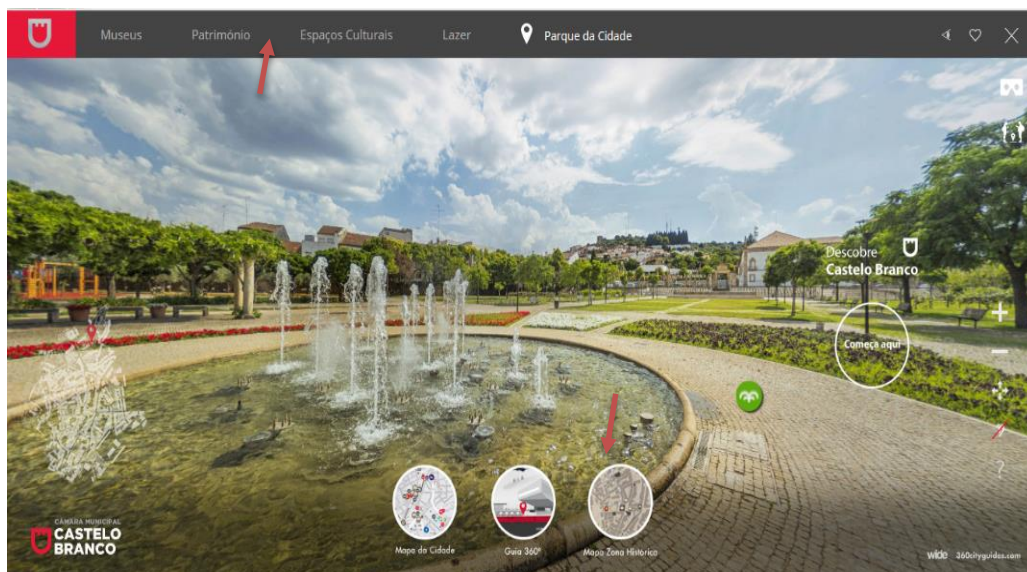


Figura 25: Página inicial do website Castelo Branco

Para localizar uma igreja de forma fácil por exemplo, o visitante pode utilizar a barra de Menu, selecionar a secção património e escolher espaços religiosos (Figura 26), de seguida é gerado na tela um mapa interativo com duas formas de navegação (Figura 27). Clicando nos ícones de igreja observa-se um *slide show* (Figura 28) com imagens e informações sobre a igreja selecionada e clicando nos *hotspots* 360° o visitante obtêm a visita virtual interativa.

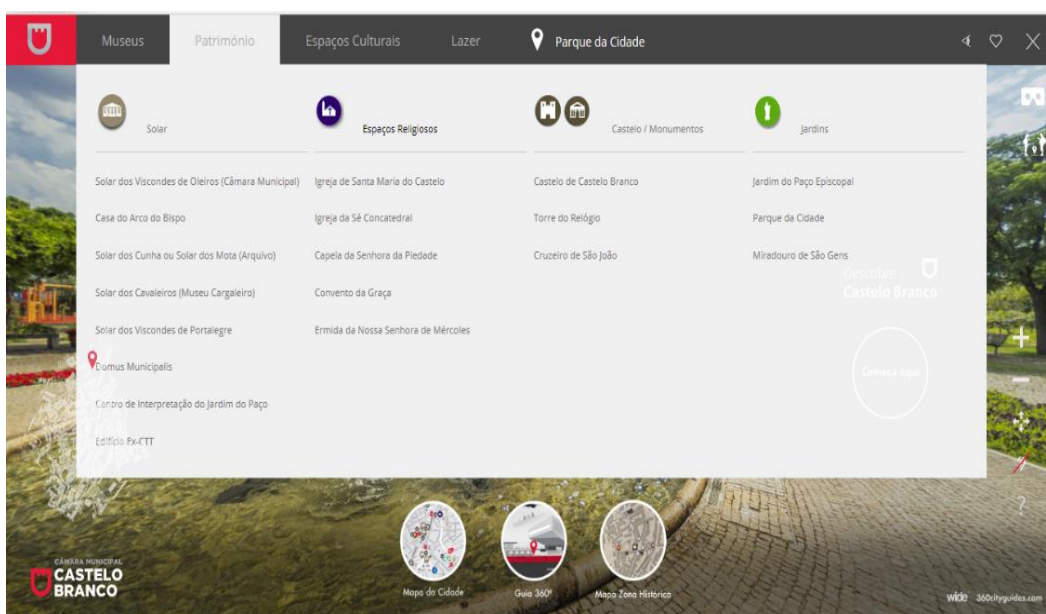


Figura 26: Barra de Menu do website Castelo Branco

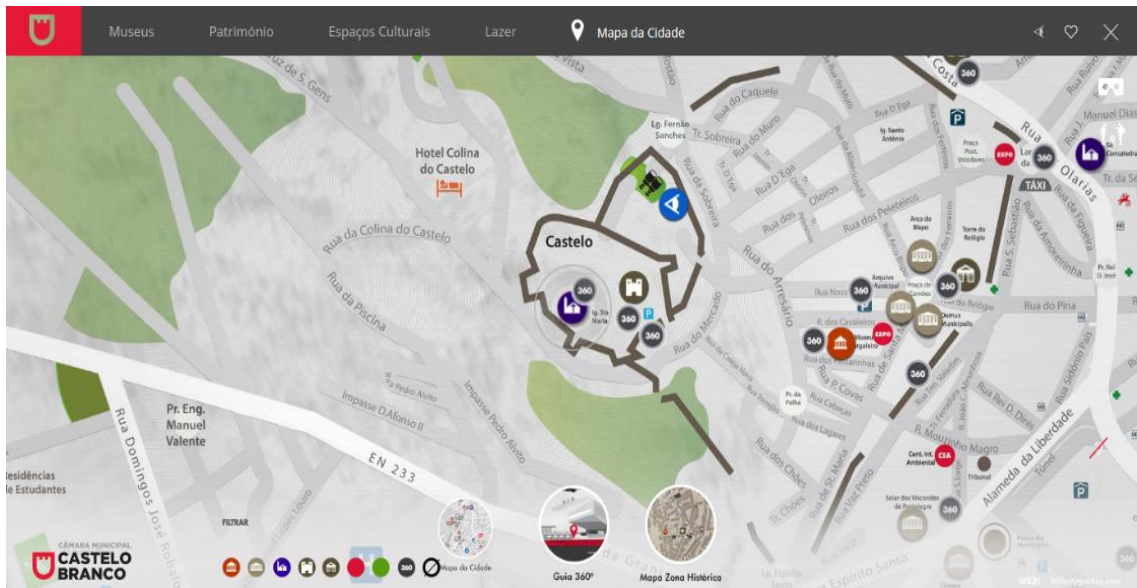


Figura 27: Mapa interativo do website Castelo Branco



Figura 28: Slide show do website

Ao posicionar o rato sobre o *hotspot* Guia 360°, o utilizador obtém uma breve sinopse sobre as funcionalidades da sessão e a forma de interação (Figura 29). Ao clicar no *hotspot* Guia 360° observa-se na tela um esquema em forma de sinaléticas descrevendo os diferentes lugares da cidade. A visita interativa em 360° é

realizada após o clique sobre os *hotspots* vermelhos que estão dispostos no esquema (Figura 30).

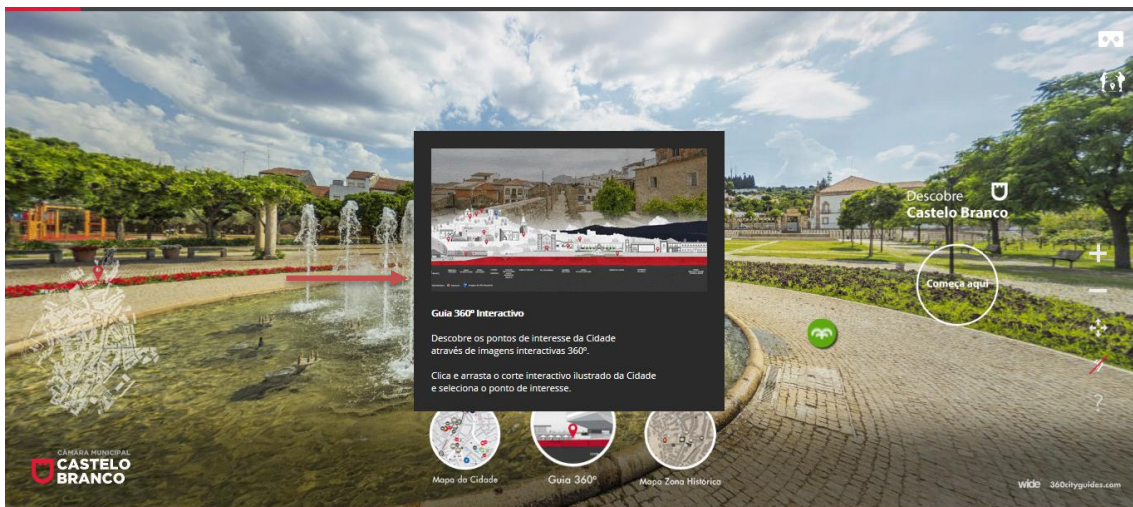


Figura 29: Guia 360º Sinopse

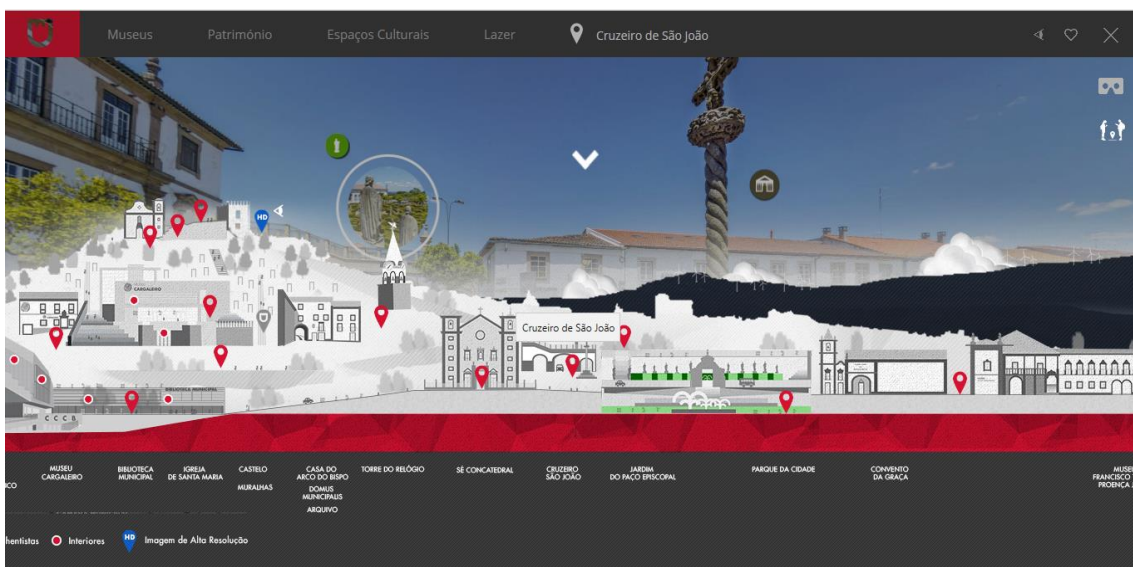


Figura 30: Interface da guia 360º do *website* Castelo Branco

2.4.5 Biblioteca do politécnico de Leiria⁵

É um *website* dos Serviços de Documentação do Politécnico de Leiria/Portugal, que integra conteúdos de realidade virtual em 360º através da tecnologia *Google Street View*⁶. O objetivo do referido *website* consiste em fornecer informações aos utilizadores em vários formatos. Ao aceder à página inicial do *website* (Figura 31) o utilizador obtém as informações nas distintas páginas (Sobre Nós, Bibliotecas, Pesquisar, Serviços, Utilizadores e Formação). Por exemplo, clicando na página Bibliotecas, o utilizador visualiza de forma normal as informações relacionadas com as quatro bibliotecas (Biblioteca do Campus 1, Biblioteca José Saramago do Campus 2, Biblioteca do Campus 3 e Biblioteca do Campus 4) que o Instituto dispõe, com seus respetivos horários de funcionamento.



Figura 31: Página Inicial da Biblioteca do Politécnico de Leiria

⁵ <https://www.ipleiria.pt/sdoc/quem-somos-2/>

⁶ Google Street View-funcionalidade do Google Maps e Google Earth, que permite visualizar foto 360º.

As quatro páginas das Bibliotecas apresentam informações relacionadas com a data do início da sua atividade, modo de funcionamento, imagens do interior e exterior, texto síntese de documentos existentes, *link* para aceder a página horários e contactos das referidas bibliotecas (Figura 32).

A Biblioteca do Campus 1, a exemplo das restantes que fazem parte dos SDIPL, funciona em regime de livre acesso. Toda a documentação está registada no catálogo coletivo. Os utilizadores podem ter acesso igualmente a obras não existentes na Biblioteca do Campus 1 através do serviço de Empréstimo Inter-campus (que abrange a documentação existente nas bibliotecas dos outros *campi* do Instituto) e Empréstimos InterBibliotecas (EIB), que abrange bibliografia de instituições congêneres no país e no estrangeiro.



Figura 32: Layout da página biblioteca

Para além da visita normal, a página Biblioteca também disponibiliza a visita virtual em 360° sobre as quatro Bibliotecas e alguns espaços do Politécnico de Leiria. Ao clicar em Visita Virtual é mostrada a página visita virtual que apresenta três *links* de imagens em 360° de Bibliotecas e um *link* para aceder os restantes espaços do Instituto. Ao clicar na primeira imagem em 360° o utilizador realiza a visita virtual na Biblioteca do Campus 1, que pode ser feita em modo *desktop* clicando no ícone *toggle fullscreen view* que possibilita a visualização imersiva em realidade virtual, localizado na parte superior à direita da tela ou em modo *tablet/smartphone* clicando no ícone *mobile* que aparece logo a seguir o ícone *toggle* (Figura 33). Ao clicar no *link* localizado na parte inferior da página visita virtual 360°, o utilizador conhece outros espaços do Instituto através de hiperligação (Figura 34). A navegação da Visita Virtual é feita clicando nos *hotspots* que aparecem sobre a foto em 360° para visualizar os diferentes pontos da biblioteca. É de realçar que referida Visita Virtual não garante a interação com os objetos existentes.

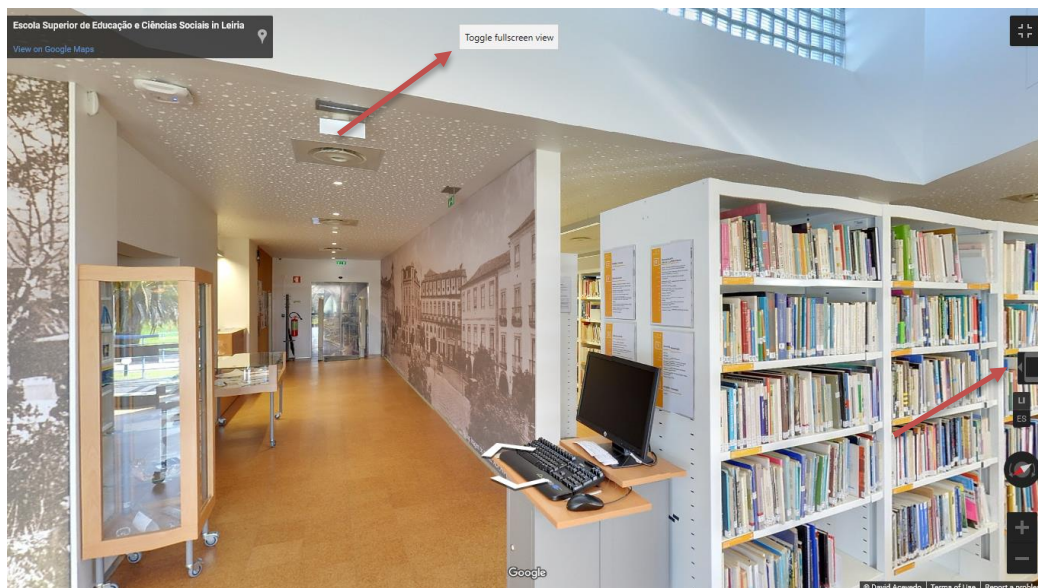
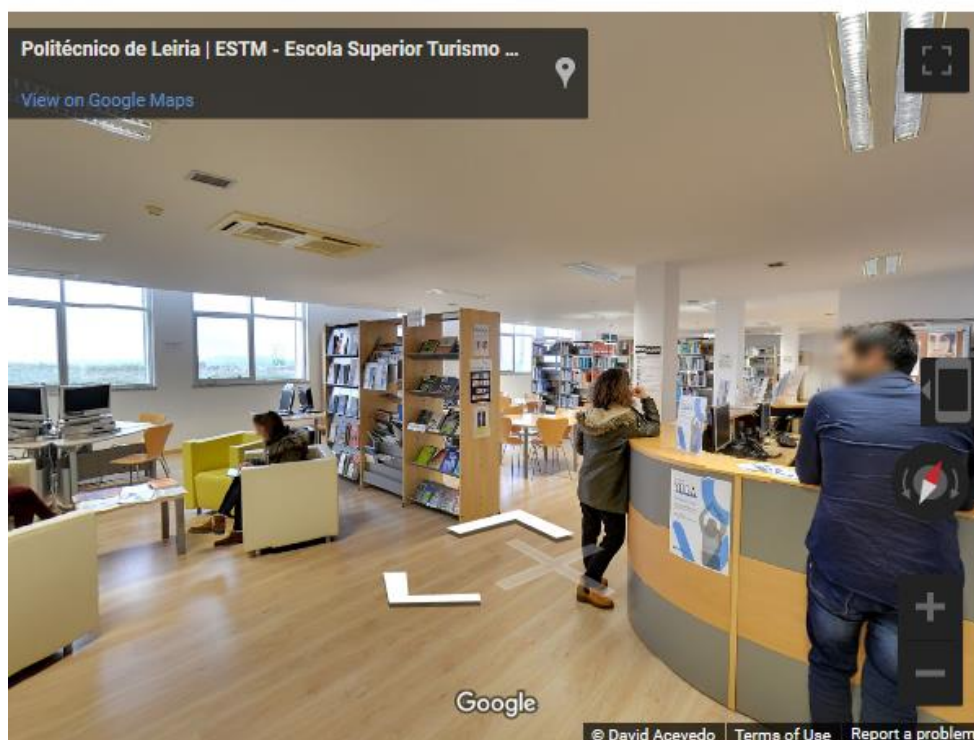


Figura 33: Layout da página inicial da visita 360° sobre a biblioteca do Campus 1

Biblioteca do Campus 4 (ESTM)



Faz uma visita virtual 360° a alguns dos espaços do Politécnico de Leiria clicando [aqui](#)

Figura 34: Hiperligação para aceder outros espaços do Politécnico de leiria

2.4.6 Biblioteca Huxley⁷

É um *website* da Universidade de Newcastle/Austrália, que permite os estudantes conhecerem ou realizarem visitas interativas em 360° sobre as instalações da biblioteca, num espaço modelado em 3D. Para obter a esta funcionalidade, o utilizador deve aceder a partir na página inicial⁸ clicando em virtual tours e escolher a biblioteca que pretende realizar a visita, visto que a Universidade dispõem de três bibliotecas interativas em 360°, a Biblioteca de *Auchmuty*, a Biblioteca de *Huxley* e a Biblioteca de *Ourimbah* (Figura 35).

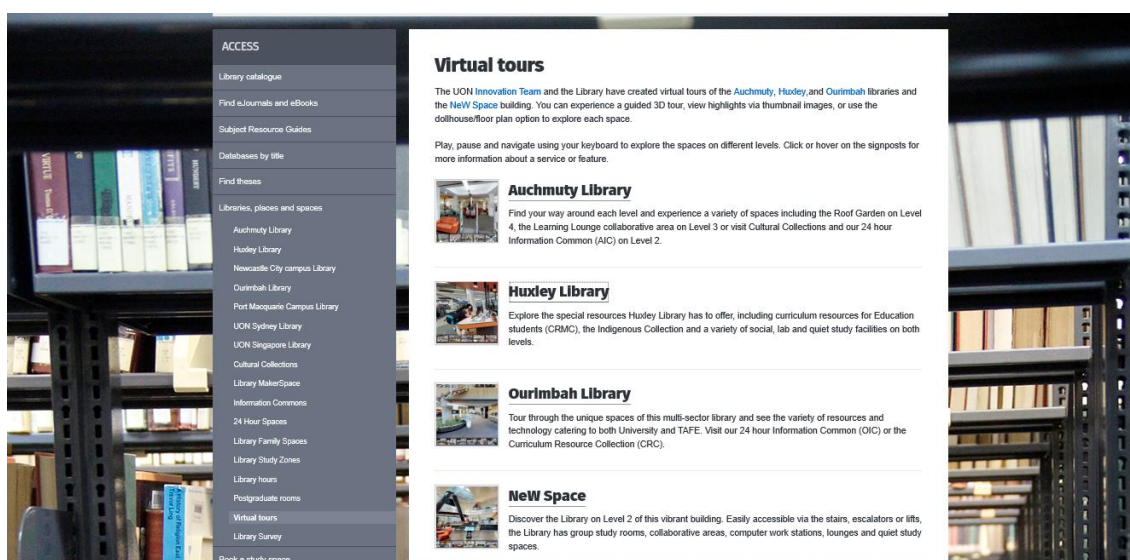


Figura 35: Página inicial do website da Universidade de Newcastle

Ao clicar no *link* Biblioteca de *Huxley*, o utilizador é redirecionado para um outro *website* interativo. A página inicial do *website* é de simples navegação, inicialmente o visitante escolhe a forma que pretende aceder o *website*, através dos ícones localizados na parte inferior à esquerda da tela, que pode ser em *desktop* ou *mobile* que suportam dispositivos de realidade virtual (Figura 36).

⁷ <https://my.matterport.com/show/?m=cncYkYPqWhj>

⁸ www.newcastle.edu.au/library/access/places-and-spaces/virtual-tours



Figura 36: Página inicial da visita 360 da Biblioteca de Huxley

A visita dos lugares pretendidos é feita clicando nos *hotspots* que aparecem na tela com uma breve *sinopse* ou clicando no círculo branco que aparece no chão, para aproximar a camera ao local escolhido (Figura 37).



Figura 37: Layout de navegação da Biblioteca Huxley

Para além na navegação padrão acima mencionado, o referido *website* apresenta outras funcionalidades. A esquerda da página inicial observa-se uma barra com cinco funcionalidades distintas que auxiliam na visita virtual em 360°.

- *Open Highlights* - Apresenta um quadro resumo das principais vistas do modelo 3D criado da Biblioteca, que permite a navegação rápida sobre o espaço (Figura 38).

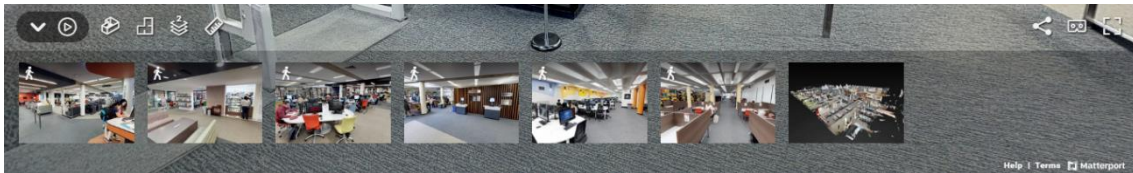


Figura 38: Layout de Barra open highlight

- *Play* - Ao clicar nesta funcionalidade o utilizador visualiza de forma automática todas as vistas do modelo 3D criado da Biblioteca em fotos 360°.
- *Explore 3D Space* - Apresenta uma vista em 3D da biblioteca. A navegação prima-se em escolher o espaço que se pretende visitar através dos *hotspots* apresentados com as suas respetivas sinopses (Figura 39).

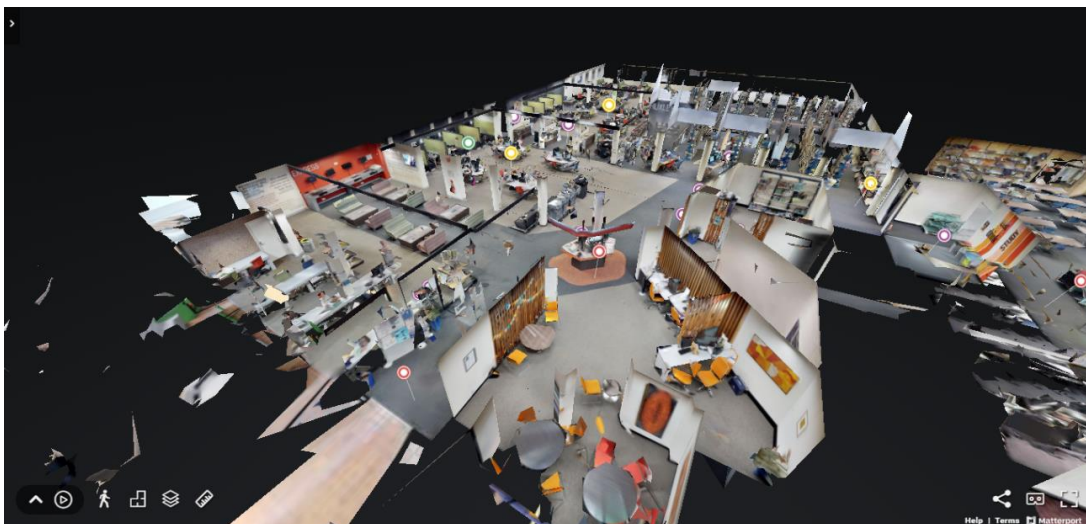


Figura 39: Layout Explore 3D Space

- **View Dollhouse** - Apresenta uma vista área em 3D da biblioteca com diferentes *hotspots*. Para interação, o utilizador deve clicar nos *hotspots* dispostos no modelo 3D. Nesta funcionalidade, o utilizador pode ainda escolher o modo de vista aérea do piso que pretende através do *Level All*, *A Level* e *C Level* (Figura 40).

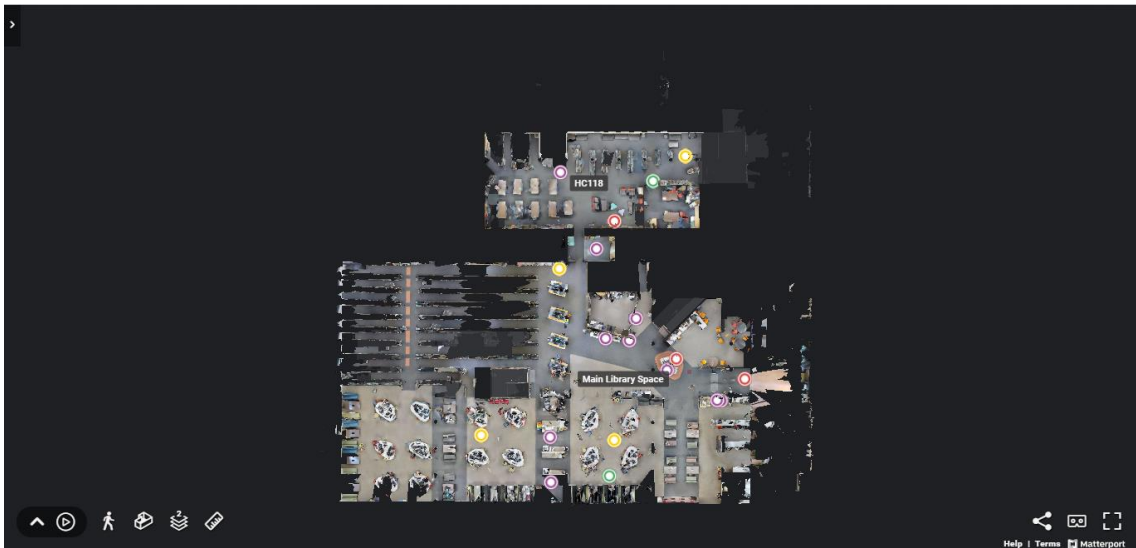


Figura 40: Layout do View Dollhouse

- **Measurement Mode** - Permite o utilizador saber a distância entre dois pontos marcados por si, através do rato na visita 360° (Figura 41).

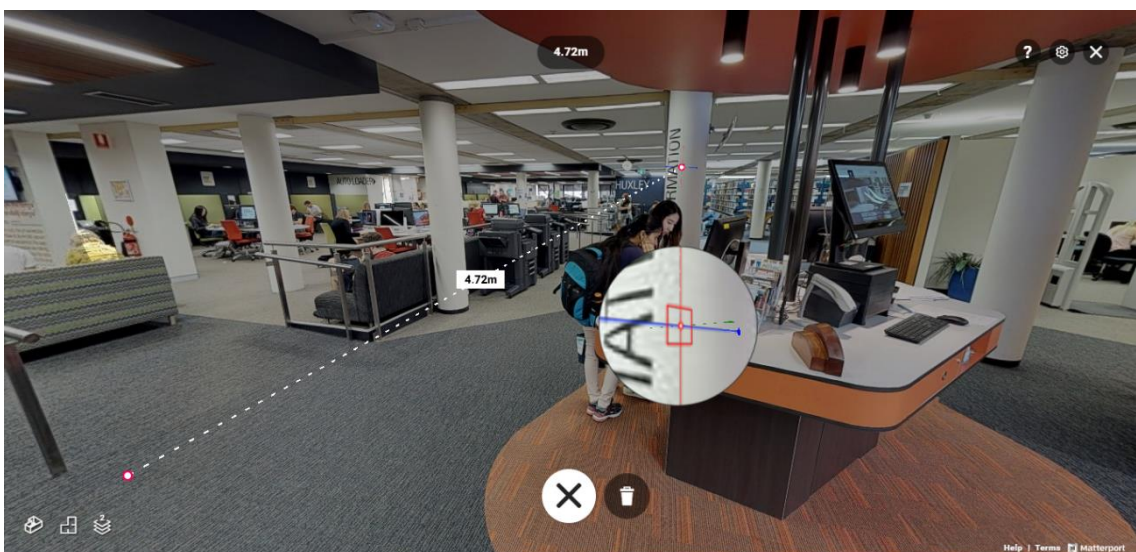


Figura 41: Layout Measurement Mode

2.4.7 Síntese

Ao terminar a análise das aplicações relacionadas com os objetivos desta dissertação, foi possível compreender os fatores a ter em conta no momento de prototipar os *websites* que envolvem conteúdos de realidade virtual em 360º como: a interface, a estrutura de navegação, a interação, as funcionalidades e a imersão. No total foram selecionados e analisados seis *websites*, que apresentam conteúdos de realidade virtual. Para melhor percepção, as tabelas abaixo apresentam as informações de forma resumida.

A Tabela 1 descreve as diferentes formas de navegação das aplicações analisadas, que podem ser através de um *Menu* de Navegação Principal, representados por uma Barra de Navegação fixa na tela, por um mapa interativo assinalado na visita virtual e por *hotspots*, que estão dispostos no ambiente virtual.

No que concerne a utilização do *Menu* de Navegação Principal fixo na tela como podemos observar na Figura 42, apenas metade das aplicações analisadas valorizam esta funcionalidade, que entendemos ser útil para implementar no âmbito desta dissertação para orientar os utilizadores.

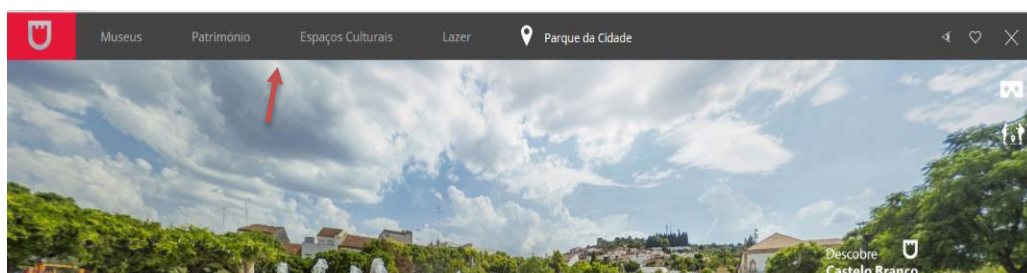


Figura 42: Menu de Navegação Fixo

No que diz respeito aos *hotspots*, todas as aplicações disponibilizam esta funcionalidade, por ser indispensável em aplicações que apresentam conteúdos de RV. Os *hotspots* têm como finalidade facilitar a navegação sobre os diferentes pontos assinalados num ambiente virtual em 360º.

No que diz respeito a mapa interativo (figura 27), funcionalidade que permite um dado utilizador de uma forma rápida aceder um determinado ponto assinalado dentro da visita virtual, metade das aplicações apresentam esta funcionalidade, algo que deu para perceber, que são tendências novas em aplicações que dispõem de conteúdos de RV, por este motivo achamos útil usar nesta dissertação.

Aplicações	Menu de navegação Principal	Hotspots	Mapa Interativo
TAGUSPARK	Sim	Sim	Não
Bilbão 360°	Não	Sim	Sim
MUHNAC	Sim	Sim	Sim
Castelo Branco 360°	Sim	Sim	Sim
Bibliotecas de Huxley	Sim	Sim	Sim
Biblioteca do Politécnico de Leira	Sim	Sim	Não
Total	5	6	4

Tabela 1: Formas de Navegação das aplicações analisadas

A Tabela 2 aborda as duas possíveis formas de visualização de conteúdos das aplicações analisadas, que podem ser:

Modo Desktop: A visualização do conteúdo é feita diretamente no *browser*

Modo de Realidade Virtual: A visualização é feita recorrendo a óculos de realidade virtual.

Nesta análise, foi possível perceber que todas as aplicações que dispõem de conteúdos de RV suportam o modo *desktop* e o modo RV das seis aplicações

analisadas apenas quatro apresentam esta funcionalidade, que entendemos ser útil para integrar nesta dissertação, para garantir a imersão total do utilizador.

Aplicações	Modo RV	Modo Desktop
TAGUSPARK	Não	Sim
Bilbão 360°	Sim	Sim
MUHNAC	Sim	Sim
Castelo Branco 360°	Sim	Sim
Bibliotecas de Huxley	Sim	Sim
Biblioteca do Politécnico de Leiria	Não	Sim
Total	4	6

Tabela 2: Formas de visualização aplicações analisadas

A Tabela 3 apresenta as principais funcionalidades das aplicações analisadas de uma forma resumida, tais como: sinalização da secção ativa; som ambiente, *sinopse* sobre os *hotspots* e hiperligação para as redes sociais. Podemos observar que, em termos de sinalização da secção ativa, funcionalidade que situa a página que o utilizador que encontra, apenas duas aplicações valorizaram esta funcionalidade, que entendemos ser útil para implementar no escopo desta dissertação. Em termos de *sinopse* sobre os *hotspots* que são apresentados na tela de uma visita virtual, a maioria das aplicações disponibilizam esta funcionalidade exceto a aplicação da biblioteca do Politécnico de Leiria, por usar a tecnologia de *Google Street View*, mas entendemos ser indispensável numa visita virtual.

Aplicações	Sinalização da secção ativa	Sinopse sobre os hotspots	Som ambiente
TAGUSPARK	Sim	Sim	Sim
Bilbão 360°	Não	Sim	Sim
MUHNAC	Sim	Sim	Sim
Castelo Branco 360°	Sim	Sim	Sim
Bibliotecas de Huxley	Sim	Sim	Sim
Biblioteca do Politécnico de Leira	Sim	Sim	Sim
Total	5	6	6

Tabela 3: Funcionalidades das aplicações analisadas

A análise feita sobre as aplicações, ajudou a compreender que os programadores estão atentos no avanço tecnológico, onde o acesso à internet está a ser feito utilizando diversos dispositivos (*smartphone, tablet, laptop*). Ainda nesta senda, observamos que metade das aplicações analisadas fornecem hiperligações para locais dentro da visita virtual que podem ser partilhadas em redes sociais, para levar o utilizador imediatamente para um ponto da visita, sem ter de percorrer a visita sequencialmente, por este motivo achamos útil usar esta funcionalidade nesta dissertação (Tabela 4). Em suma, podemos observar na Tabela 4, que todas as aplicações analisadas são responsivas, permitindo assim que os conteúdos das aplicações possam ser visualizados com a mesma qualidade e legibilidade em todos os dispositivos (Tabela 4).

Aplicações	Responsivo	Hiperligação para redes sociais
TAGUSPARK	Sim	Sim
Bilbão 360°	Sim	Sim
MUHNAC	Sim	Sim
Castelo Branco 360°	Sim	Sim
Bibliotecas de Huxley	Sim	Sim
Biblioteca do Politécnico de Leira	Sim	Sim
Total	6	6

Tabela 4: Interatividade das aplicações analisadas

No que diz respeito ao tipo de conteúdos, podemos observar na Tabela 5, das seis aplicações analisadas cinco apresentam visitas virtuais realizadas em fotos 360° e uma apresenta visita virtual realiza em modelação 3D do espaço.

Aplicações	Tipo de conteúdo
TAGUSPARK	Fotos 360°
Bilbão 360°	Fotos 360°
MUHNAC	Fotos 360°
Castelo Branco 360°	Fotos 360°
Bibliotecas de Huxley	Modelação 3D
Biblioteca do Politécnico de Leira	Fotos 360°
Total	1

Tabela 5: Tipo de conteúdo das aplicações analisadas

Portanto, em termos de interface e estrutura de navegação é importante desenvolver *websites* de fácil uso e compreensão, para cativar atenção do utilizador e garantir que a mesma seja uma plataforma útil. Para tal, a estrutura do *website* deve apresentar na tela a descrição da página que o utilizador está, de modo a situá-lo. Na visita virtual é importante sinalizar os diferentes pontos de interesse (*hotspots*) existentes com a sua respetiva sinopse e adicionar som do ambiente real, de modo a tornar interativa e imersiva a experiência do utilizador e criar hiperligações para redes sociais.

Capítulo 3

Metodologia

Este capítulo trata da metodologia para realização do projeto, de modo a definir as fases de execução e o plano de trabalho. A escolha da metodologia prima-se na facilidade que a mesma apresenta para desenvolver projetos ligados ao *design* de interação. A metodologia é composta por quatro etapas que irão permitir identificar a ordem de execução da dissertação e garantir o cumprimento de um procedimento antes de avançar para o próximo. No finalizar de cada etapa, a partir da etapa 2 serão aplicados teste de usabilidade para verificação e correção de erros.

Etapa 1. Levantamento dos requisitos (*briefing*) - Nesta fase efetuam-se entrevistas ao beneficiário do *website*, no âmbito da dissertação -- que consiste em adicionar funcionalidade e *re-design* da plataforma digital existente da Biblioteca do Polo II da Universidade de Coimbra. No levantamento dos requisitos analisámos o funcionamento da biblioteca, o *website* atual e o público-alvo, para obter conteúdos e material para incorporar no novo *website*.

Etapa 2. *User Experiencie (UX)* - Após a finalização do levantamento dos requisitos na etapa anterior, nesta etapa estudamos e planificamos a nova *interface*, bem como definimos as experiências do utilizador ao interagir com o novo *website*. Para realizar esta etapa, determinamos as *Personas*, *sitemap*⁹, *Wireframes*¹⁰ e teste de usabilidade. As *personas* são todos os visitantes da biblioteca.

Etapa 3. *User Interface (UI)*- Nesta etapa apresentamos o primeiro esboço do protótipo em *wireframes* e realizamos o primeiro teste de usabilidade. Definimos a identidade gráfica (logótipo, cores, tipografia, grelha), desenvolvemos os

⁹Sitemap - estrutura de navegação de um website

¹⁰ Wireframes - representação em forma de rascunho de um Design com baixa fidelidade.

primeiros *mockups* interativos do protótipo e aplicamos o segundo teste de usabilidade para verificação e correção de erros.

Etapa 4. Front-End (FE)- Finalizada a etapa anterior demos início a fase de implementação do projeto. O desenvolvimento *Front-End* do *website* foi efetuado utilizando *HTML5*, *CSS*, *JavaScript* e a ferramenta *A-Frame* que permitiu alocar conteúdos de realidade virtual a página web e mapear a localização dos objetos. No fim desta etapa aplicamos o terceiro teste de usabilidade com os utilizadores e através de um questionário aferimos o grau de satisfação.

3.1 Plano de Trabalho

De modo a facilitar o processo de realização da dissertação optou-se por elaborar uma planificação de trabalho, sobre as principais atividades e o tempo previsto para execução de cada uma delas. Para tal, a planificação das atividades resultou na divisão do projeto em duas partes, isto é, a ser realizado em dois semestres.

3.1.1 Planificação do primeiro semestre

A planificação de trabalho do primeiro semestre divide-se em quatro fases apresentadas na Tabela 6 e Mapa de *Gantt* da Figura 43. Na primeira fase, é apresentada a problemática que originou o tema desta dissertação, enquadramento/motivação e em simultâneo define-se os objetivos a alcançar com a realização da tese.

A segunda e a terceira fase foram executadas em simultâneo ao longo do projeto. Nestas fases, foi feita toda a investigação teórica em torno do tema, desde os conceitos de RV, a história de RV, finalidade de incorporar RV na *web*, análise de ferramentas/*hardwares* que permitem criar *websites* com RV e culminou com o levantamento de *websites* que apresentam a funcionalidade de realidade virtual em 360°.

Na quarta fase focamo-nos em analisar o *website* da Biblioteca do Polo II da UC, lugar onde será implementado o referido projeto. A análise consiste em verificar o *Design* da página, formas de pesquisas e dificuldades que os visitantes se deparam ao utilizar o *website* existem da biblioteca. Esta fase teve como objetivo definir os requisitos funcionais e não funcionais para o novo *website* em função do foco da tese.

	Atividade	Data de início	Duração (dias)	Término
Fase 1	Introdução	16/09/2019	3	19/09/2019
	Enquadramento/Motivação	19/09/2019	2	21/09/2019
	Objetivos	21/09/2019	2	23/09/2019
Fase 2	Revisão bibliográfica	23/09/2019	20	13/10/2019
Fase 3	Estado de Arte	8/10/2019	35	12/11/2019
Fase 4	Caso de Estudo	12/11/2019	20	02/12/2019
	Requisitos Funcionais/não Funcionais.	2/12/2019	20	22/12/2019
	Conclusão do Relatório / Fase intermédia	01/01/2020	18	19/01/2020

Tabela 6: Planificação do primeiro semestre

DIAGRAMA DE GANTT



Figura 43: Diagrama de Gantt do Primeiro semestre

3.1.2 Planificação inicial do segundo semestre

Na Tabela 7 e o Mapa de *Gantt* (Figura 44), apresenta a planificação das atividades realizadas no segundo semestre, dividida em quatro fases. Na primeira fase, foi feita análise e a planificação da interface do *website*, criamos *wireframes* de baixa fidelidade, para permitir o enquadramento e o relacionamento dos conteúdos a incorporar nas distintas páginas do *site*. Ainda nesta fase, foi realizado o levantamento dos conteúdos a incorporar no *website* (fotos/vídeos em 360º) na atual Biblioteca do Polo II.

Na segunda fase, foi criada a identidade gráfica para o *website*, com suporte a *mockups* e prototipagem. Testes de usabilidade foram efetuados com as personas

definas anteriormente, para garantir uma *interface* de fácil compreensão e uso para o público-alvo.

Na terceira fase, iniciamos o processo de codificação do protótipo final resultante na fase anterior e por fim realizamos o terceiro teste de usabilidade para verificação e correção de erros.

	Atividade	Data de início	Duração (dias)	Término
Fase 1	Análise e planificação da interface (<i>wireframes</i>)	01/02/2020	15	15/02/2020
	Levantamento de conteúdos	05/02/2020	10	15/02/2020
	Primeiro teste de usabilidade	16/02/2020	10	26/02/2020
Fase 2	Identidade gráfica	27/02/2020	15	12/03/2020
	<i>Mockups</i>	14/03/2020	15	28/03/2020
	Prototipagem	29/03/2020	15	12/04/2020
	Segundo teste de usabilidade	13/04/2020	15	27/04/2020
Fase 3	Codificação do <i>website</i> Normal	28/04/2020	25	22/05/2020
	Codificação do <i>website</i> visita virtual	23/05/2020	20	12/06/2020
	Codificação do <i>website</i> Localização virtual	12/06/2020	20	02/07/2020
	Terceiro teste de usabilidade	02/07/2020	15	17/07/2020

Tabela 7: Planificação do segundo semestre

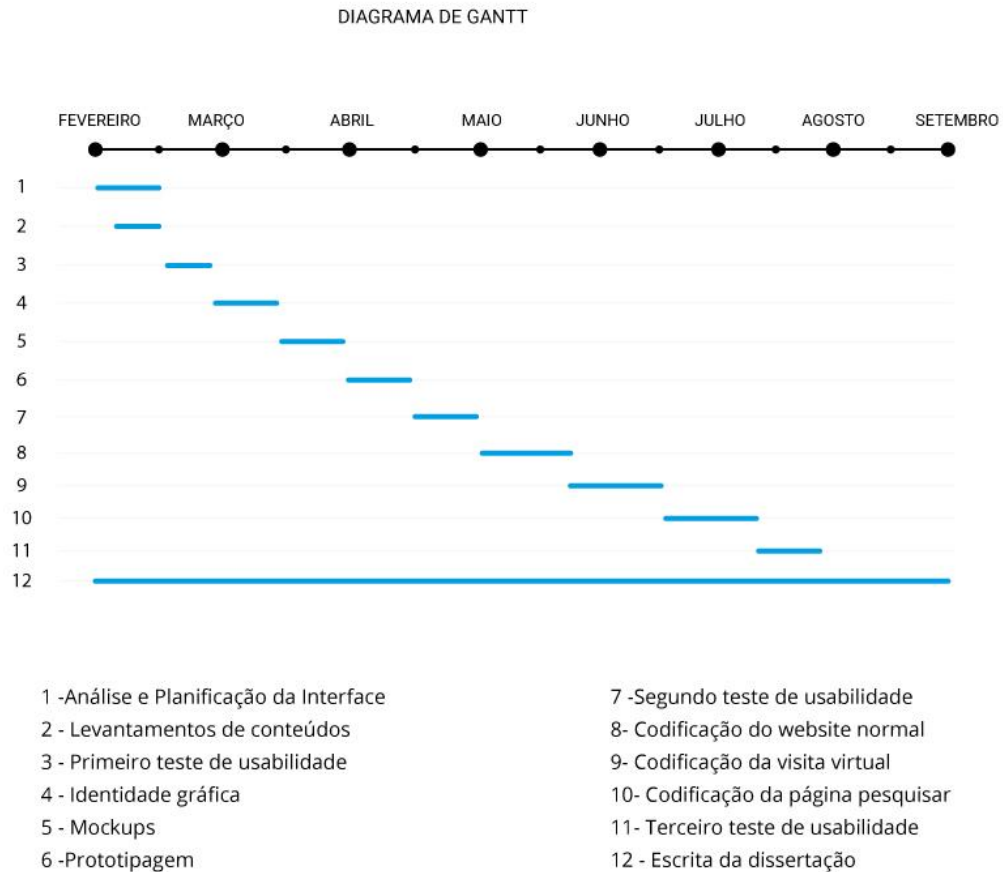


Figura 44: Diagrama de Gantt do Segundo semestre

3.1.3 Planificação real do segundo semestre

Inicialmente, foi criado um cronograma para a execução das atividades inerentes ao segundo semestre, mas não foi possível o seu comprimento devido a algumas modificações resultantes das recomendações passadas pela mesa de jurado, durante a defesa intermédia realizada em janeiro do corrente ano e alguns atrasos na implementação de certas atividades do cronograma em função da sua complexidade e da situação relativa à pandemia *Covid-19*. Nesta ordem de ideia, apresentamos o cronograma de atividade ajustado com descrição das atividades e as respetivas datas de execução e de término das mesmas. A Tabela 8 apresenta a planificação real das atividades agrupadas em três fases.

	Atividade	Data de início	Duração (dias)	Término
Fase 1	Revisão das recomendações da fase intermédia	31/01/2020	20	19/02/2020
	Análise e planificação da interface (<i>wireframes</i>)	31/01/2020	25	24/02/2020
	Levantamento de conteúdos	25/02/2020	10	05/03/2020
	Primeiro teste de usabilidade	03/03/2020	9	11/03/2020
Fase 2	Identidade gráfica	09/03/2020	20	28/03/2020
	Mockups/prototipagem	10/03/2020	30	10/04/2020
	Segundo teste de usabilidade	11/04/2020	15	25/04/2020
Fase 3	Codificação do <i>website</i> Normal	26/04/2020	30	26/05/2020
	Codificação do <i>website</i> visita virtual	27/05/2020	40	07/07/2020
	Codificação do <i>website</i> Localização virtual	28/06/2020	35	02/08/2020
	Terceiro teste de usabilidade	10/08/2020	12	22/08/2020
	Escrita da dissertação	31/01/2020	214	02/09/2020

Tabela 8: Plano real do segundo semestre

Fazendo uma comparação com a planificação inicial prevista para o segundo semestre apresentada na Tabela 7, verificamos que na Tabela 8 algumas atividades foram realizadas com mais dias e outras com menos dias. A atividade análise e planificação da interface (*wireframes*), foi realizada com dez dias a mais do que foi previsto, devido a escolha da ferramenta para elaboração dos *wireframes* de uma forma mais eficiente. O levantamento de conteúdos, apesar que não foi possível tirar as fotos finais da Biblioteca do Polo II, foi realizado com o tempo previsto.

O primeiro de teste de usabilidade estava previsto para ser realizado em dez dias, mas dado o facto que a maior parte dos testes foram realizados nas instalações da Universidade, esta atividade foi realizada em nove dias.

A realização das atividades relacionadas com codificação do protótipo, isto é, *website* normal, visita virtual e a pesquisar livros, levou mais tempo do que inicialmente previsto, por exemplo, dada a complexidade para implementar algumas funcionalidade elencadas na secção dos requisitos funcionais e os elementos visuais apresentados no *mockups*, a codificação da visita virtual excedeu vinte dias da planificação inicial, a codificação da página pesquisar livros excedeu quinze dias e a codificação da página normal cinco dias.

De uma forma resumida apresentamos Mapa de *Gantt* (Figura 45) do plano real da realização das atividades do segundo semestre.

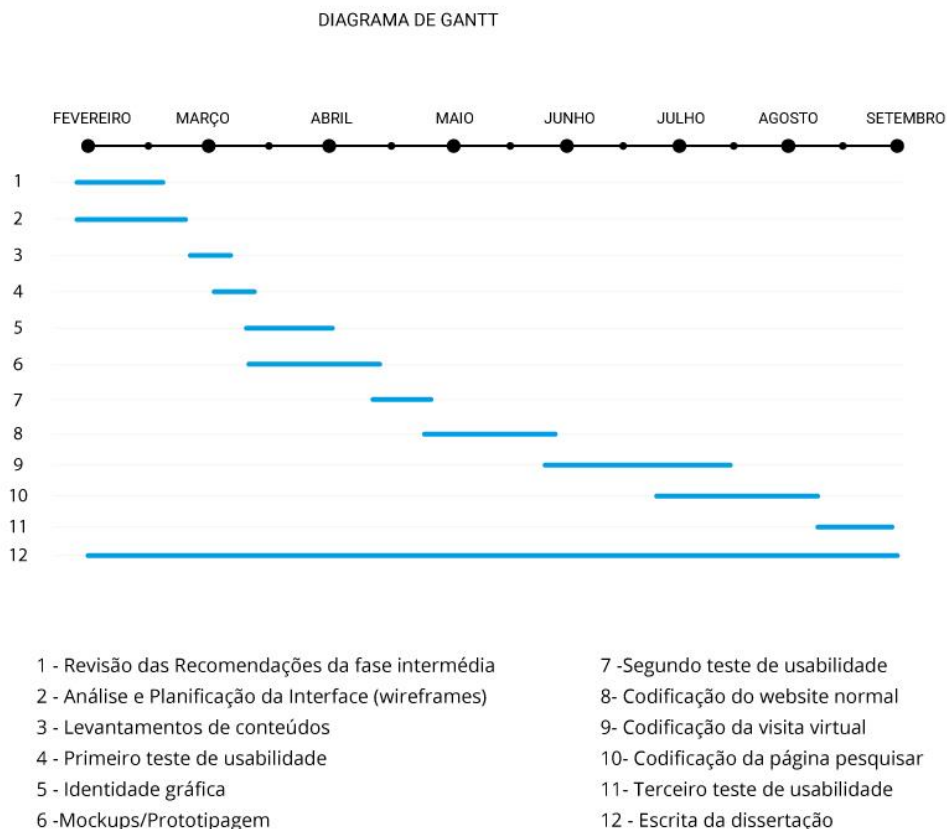


Figura 45: Diagrama de Gantt planificação real

Capítulo 4

Estudo de Caso

Para servir como um estudo de caso escolhemos a Biblioteca do Polo II da Universidade de Coimbra, como local para desenvolver o protótipo. Assim sendo, esta secção retrata sobre a constituição Biblioteca do Polo II da Universidade de Coimbra (UC) e explica as funcionalidades da atual aplicação usada na Biblioteca, que serviu como ponto de partida para agregar valor ao protótipo, que visa acrescentar novas funcionalidades que permite reduzir a dependência dos visitantes, em ter que aguardar por um bibliotecário para o direcionar a localizar o livro nas prateleiras da Biblioteca e atrair o visitante de modo que após a visita da página (vista virtual), sintam-se convidados a visitar a Biblioteca do Polo II presencialmente.

4.1 Biblioteca do Polo II

A Biblioteca do Polo II foi inaugurada no início do ano 2013 e funciona no Departamento de Engenharia Civil com uma capacidade de 186 lugares. Resultou da fusão das bibliotecas de Engenharia Civil, Engenharia Eletrotécnica e de computadores, Engenharia Informática, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Engenharia Civil e Ciências da Terra, por falta de pessoal técnico e assistentes técnicos para manter horários alargados em todas as bibliotecas que funcionavam nos vários departamentos do Polo II. Por este facto tem recebido um fluxo de utentes docentes e não docentes.

Os livros encontram-se dispostos em estantes e organizados em cotas. Cota é um código atribuído aos livros numa biblioteca, para facilitar a arrumação na estante e sua localização. Atualmente, a biblioteca está a funcionar com quatro tipos de cotas: CDU (Classificação Decimal Universal), INSPEC (1999), Multilingual

Thesaurus of Geociências, e uma criada internamente (Tabela 10). Num encontro realizado com a Dr. Cecília Paulino chefe da biblioteca do Pólo II diz que “o uso simultâneo das quatro cotas na biblioteca do Polo II, tem gerada muita confusão no seio dos bibliotecários, obrigando por vezes consultar tabelas resumos elaboradas em *word/excel* para orientar ou dirigir os alunos na localização do livro na estante”, para tal, há em curso um plano para uniformização.

Curso	Cota a usada	Símbolo
Engenharia Civil	CDU	0004
Engenharia Informática	INSPEC	A4255N
Engenharia Química	Interna sem padrão	I6.34
Engenharia Mecânica	Interna/Estantes	Est-33 tab-1
Engenharia Eletrotécnica	INSPEC	B5270D
Ciências da Terra	Thesaurus de Geociências	APPL

Tabela 9: Exemplo de distribuição das cotas no espaço físico

O visitante ao chegar a Biblioteca é orientado pelo Bibliotecário a pesquisar a existência do livro que pretende, no atual plataforma da biblioteca, após a pesquisa nos casos em que o livro se encontre disponível, o bibliotecário anota a cota num papel como podemos observar na Figura 46 e em conjunto com o visitante dirigem-se até à localização física do livro.



Figura 46: Exemplo de cota na lombada do livro utilizada no espaço físico

Cota	Legenda
C	Código da sessão (Computer & Control)
6180	Código da Área (User interface)
G/	Código da Sub-Área Gráfica
FOW/	As primeiras três letras no Autor
B	Disponível na biblioteca

Tabela 10: Legenda de uma cota norma INSPEC

O acesso às estantes é livre para os utentes, podendo os livros ser retirados para consulta visualizando as suas respetivas lombadas. Na Figura 47 podemos observar o esquema existente, no piso 0 estão alocados todos livros em estante dos sete cursos que a Biblioteca suporta.

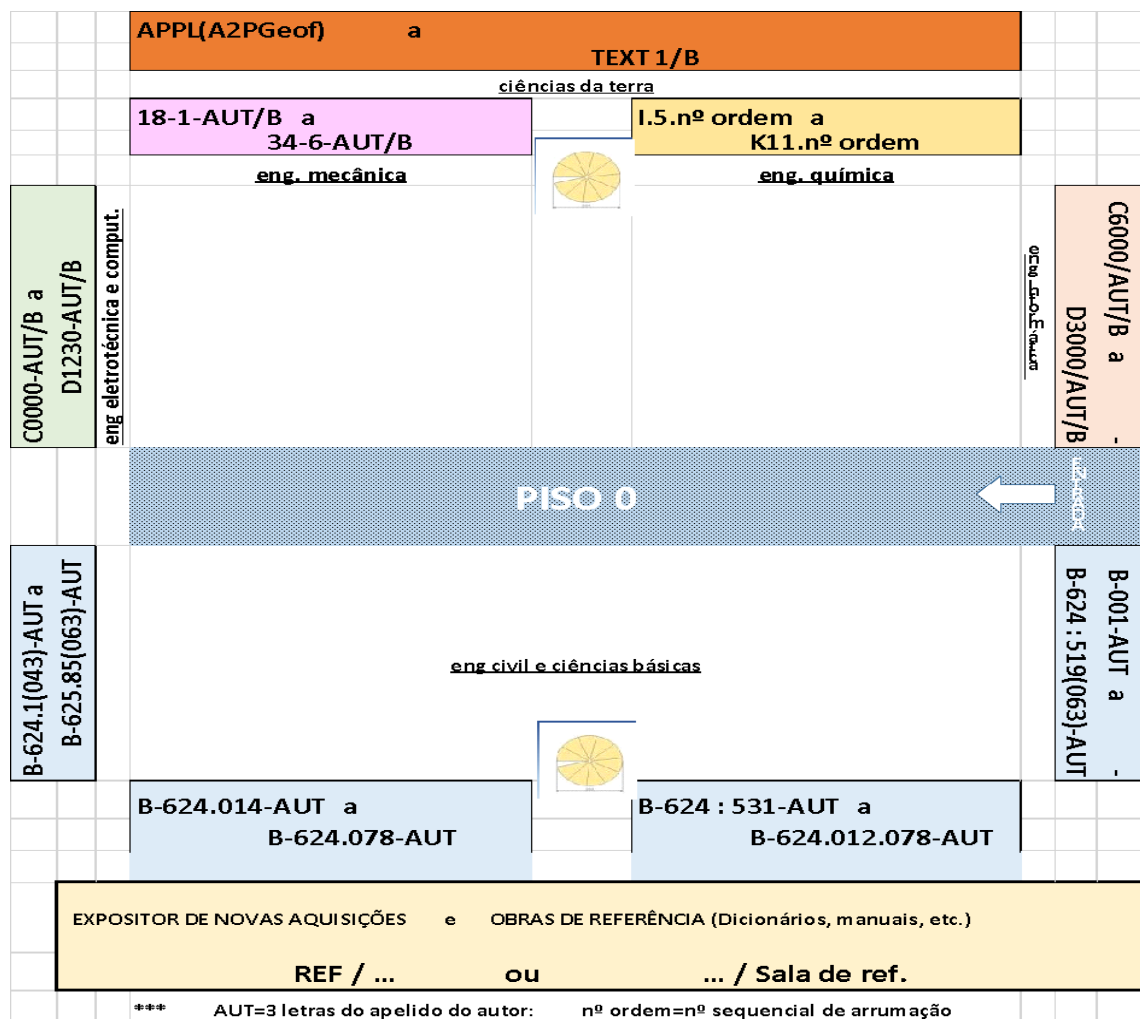


Figura 47: Esquema de localização das cotas

Fonte: Recepção da Biblioteca do Polo II

4.2 Análise das funcionalidades

A Biblioteca possui um suporte tecnológico, um *website* denominado por catálogo da Biblioteca do Polo II ¹¹ com a interface apresentada na Figura 48 que permite pesquisar de forma integrada diferentes livros existentes nas bibliotecas da Universidade de Coimbra. O visitante ao chegar a Biblioteca recebe apoio dos bibliotecários, que o direcionam para o computador de modo a pesquisar o livro que presente, via *website* da biblioteca.



Figura 48: Página inicial do Website da Biblioteca do Polo II

O catálogo da Biblioteca do Polo II permite pesquisar livros de duas formas. Pesquisa simples e pesquisa avançada. Na pesquisa simples o visitante seleciona o campo de pesquisa (autor, título, assunto, autor/título, editora, cota, serie, N^o do depósito legal e local de publicação) digita o texto e clica em pesquisar (Figura 49). O resultado da pesquisa será apresentado de forma resumida numa Tabela, indicando a obra pesquisada, a localização do livro em forma de cota e a disponibilidade do livro (disponível ou requisitado). Ainda na página de pesquisa simples o visitante tem a possibilidade de recomeçar a pesquisa, alterar o campo de pesquisa e guardar os registos marcados (Figura 50).

¹¹ <http://webopac.sib.uc.pt/search~S42>

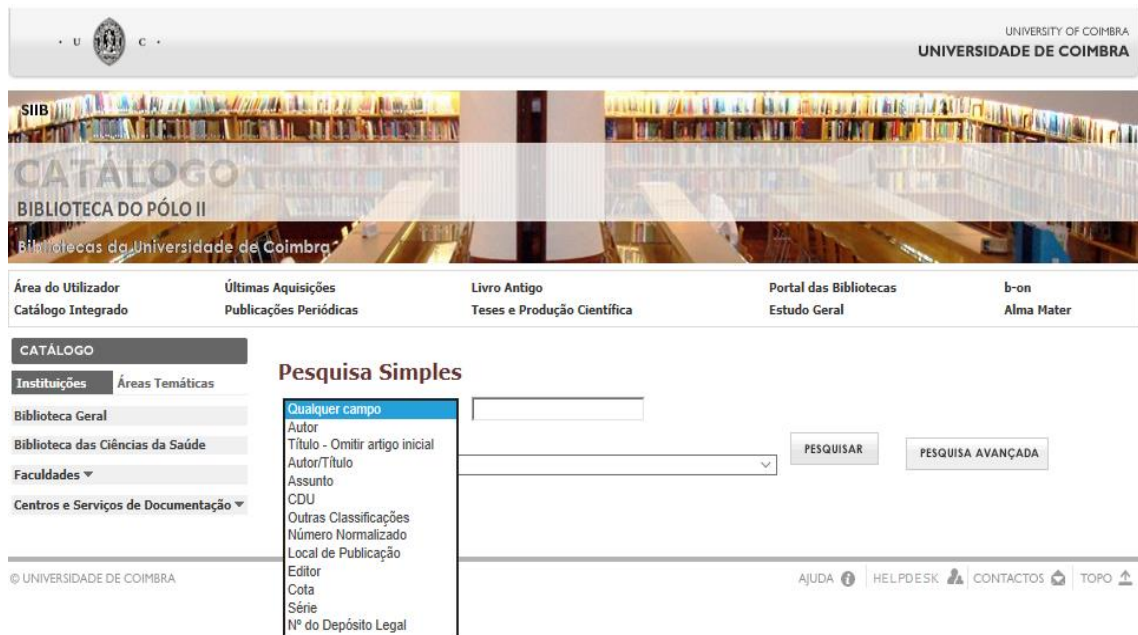


Figura 49: Layout da pesquisa simples do website da Biblioteca do Polo II

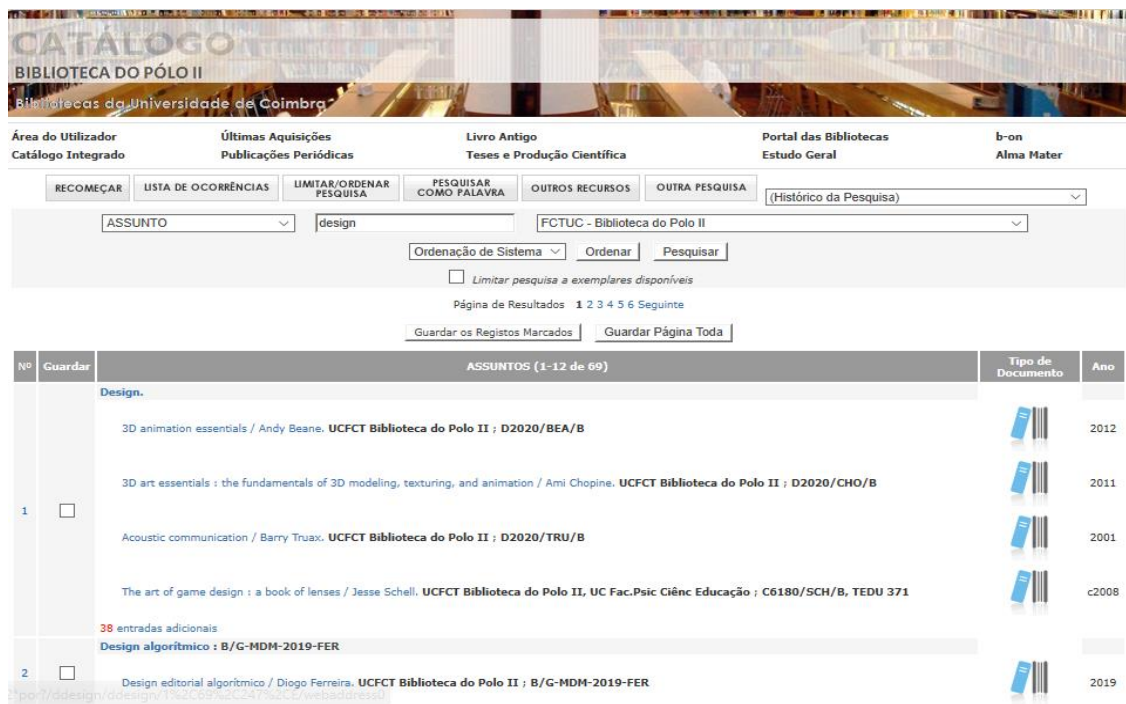


Figura 50: Resultado da pesquisa simples do website da biblioteca do polo II

Na pesquisa avançada o visitante efetua filtros dos livros pretendidos, preenchendo o formulário apresentado. O formulário permite pesquisar por campo, localização do livro nas diferentes bibliotecas da UC, por tipo de material, por língua, num intervalo de tempo e por data de publicação (Figura 51).

The image shows the advanced search interface of the Biblioteca do Polo II website. At the top, there is a banner with the text 'CATÁLOGO BIBLIOTECA DO PÓLO II' and 'Bibliotecas da Universidade de Coimbra'. Below the banner is a navigation menu with five items: 'Área do Utilizador', 'Últimas Aquisições', 'Livro Antigo', 'Portal das Bibliotecas', and 'b-on'. The main search area is titled 'Pesquisa Avançada' and includes a sub-header 'Preencha o formulário, escolha os limites e clique em Pesquisar.' followed by a 'Limpar Formulário' link. The search form consists of four rows of input fields, each with a dropdown menu for search criteria and a dropdown for logical operators (E, And). Below the form is a checkbox labeled 'Limitar pesquisa a exemplares disponíveis' and a 'PESQUISAR' button. Further down, there are dropdown menus for 'Location' (set to 'QUALQUER'), 'Material Type' (set to 'QUALQUER'), and 'Language' (set to 'QUALQUER'). A 'Year' section includes a 'Within' dropdown and two input fields for 'Depois de' and 'e Antes de'. There is also a 'Publisher' input field and a 'Pesquisa e Ordenação' dropdown set to 'sorted by date'. The footer contains the text '© UNIVERSIDADE DE COIMBRA' and a row of utility links: 'AJUDA', 'HELPDESK', 'CONTACTOS', and 'TOPO'.

Figura 51: Layout da pesquisa avançada do website da Biblioteca do Polo II

4.3 Análise de requisitos

Para dar-se início a implementação de um *website*, são necessário cumprir determinadas fases antecedentes nomeadamente, análise dos requisitos, a prototipagem e a preparação do ambiente de desenvolvimento. A fase de análise de requisitos apresenta-se em duas partes distintas, a primeira análise de requisitos funcionais que descrevem as funcionalidades que se pretendem num *website* e a segunda análise de requisitos não funcionais que descrevem restrições de funcionamento do *website* (Portela, 2018).

O protótipo do projeto apresenta os seguintes requisitos:

Requisitos funcionais

- **Pesquisar:** O protótipo permite pesquisar um livro por campos (Autor, ISBN, título, cota, editora) e localizá-lo na vista virtual;
- **Visita 360º:** O protótipo permite realizar visitas interativas sobre a biblioteca do polo II;
- **Mapa interativo:** O protótipo apresenta um menu de navegação no “chão” da visita virtual;
- **Sinopse:** O protótipo gera uma sinopse sobre o livro pesquisado na vista virtual.
- **Hiperligação:** O protótipo gera uma hiperligação para locais dentro da visita virtual, que pode ser partilhado em redes sociais.
- **Sinalização:** Na visita virtual, o protótipo apresenta a descrição da secção ativa.
- **Interação:** Permitir pesquisar livros a partir da vista virtual

Requisitos não funcionais:

- **Plataformas:** O protótipo de ser responsivo de modo a funcionar em diferentes plataformas tais como *desktop*, *smartphone* e *Tablet*.
- **Linguagem de Programação:** O *website* deve ser criado com *HTML*, *CSS*, *JavaScript* e *A-Frame*.
- **Navegação:** Apresentar uma interface de fácil compreensão e uso
- **Visualização:** O protótipo deve funcionar em *desktop*, *smartphone* e com óculos de realidade virtual nos casos em que acedemos a vista virtual ou a visita virtual.

4.4 Estrutura

A criação de uma estrutura de navegação de um *website* visa listar de forma prévia as páginas que se pretende para um dado projeto tendo em conta a sua hierarquia. A estrutura do protótipo inicialmente foi criada com seis páginas tal como apresentado nos *wireframes* abaixo. Mas no decorrer do processo com auxílio dos testes de usabilidade, foi reduzido para cinco páginas distintas como se pode ver na Figura 52.

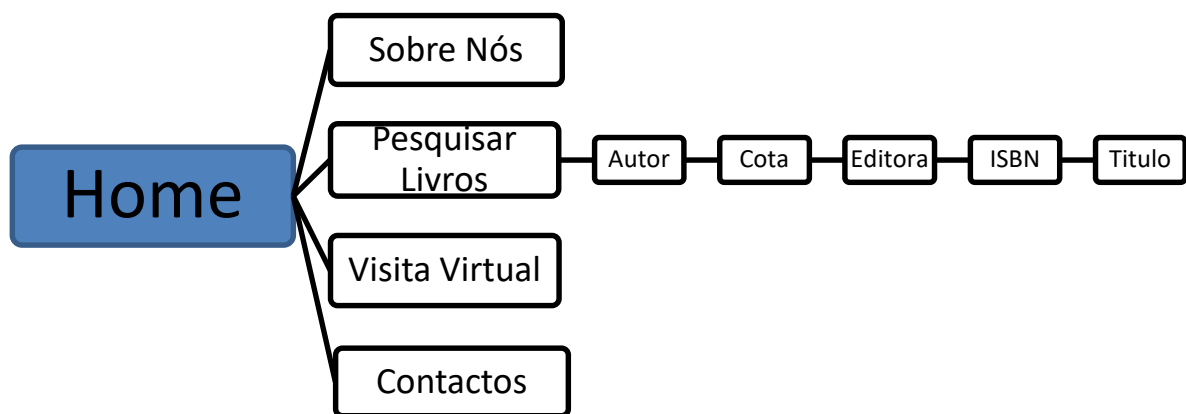


Figura 52: Estrutura de navegação

Capítulo 5

Design da Interface

Neste capítulo será abordado todo o processo de desenvolvimento do *Design* da Interface do protótipo final, descrito em duas secções distintas. Na primeira secção, será apresentada a estrutura de navegação e a planificação do *Design* de *Interface*. Para tal, utilizamos o método *Wireframes*, tendo como base os *websites* analisados no estado de arte, que culminaram com realização do teste de usabilidade.

Na segunda secção, é apresentada de forma justificada a escolha da identidade gráfica para o protótipo, isto é, a tipografia, a grelha, a cor e a logotipo em forma de *lettering*, que culminaram com a criação de *mockups*, que deu origem à realização do segundo teste de usabilidade e à implementação do *Design* da Interface final para o protótipo.

5.1 Wireframes

Com o objetivo de obter feedback das pessoas, com experiência ligada ao *Design* e Programação, sobre a estrutura da informação do protótipo e para despistar alguns erros graves, decidiu-se usar o método *wireframes*. Salienta-se que o método *wireframes* é um processo de *Design* de *Interface*, que permite representar ou prototipar em forma de rascunho a estrutura e o relacionamento de páginas de um *website* (Norman, 2012). De acordo com o autor, os *wireframes* permitem aos *Designers* a criarem um rascunho de baixa fidelidade, facilitando assim a despistagens de alguns erros graves no momento da implementação.

Para criar o rascunho de baixa fidelidade usámos uma ferramenta denominada *Balsamiq*, permite que o mesmo seja criado de forma eficiente. Esta ferramenta permitiu criar de forma simples os *wireframes* apresentados nas Figuras 53 e 54.

O *Balsamiq* tal como outras ferramentas de prototipagem existentes atualmente, não permitem prototipar projetos ligados a conteúdos de realidade virtual em 360º, por este motivo, o desenvolvimento dos *wireframes* permitiu apenas exemplificar a interatividade e estabelecer a estrutura básica das páginas sem explorar os elementos do *Design* como: cor, tipografia, logotipo, tamanho e imagens.

Assim sendo, passaremos a apresentar de forma detalhada as finalidades da estrutura de navegação dos *wireframes* que deu origem ao primeiro teste de usabilidade com o público-alvo:

Página Início: É a página de apresentação da aplicação (Figura 53). O objetivo principal desta página consiste em dar as boas vindas ao utilizador. Esta página é composta por uma imagem de fundo do interior da biblioteca do polo II, o logotipo em formato de *lettering*, uma caixa de texto de boas vindas e uma hiperligação em forma de seta para aceder à página seguinte, isto é, à página “Sobre nós”.

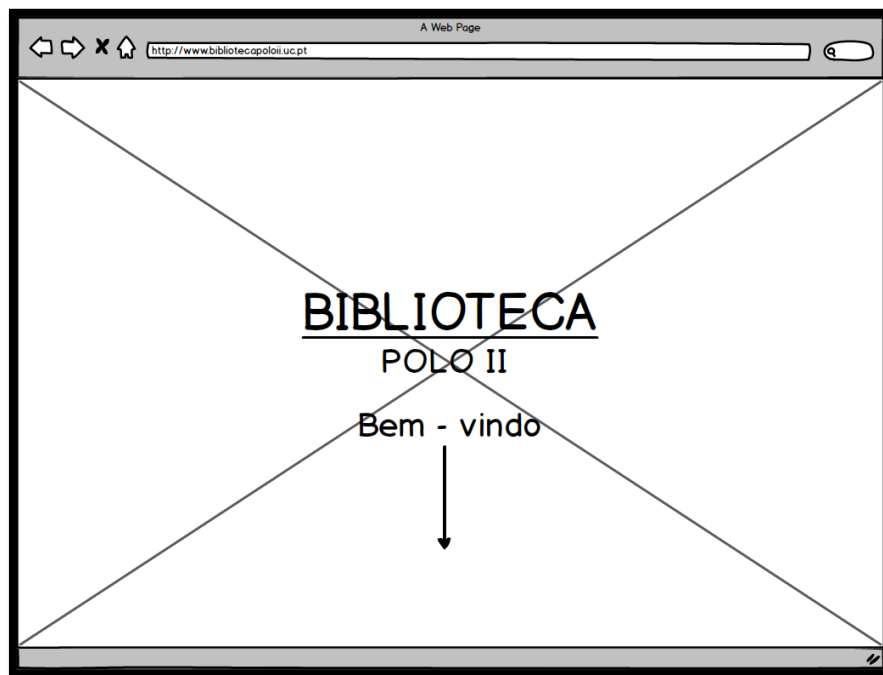


Figura 53: *Wireframes* versão desktop da página Início

Página Sobre nós: É a segunda página da aplicação. O principal objetivo desta página reside em apresentar ao utilizador informações sobre a biblioteca e o seu modo de funcionamento.

Página Pesquisar: O objetivo desta página consiste em permitir que o utilizador pesquise livros do seu interesse e os localize virtualmente com ajuda da realidade virtual (Figura 54). A pesquisa pode ser feita por Autor, por Título, por Editora, por ISBN e por Cota. Após a pesquisa do livro a aplicação gera uma tabela composta pelos seguintes campos: número, descrição do livro, imagem de capa e localização virtual. Ainda nesta secção, o utilizador visualiza um *hotspot* a identificar a localização do livro no ambiente virtual com uma interação que permite obter a sinopse do livro pesquisado e uma planta interativa com sinalética da disposição dos livros (cursos).

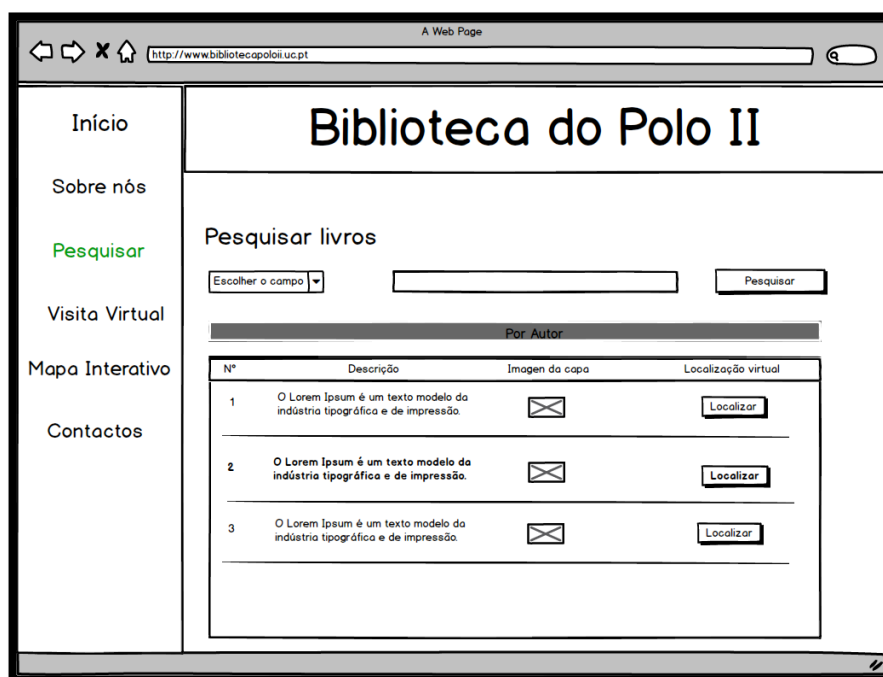


Figura 54: Wireframes versão *desktop* da página Pesquisar

Página Visita 360º: Tem como objetivo permitir que o utilizador realize a visita virtual sobre o espaço físico da biblioteca, através da realidade virtual em 360º e sintá-se convidado para conhecer ou visitar o espaço físico pessoalmente, sendo este motivo, o propósito desta aplicação. Nesta secção o utilizador terá uma

imagem em 360° com *hotspots* assinalados, caixa de texto com sinopse do *hotspot* ativo, ícone do *Google Cardboard* para alterar o modo de visualização para RV e um mapa interativo para garantir a interação rápida sobre os pontos marcados no ambiente virtual.

Página Mapa Interativo: Nesta página o utilizador realiza a visita virtual através de um mapa interativo disposto em forma de sinalética. Neste mapa o utilizador com ajuda dos *hotspots* compostos por caixa de texto e a sua sinopse, navega de forma virtual sobre os espaços da Biblioteca.

Página contatos: Tem como objetivo, facilitar o utilizador em obter informações relacionadas a localização da biblioteca através de contactos, enviando uma mensagem e *Google Maps*. Ainda nesta página, o utilizador obtém o horário de funcionamento da biblioteca.

Os demais *wireframes* criados para o protótipo podem ser consultados no Apêndice A, designado por *wireframes* versão *desktop*/versão *mobile*.

5.1.1 Primeiro teste de Usabilidade

Tendo em conta a natureza do protótipo que envolve conteúdos de realidade virtual, não foram encontradas ferramentas que permitissem prototipar conteúdos de realidade virtual em 360°. Assim sendo, a realização dos testes de usabilidade relativos aos *wireframes* apresentados, cingiu-se apenas em perceber a eficácia e eficiência da estrutura da informação, a representação dos conteúdos nas páginas e a disposição do menu de navegação.

Para realização do teste de usabilidade foram escolhidos seis utilizadores com idades compreendidas entre os 18 e os 45 anos de idade. Destes, um programador web e um *Designer* com uma vasta experiência na área, dois colegas do mestrado em *Design* e Multimédia, um colega do Curso de Licenciatura em Engenharia Química e um colega de Licenciatura em *Design* e Multimédia.

Os testes de usabilidade foram realizados por meio de entrevistas informais aos utilizadores. Todas as entrevistas foram realizadas após um aviso prévio ao utilizador de modo a obter os horários e os locais para realizar as sessões. Assim sendo, quatro sessões foram realizadas na sala de convívio do departamento de Engenharia Informática (DEI) da Universidade de Coimbra, por volta das 14 horas e as outras duas sessões foram realizadas nas respetivas residências dos utilizadores por volta das 19 horas.

Para dar início ao processo das entrevistas, primeiro foi explicado a finalidade do referido teste e a sua forma de realização aos utilizadores. Nesta ordem de ideia, as entrevistas foram feitas da seguinte forma: Inicialmente o utilizador observou livremente todos os *wireframes* das páginas do protótipo impresso em papel e colocados sobre uma mesa no intervalo de 2 a 5 minutos. De seguida, foram feitas as seguintes indagações:

- Após ter observado os *wireframes*, que análise faz da estrutura da informação;
- Tendo em conta a sua experiência na utilização *websites*, comente a representação dos menus de navegação;
- Comente a interface da página pesquisar;
- Olhando para as distintas páginas dos *wireframes* que página retiraria/acrescentaria ao protótipo? Porquê?

Em média tendo em conta os intervalos de anotação dos comentários e sugestões a secção durou 30 minutos. Vale a pena referir, a pedido dos entrevistados por razão de preservar as suas identidades, não foi possível efetuar fotografias para documentação do processo.

5.1.2 Resultados e análise da primeira avaliação

Para a realização do primeiro teste, foram entrevistadas seis pessoas, das quais cinco do sexo masculino e uma do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 18 e os 45 anos de idade sendo dois em fase de conclusão do Curso Mestrado, dois a frequentarem o curso de Licenciatura e dois profissionais na área de programação e *design web*.

No que diz respeito a análise da estrutura da informação, os entrevistados foram unânimes em dizer que a estrutura da informação é simples, intuitiva e de fácil navegação.

No que tange à forma de representação do menu de navegação, dos seis entrevistados quatro afirmaram que optariam por um menu disposto de forma horizontal, ao passo que dois concordaram com o que foi apresentado inicialmente.

Quanto a páginas a ser retiradas do protótipo, dos seis entrevistados dois optaram por juntar a página mapa interativo à página visita virtual, três concordaram em manter as páginas apresentadas nos *wireframes* enquanto um dos entrevistados disse que acrescentariam duas páginas ao protótipo, isto é, página ajuda e página subscrição.

Quanto aos comentários da página pesquisar, dois dos entrevistados disseram acrescentariam algumas funcionalidades à página pesquisar, tal como pesquisar um determinado livro por disciplina e o seu ano de edição, enquanto quatro dos entrevistados estão de acordo com o que já existe.

Assim sendo, após a análise dos comentários feitos pelos entrevistados, foi evidente o repensar de alguns elementos que achamos relevante em função do escopo do projeto que foram implementados na secção *mockups* iniciais, como por exemplo:

- Inclusão do menu de navegação na horizontal, porque a maior parte dos utilizadores estão habituados a navegar em menus horizontais o que permite maior espaço para a disposição dos conteúdos na página garantindo assim maior usabilidade.
- Anexar as funcionalidades da página mapa interativo à página visita virtual, de acordo com as suas funcionalidades ambos estão relacionados uma vez que o mapa facilita a interação do utilizador na visita virtual.

Quantas as demais questões tivemos de descartar, uma vez que as propostas apresentadas não fazem parte dos objetivos e do escopo da dissertação. As alterações efetuadas nos *wireframes* após as entrevistas podem ser consultados na secção mockups iniciais e no apêndice D (teste de interface)

5.2 Identidade gráfica

Nesta secção tal como já foi referido no plano de trabalho, será abordado o processo de desenvolvimento da identidade gráfica que foi realizado após a conclusão do primeiro teste de Usabilidade. Esta secção encontra-se subdividida em cinco secções. Inicialmente é apresentado o logótipo criado para representar a marca do protótipo e logo de seguida descreve-se os componentes utilizados para a criação da interface final do protótipo tais como:

- Tipografia
- Cor
- Grelha
- *Mockups*

5.2.1 Logótipo

O logótipo é composto pelo *lettering* “Biblioteca do Polo II” que representa a marca do protótipo e pela assinatura “Visita Virtual”. Para obter o logótipo final foram feitas várias composições com os *letterings* e exploração de fundos.

Relativamente a tipografia a criação da mesma, inicialmente a escolha recaiu para duas fontes grátis da *Google fonts*, a fonte *Lato* com 18 pesos e *Raleway* com 18 pesos, de realçar que também usadas na criação dos *mockups*. Com estas duas fontes foram feitas várias experiências, abaixo são apresentadas duas variantes tidas como mais próxima do *design* pretendido (Figura 55).



Figura 55: Experiências do logótipo

Na primeira versão, a marca do protótipo foi criada com a fonte *Raleway* com o peso *Bold* alinhado a esquerda e a assinatura com a fonte *Lato* com o peso *semibold* alinhado ao centro e na segunda variante apenas foi usada a fonte *Raleway*, a marca alinhada a esquerda com o peso *bold* e a assinatura também alinhada a esquerda com o peso *light*.

Não obstante a isto, chegou-se a conclusão no momento do segundo teste de usabilidade que as tipografias usadas nas duas variantes apresentadas acima não eram bastante legíveis em dispositivos pequenos, para tal, partimos para a escolha de outras fontes modernas que apresentam letras legíveis em diferentes suportes, isto é, grandes e pequenos para criar a variante final a ser utilizada no protótipo. Desde modo a escolha recaiu nas fontes sem serifas *Roboto*, tal como

será referenciado na secção seguinte que permitiu criar a terceira variante e, por conseguinte, a final utilizada na implementação do protótipo. Nesta variante a marca encontra-se alinhada à esquerda com o peso *Black* e a assinatura de igual modo alinhada à esquerda com o peso *Regular*. Aplicação do logótipo sobre fundos com cores, dever ser apenas com o texto em branco ou preto de forma a preservar a identidade.

The logo consists of two lines of text. The top line reads 'BIBLIOTECA DO POLO II' in a bold, black, sans-serif font. The bottom line reads 'VISITA VIRTUAL' in a lighter weight, black, sans-serif font. The text is centered horizontally.

Figura 56: Logotipo final

5.2.2 Tipografia

A tipografia é um componente indispensável na construção de uma identidade gráfica, uma vez que o seu uso assegura a legibilidade, garante a coerência e a uniformidade na transmissão da mensagem. Inicialmente foram seleccionadas 12 *fonts* grátis do *Google font*, com as mesmas foram realizados vários testes para a aferir o seu desempenho e legibilidade, por fim, para a criação dos primeiros *mockups* de alta-fidelidade foram escolhidas apenas duas fontes sem serifa, a Lato e a *Raleway*. A *Font* Lato pertencente à família de caracteres sem serifa criada em 2010 pelo *Designer Warsawukask Dziejic* e *Raleway* pertencente à família de *font* elegante sem serifa desenhada por *Pablo Impallari* e *Rodrigo Fuenzalida* em 2012.

Após a realização do segundo teste de usabilidade, aferiu-se que as duas *Fonts* escolhidas anteriormente não se diferem e a mesmo tempo não eram bastante legíveis em dispositivos pequenos por este motivo, partimos para a análise de outras *Fonts* modernas que garantem maior legibilidade, deste modo a escolha final da tipografia usada no protótipo recaiu na *Font Roboto* sem serifa para a criação do logotipo, a *Font Open Sans* para textos corridos e a *Font Montserrat* para

5.2.3 Cor

Relativamente ao estudo da paleta de cores a proporcionar ao protótipo, numa primeira instância foram identificados os elementos principais da interface que mereciam um estudo cromático, isto é, os botões, os textos corridos, os títulos, o fundo para a barra de navegação e o fundo para o corpo. Assim sendo, para os primeiros testes foi escolhido para a barra de navegação sem fundo, para o corpo do *website* uma cor branca por ser uma cor neutra e garantir maior legibilidade de leitura ao texto, para os títulos escritos em caixa alta a cor branca pertencente a escala de cinza e por fim para o texto corrido e os botões uma cor preta.

Após os testes de usabilidade, foi necessário realizar outros estudos cromáticos que proporcionassem maior harmonia, consistência e legibilidade do texto na interface do protótipo. Ao longo do processo de prototipagem foram testadas outras paletas de cores como por exemplo o verde, escala de cinza e azul.



Figura 59: Estudos de cores

Assim sendo, a interface final do protótipo é composta por três cores principais: o azul ciano composto no modelo RGB por 6,67% de vermelho, 28,24% de Azul e 20.39% de verde, o preto e o branco (Figura 60). Por se tratar de uma Biblioteca onde objetivo principal é fornecer a informação escolhemos a cor azul original ilustrado na figura abaixo, como sendo a principal que foi utilizada na barra de navegação do protótipo, que em termos semióticos das cores representam sensação de paz e harmonia (Matilde, 2015). Para os títulos, textos corridos e botões com animação, utilizamos o preto como já referenciado que deu maior legibilidade a interface do protótipo.

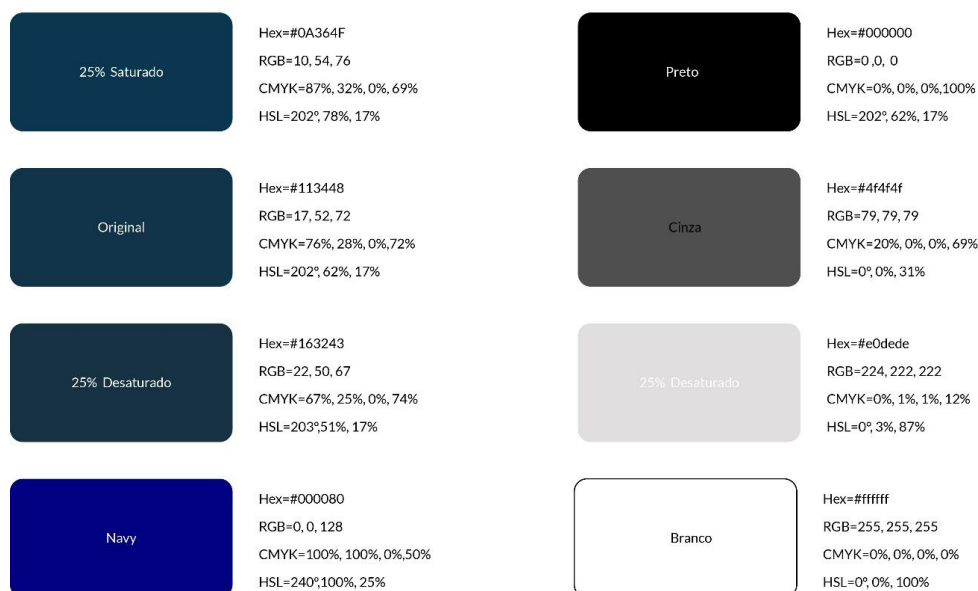


Figura 60: Paleta de cores

5.2.4 Grelha

A utilização de um sistema de grelha é fundamental na construção de *websites* por facilitar o posicionamento de cada elemento numa página, dando assim origem ao layout. Os *Layout* são compostos por linhas e colunas que se auto dimensionam-se de acordo o tipo de dispositivo (Queiros, 2017).

O sistema de grelha utilizado para o protótipo é composto por 12 colunas flexíveis que se reorganizam em função do tamanho do ecrã (Figura 61). É de realçar que, usamos o sistema de grelha do *Bootstrap* que por sua vez é uma

framework web gratuita e de código aberto, que disponibilizadas classes responsivas que permitem exibir e esconder conteúdos consoante os dispositivos.

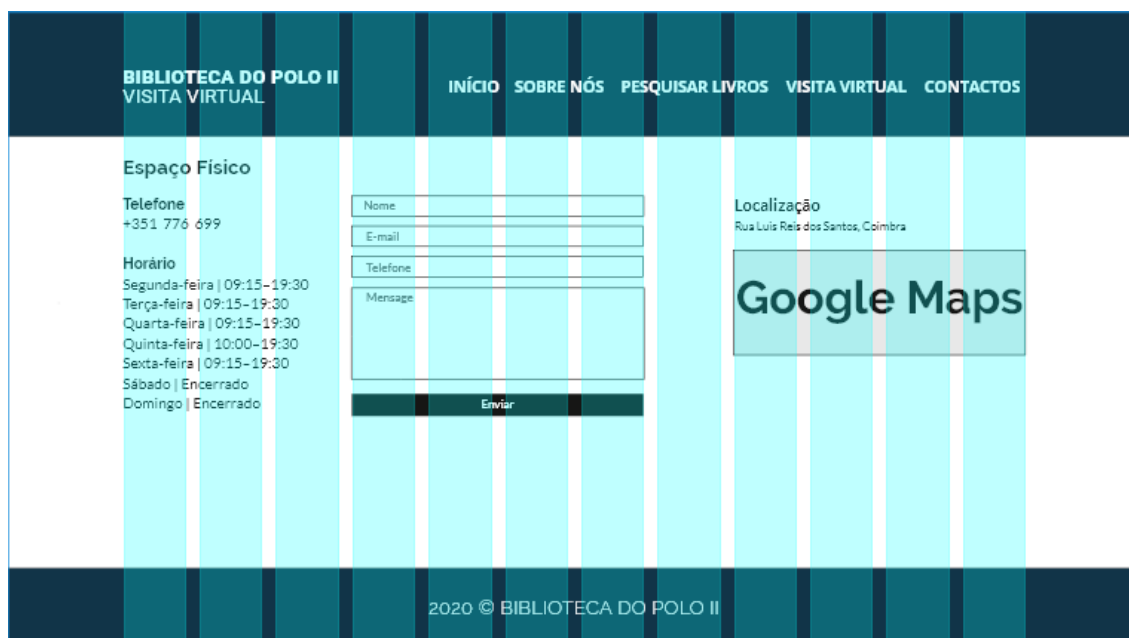


Figura 61: Sistema de grelha

5.2.5 Mockups

Com o objetivo de obter *feedbacks* dos utilizadores sobre o protótipo, no que concerne ao *Design*, a usabilidade, a legibilidade da tipografia e a harmonia do posicionamento dos elementos na página e reduzir o tempo e esforço durante a fase de implementação, após a conclusão da análise do primeiro teste de usabilidade descrito acima, decidiu-se usar *mockups* para criar rascunhos de alta-fidelidade. *Mockups* é um modelo usado pelos *Designers* para representar o tamanho real, a paleta de cores, a tipografia e o *layout* de um projeto de *Design* em forma de protótipo (Cao, 2020). Para criar os rascunhos de alta-fidelidade de forma eficiente, usamos uma ferramenta denominada *Adobe Xd* da *Adobe Creative Cloud*. De realçar que, esta ferramenta permitiu criar de forma interativa os

mockups apresentados nas figuras abaixo e obter um *link* partilhável¹² que garantiu a interação direita dos utilizadores em tamanho real web e tecer comentários em cada página visualizada, desde modo facilitou a realização do segundo teste de usabilidade.

Para posicionar os elementos do *website* na versão *desktop* dos *mockups* foi utilizado um sistema de grelha composta por doze colunas. No que diz respeito a paleta de cor para o background do *website*, a nossa escolha recaiu sobre o branco por ser uma cor neutra e garante boa legibilidade ao conteúdo. Em termos tipográficos, optou-se por suas fontes similares o *Raleway Bold* para os títulos e *Lato regular* para os textos corridos como referenciado na secção anterior. Como de pode ver abaixo:

Página Início

A página Início como já mencionado na secção anterior, representa a tela de boas vindas ao utilizador, por esta razão é composto por uma imagem do interior da biblioteca e um texto de boas vindas em forma de *Gif* animado que permite aceder a página seguinte da estrutura de navegação do protótipo, isto é a página sobre nós (Figura 62).



Figura 62: Mockups inicial da "página Início"


¹² <https://xd.adobe.com/view/f41f8e38-26eb-4532-66cd-fa467fdeb228-822e/>

Página Sobre Nós

Está página foi criada com o intuito de apresentar ao utilizador o historial da biblioteca e explicar as categorias de empréstimo dos livros vigente na biblioteca.

BIBLIOTECA DO POLO II
VISITA VIRTUAL

[INÍCIO](#) [SOBRE NÓS](#) [PESQUISAR LIVROS](#) [VISITA VIRTUAL](#) [CONTACTOS](#)



APRESENTAÇÃO

A biblioteca do polo II	1. Livros	2. Sala de referência
Resultou da fusão das bibliotecas de Engenharia Civil, Engenharia Eletrotécnica e de computadores, Engenharia Informática, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Engenharia Civil em setembro de 2013 e Ciências da Terra em Janeiro de 2014, por estarem todas equidistantes.	Os livros de engenharia estão organizados por áreas temáticas, nas estantes que rodeiam a sala de leitura, e os de Ciências da Terra na sala seguinte, à direita. O acesso às estantes é livre devendo os livros retirados para consulta ser depositados após a utilização no carro de transporte de livros, à entrada da sala.	Na sala à esquerda da sala de leitura encontra-se as obras de referência (manuais, dicionários, tabelas) e exposições de aquisições recentes. Esta sala destina-se para estudos em grupo.

EMPRÉSTIMO DE LIVROS

O empréstimo dos livros rege-se por três categorias:

- Empréstimo Livre**
Um prazo de 5 dias para licenciatura e mestrado e 15 pós-graduação e Doutoramento, aplicado à todos os livros
- Empréstimo Curto**
Um prazo de um dia ou fim de semanas, aplicadas as bibliografias recomendadas.
- Empréstimo não Autorizado**
Apenas para consulta interna

Os prazos de empréstimo deverão ser respeitadas. A sua infração está sujeita a

Limites de livros

Alunos de Pós-Graduação e Doutoramento	
Nº de livros	5 unidades
Alunos de licenciatura e Mestrado	
Nº de livros	3 unidades

NOTA: Penalizações

O incumprimento dos prazos de devolução dos livros à biblioteca, resulta na inibição de qualquer operação de empréstimo na biblioteca, por períodos determinados no Regulamento de Empréstimo da UC




Figura 63: Mockups inicial da "página Sobre nós"

Página Pesquisar

Nesta página tal como abordado anteriormente na secção *wireframes*, é apresentado ao utilizador um botão em forma *dropdown* que permite pesquisar livros por autor, título, editora, ISBN e cota. Após o utilizador escolher o campo, preencher o texto box e clicar no botão pesquisar, é apresentado por baixo uma tabela com a coluna Localização Virtual. Ao clicar botão dessa coluna, o utilizador é redirecionado para localização virtual do livro pesquisado.

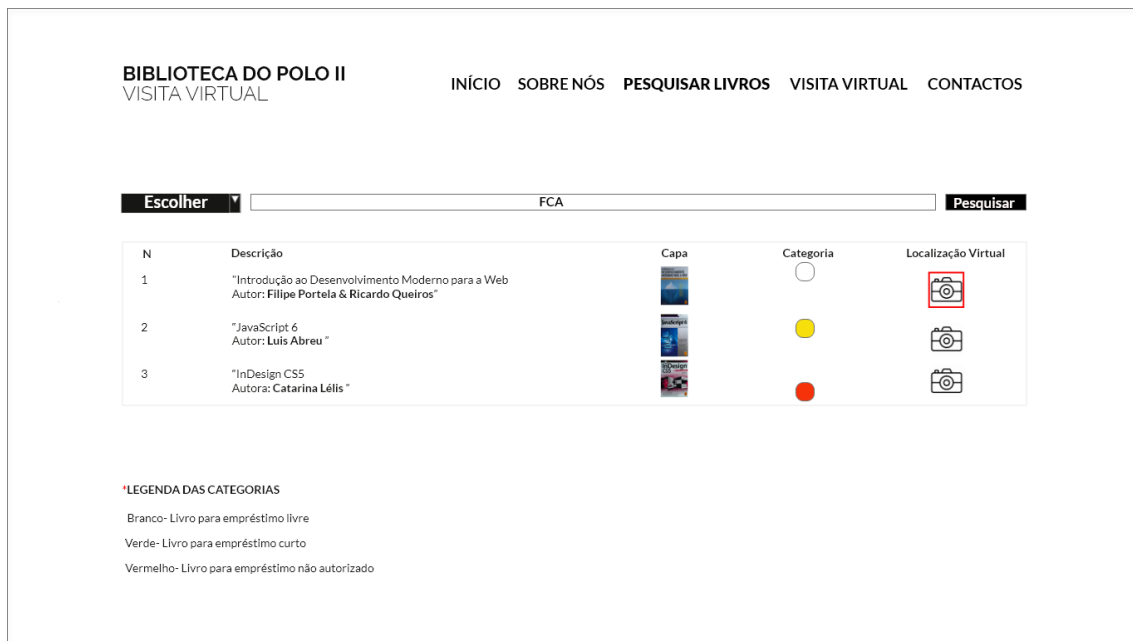


Figura 64: Mockups inicial da "página pesquisar livros"

Página Visita Virtual

Tal como abordado anteriormente sobre a inexistência de ferramenta de permitem criar *wireframes* ou *mockups* interativos conteúdos de realidade virtual, não foi possível criar o *mockups* que garantisse interação no momento do teste, neste caso o utilizador ao aceder esta página assume que funciona.



Figura 65: Mockups inicial da "página visita virtual"

Página Contatos

Está página foi criada com o intuito de apresentar ao utilizador os horários de funcionamento, formas de contactar e localizar a biblioteca.

BIBLIOTECA DO POLO II
VISITA VIRTUAL

INÍCIO SOBRE NÓS PESQUISAR LIVROS VISITA VIRTUAL CONTACTOS

Espaço Físico

Telefone
+351 776 699

Horário
 Segunda-feira | 09:15-19:30
 Terça-feira | 09:15-19:30
 Quarta-feira | 09:15-19:30
 Quinta-feira | 10:00-19:30
 Sexta-feira | 09:15-19:30
 Sábado | Encerrado
 Domingo | Encerrado

Nome
E-mail
Telefone
Message

Enviar

Localização
Rua Luis Reis dos Santos, Coimbra

Google Maps

Figura 66: Mockups inicial da "página contactos"

5.2.5.1 Segundo teste de usabilidade

A realização deste teste de usabilidade relacionados aos *mockups* interativos, como abordado na seção anterior cingiu-se apenas para analisar os aspetos relacionados ao *design*, funcionalidade, usabilidade e compreensão do protótipo.

Dada a fase que nos encontramos da pandemia do *Covid-19*, que originou o encerramento de todas as instituições de ensino e não só, não foi possível realizar os testes de usabilidade presencialmente com os discentes, desde modo, criamos condições semelhantes que garantissem a realização dos testes *online*. Através da ferramenta *Facebook* foram selecionados cinco utilizadores todos discentes da Universidade de Coimbra, dois em fase de conclusão do Mestrado em *Design* e Multimédia, dois no primeiro ano de Mestrado em *Design* e Multimédia e um no primeiro ano de licenciatura em *Design* e Multimédia.

Para dar início ao processo dos testes *online*, de modo a enquadrar os participantes, inicialmente explicamos de forma resumida os objetivos do teste que passa por detetar falhas e perceber se a *interface* é intuitiva e a sua forma de realização. Nesta ordem de ideia, os testes foram feitos da seguinte forma:

- Via *Facebook* enviamos para cada utilizador o *link* para aceder ao protótipo criado no *Adobe Xd*;
- Solicitamos aos participantes para navegar sobre as distintas páginas livre forma livre;
- For fim solicitamos os participantes para avaliar e tecer comentários diretamente no *Adobe Xd*, sobre os seguintes elementos visuais: Tipografia, Estrutura gráfica, Usabilidade, Enquadramento de cor e texto.

5.2.5.2 Resultados e análise da segunda avaliação

Tal como abordado na secção anterior, para a realização do segundo teste foi enviado os pontos a serem avaliados e a hiperligação partilhável gerada pela ferramenta. Assim sendo, apresentamos de forma resumida as principais falhas identificadas pelos utilizadores sobre as distintas páginas do protótipo, obtidas nos comentários da ferramenta *Adobe Xd*.

Página Início: Quanto aos comentários desta página, todos os utilizadores foram unânimes tiveram dificuldades em ler o texto branco colocado sobre a imagem de fundo em função da tipografia escolhida. Por outro lado, foi possível ainda obter um comentário relacionado com a usabilidade, onde sistema de navegação despoletou dúvidas no que era suposto fazer, como podemos observar no comentário feito pelo utilizador 5 “ Falta uma indicação para o utilizador clicar na janela, uma pessoa fica um bocado perdido sobre o que é suposto fazer”.

Página Sobre Nós: No que diz respeito ao enquadramento do texto e a paleta de cor escolhida, todos os utilizadores enfatizaram a pouca legibilidade dos títulos, o mal alinhamento e posicionamento de alguns elementos, tal como podemos aferir por exemplo, no comentário feito pelo utilizador 4 “os textos podem ser justificados, e tem muito texto e pouco espaço livre”.

No que tange a estrutura gráfica e a tipografia escolhida apesar de ser simples e eficaz, os utilizadores apelaram a necessidade do repensar da mesma, em função das falhas verificadas e abordadas no ponto enquadramento do texto. Em termos de usabilidade todos os utilizadores consideram que a página funciona mais faltam elementos visuais apelativos e o repensar da paleta de cor.

Página Pesquisar Livros: Uma vez que a ferramenta não permite criar *Dropdown/ Search box* interativos e inserir imagem em 360°, nestas páginas os utilizadores assumiram que esta funcionalidade funciona, desde modo, o teste de usabilidade

para esta página foi realizado apenas sobre estrutura gráfica e a usabilidade, por esta razão foi verificada poucos comentários.

Relativamente a página vista virtual do livro, os utilizadores forma unanimes em frisar que tiveram dificuldades em ler o menu de navegação uma vez que o mesmo foi apresentado sobre a imagem 360° como podemos observar na Figura 65.

Página Visita Virtual: Quanto ao teste desta página os utilizadores simplesmente avaliaram a estrutura da página, uma vez que a ferramenta utilizada para criação dos protótipos não permite inserir conteúdos de realidade virtual. Assim sendo, o comentário óbito foi relacionado com o menu de navegação que foi apresentado sobre a imagem 360° resultando em pouca legibilidade tal como abordado da secção anterior.

Página contatos: Nesta página em particular, não foi apresentado nenhum comentário que se despoleta relevância.

De um modo geral, os utilizadores consideram o protótipo como funcional e é eficaz, uma vez que facilmente conseguirão chegar ao pressuposto, mas, deve-se repensar da paleta de cor, nos elementos visuais e na tipografia de modo proporcionar um especto gráfico apelativo.

Assim sendo, após os resultados obtidos na segunda avaliação, as sugestões apresentadas pelos utilizadores a serem implementadas de modo a melhorar a interface do protótipo, são as seguintes:

- Redução da quantidade de texto na página sobre nós, de modo a permitir que o *design* respire mais;
- Inclusão de um background no header (barra de navegação);
- Escolha de uma nova palete de cor mais apelativa;
- Testar outras tipografias que resultam em diversos dispositivos;

- Escolher uma animação que resolvesse a pouca legibilidade do texto na página início;
- Inclusão de elementos visuais apelativos.

5.2.5.3 Alterações efetuadas

De modo a implementar as sugestões apresentadas pelos utilizadores na segunda avaliação do teste de usabilidade, partimos para análise das 10 regras heurísticas de *Jakob Nielsen* e *Rolf Molich* criadas em 1990, que explica os princípios de *Design* a se ter em conta para a criação da interface do utilizador (Aela, 2019).

De seguida passaremos a descrever as dez regras usadas para a melhoria da interface do protótipo segundo a perspetiva *Jakob Nielsen* e *Rolf Molich*:

1. **Visibilidade do estado do sistema:** De acordo com os autores, é importante garantir a visibilidade do estado do sistema, porque ajuda a manter os utilizadores informados sobre o que acontece em tempo real, isto através de *feedbacks* instantâneos que ajudam na condução e orientação do utilizador no caminho correto.
2. **Correspondência entre o sistema e o mundo real:** Os autores reforçam a importância entre o sistema e o mundo real, porque para eles é imprescindível que haja uma linguagem simples, clara e objetiva. Por outro lado, a um sistema funcional deve ser acessível e falar a linguagem do utilizador. Portanto, ao se estabelecer essa comunicação o utilizador poderá usar ícones que facilitaram a representação de uma determinada ação.
3. **Liberdade e controlo do utilizador:** Segundo os autores, é importante que se de liberdade ao utilizador para tomar decisões por si. Desta forma, o utilizador poderá sugerir uma ação e não ser induzido ou pressionado pelo *Designer*.
4. **Consistência e padrões:** Para os autores, o utilizador não pode de forma alguma adivinhar o significado das diferentes situações, é imprescindível que

o *Designer* crie um sistema que facilite a interpretação das funcionalidade e situações por parte do utilizador. Para tal, a que se ter uma linguagem única de fácil compreensão.

5. **Prevenção de erros:** Os autores reforçam a importância do *Designer* prevenir que erros aconteçam durante a utilização da interface, através da criação de condições para impedir que tais erros aconteçam.
6. **Reconhecer ao invés de lembrar:** Segundo os autores, ao criar um sistema o *Designer* deve minimizar a carga de memória imposta ao utilizador. Para tal, é imprescindível que se torne objetos, ações e opções sempre que possível bem visíveis.
7. **Flexibilidade e eficiência:** Segundo os autores, o *Designer* deve ser flexível e eficaz, criando um sistema não só para os utilizadores experientes, mas, também para utilizadores inexperientes, fazendo com que ambos saibam utilizar a ferramenta.
8. **Estética e Design minimalista:** Segundo os autores, é importante compreender que tanto a estética e *Design* fazem parte de tudo que garante a imersão do utilizador. Nesta ordem de ideia, deve-se evitar o uso de elementos visuais de forma desnecessária de modo a não confundir o utilizador.
9. **Auxiliar utilizador a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros:** Os autores reforçam que, ao criar uma interface o *Designer* deve ajudar o utilizador a manusear o sistema, reconhecer, diagnosticar e recuperar erros.
10. **Ajuda e documentação:** Os autores abordam que, o *Designer* deve manter a disposição do utilizador documentos com informações que possam auxiliar o utilizador, caso ele necessite de auxílio.

Inferimos que as inclusões das sugestões dos utilizadores permitiram melhorar significativamente a interface do protótipo. Em seguida apresentar as melhorias efetuadas:

“Redução da quantidade de texto na página sobre nós, de modo a permitir que o *design* respire mais”, para implementar esta sugestão optamos em criar um painel modal com as regras de empréstimo de livro.



“Inclusão de um *background* no header (barra de navegação) ”, após a inclusão do *background* no header do protótipo, concluímos que os menus de navegação ficaram mais visíveis.



“Escolha de uma nova paleta de cor mais apelativa”. Escolhemos o branco como background das páginas, o preto para os botões, o preto em bold para títulos e em regular para o texto corrido.



“Escolher uma animação que resolvesse a pouca legibilidade do texto na página início”, para resolver este problema alteramos a tipografia do texto invés *Raleway bold* para *Montserrat* com peso 700, editamos a imagem de modo a torná-la mais escura e por fim pensamos em adicionar a animação de *fade in* sobre o texto “BEM-VINDO E VISITA VIRTUAL”.



Capítulo 6

Protótipo Desenvolvido

Este capítulo visa apresentar o processo de implementação do protótipo *web* para a Biblioteca do Polo II¹³ que integra conteúdos de realidade virtual, de acordo com os requisitos funcionais definidos no primeiro semestre. Devido à extensão do processo de trabalho a apresentação foi segmentada em três fases distintas, que são:

- Codificação da estrutura de navegação do *website*;
- Codificação da visita virtual;
- Codificação da página pesquisar livros.

Vale a pena referir que, para cada fase apenas será apresentado de forma resumida as principais tarefas e funcionalidades desenvolvidas.

6.1 Codificação da estrutura de navegação do *Website*

Nesta secção serão descritas as tecnologias utilizadas e o processo de implementação das páginas que não apresentam conteúdos de realidade virtual tais como:

- **Página Início** – primeira interface de contacto que o utilizador tem acesso quando visita a página da biblioteca;
- **Página Sobre Nós** – apresentação da Biblioteca e as regras para empréstimo de livros;

¹³ <https://student.dei.uc.pt/~antonio.costa/prototipo/index.html>

- **Página Contatos** – permite aceder aos contatos e a localização da região onde esta a Biblioteca.

Tal como se verifica nos *mockups* finais apresentado na secção anterior, o objetivo primordial dessas páginas é permitir aos utilizadores conhecerem a Biblioteca do Pólo II e se sentirem convidados a visitá-la presencialmente.

6.1.1 Tecnologias utilizadas

HTML

O *HTML (Hyper Text Markup Language)* é uma linguagem que utiliza etiquetas (*Tags*) específicas para estruturar e formatar os elementos de uma página *web*, nomeadamente: tabelas, imagens, *links*, textos, entre outros.

CSS

O *CSS (Cascading Style Sheets)* é uma linguagem que permite ao *web Designer* definir as regras de estilos que serão aplicadas aos elementos *HTML*. A sua utilização garante maior produtividade e facilidade para formatar vários elementos ao mesmo tempo.

JavaScript

JavaScript é uma linguagem de programação que permite ao *Web Designer* acrescentar interatividade aos elementos *HTML*. A sua utilização garantiu algumas vantagens na implementação do protótipo, nomeadamente: criar animações em elementos específicos (botões, imagens, textos), mapa de navegação interativo, efeitos de *preload*, gerar o *painel modal*, entre outros.

A-Frame

A-Frame é uma *framework web* que permite integrar conteúdos de realidade virtual por cima do código *HTML* com esforço reduzido. De ressaltar que o primeiro contato com a ferramenta foi através de um minicurso ministrado pelo

Departamento de Engenharia Informática da Universidade de Coimbra (DEI) e pela documentação oficial da ferramenta disponibilizada *online*.

6.1.2 Implementação das páginas normais

De acordo o plano de trabalho do primeiro semestre, começamos por implementar todas as páginas que não apresentam conteúdos de realidade virtual no processo da codificação *HTML*. Assim sendo, esta secção visa apresentar as ferramentas utilizadas, e as principais funcionalidades desenvolvidas nas distintas páginas, tal como mencionado na estrutura de navegação do protótipo.

Página Início

Para começar o processo de implementação, foram analisadas várias *framework web* - *Foundation*, *Skeleton*, *Materialize*, *Pure* e *Bootstrap* – para verificar qual delas garantia a codificação do protótipo com menor esforço sendo, ao mesmo tempo, compatível com diferentes *browsers*. A escolha recaiu na *framework Bootstrap*, uma ferramenta de código aberto que combina modelos de *Design* baseados em *HTML*, *CSS* e *JavaScript* para questões de tipografia, formulários, botões, tabelas, navegação, painel modal, carroucel de imagem, entre outros, que permitiu criar de forma fácil e responsiva o *Design* da *interface* como pretendido.

Como primeiro contato com a ferramenta escolhida, foi necessário aprender a sua utilização através da documentação oficial do *Bootstrap online* e livros que abordam o assunto. O exemplo de código abaixo mostra como se inclui o *Bootstrap* no código *HTML*.

```

<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>BIBLIOTECA DO PÓLO II &bull;VISITA VIRTUAL </title>
<link href="css/bootstrap.css" rel="stylesheet"/>
<!-- Referenciar o ficheiro bootstrap.css no documento html -->
</head>
<body>
<script src="js/jquery.min.js"></script>
<!-- JQuery para o bootstrap JavaScript plugins -->
</ body>

```

Figura 67: Exemplo para incluir Bootstrap numa página

Animação *fadeIn*

Para criar animação de *fadeIn* sobre o texto tal como se verifica na Figura 69, recorreremos à *plug-in Morphext*. A *Morphext* é um *plug-in JQuery* que permite rodar textos com animações, criadas em CSS3. O trecho de código abaixo apresenta como foram colocadas as duas palavras que compõem a nossa animação e a função *JavaScript* usada para determinar o tipo de animação, o tempo de para alternância das frases.

```

<h1>BIBLIOTECA DO POLO II<br>
<span id="js-rotating">BEM-VINDO, VISITA VIRTUAL</span>
</h1>
$("# js-rotating ").Morphext({
  animation: "fadeIn",
  separator: ",",
  speed: 2000,
  complete: function() {
  }
});

```

Figura 68: Exemplo de código para criar a animação de *fadeIn*



Figura 69: Interface da página Início

Página Sobre Nós

Na página “sobre nós”, ao clicar no botão empréstimo de livro localizada na parte inferior é gerada um *painel modal* com as regras em vigor na biblioteca para empréstimos de livros. Para gerar o painel, criamos um contendor com a *class* “*modal*” e no seu interior criamos um contendor com a *class modal-dialog*, que suporta as três secções essenciais de um *modal* (cabeçalho, corpo e rodapé). O trecho de código a seguir mostra o corpo e o botão para fechar a *modal*:

```

<div class="modal fade bd-example-modal-lg" tabindex="-1"role="dialog"
aria-labelledby="myLargeModalLabel" aria-hidden="true">
  <div class="modal-dialog modal-lg">
    <div class="modal-content">
      <div class="modal-header">
        <h2 class="modal-title" > Empréstimo de livros</h2>
        <button type="button" class="close" data-dismiss="modal" aria-
label="Close">
          <span aria-hidden="true">&times;</span>
        </button>
      </div>
      ...

```

Figura 70: Exemplo para inserir o corpo e o botão de um painel modal

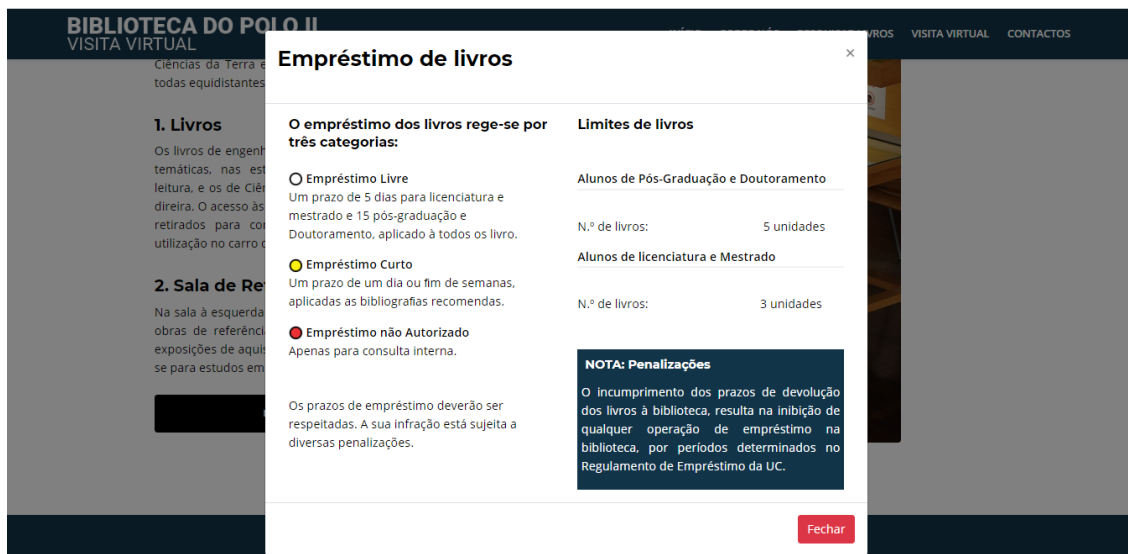


Figura 71: Painel Modal da página sobre nós

Página Contato

Na página contato é apresentado o mapa de localização da Biblioteca do Polo II através das coordenadas *Google Maps* obtidas e inserida na tag `<iframe>`.

A referida tag garante que a imagem inserida no seu endereço (src) seja exibida na mesma página de forma estática. O trecho de código a seguir mostra como foi integrado:

```
<div class="text-container ">
  <div class="section-title ">
    <h4>Localização</h4>
  </div>
  <ul class="list-unstyled li-space-lg ">
    <li class="address "><i class="fas fa-map-marker-alt "></i>Rua Luís
Reis dos Santos, Coimbra</li>
  </ul>
  <iframe
src="https://www.google.com/maps/embed?pb=!1m18!1m12!1m3!1d3048.066159103198
!2d8.416931584611099!3d40.1853410793927!2m3!1f0!2f0!3f0!3m2!1i1024!2i768!4f1
3.1!3m3!1m2!1s0xd22f9eb22dfa9c7%3A0x388bdd1e16c5c4a!2sR.%20Luis%20Reis%20dos
%20Santos%2C%203030-790%20Coimbra%2C%20Portugal!5e0!3m2!1spt-
PT!2sao!4v1592399516889!5m2!1spt-PT!2sao " style="width: 100%; "
frameborder="0 " style="border:0; " allowfullscreen=" " aria-hidden="false "
tabindex="0 " width="500">
  </iframe>
</div>
```

Figura 72: Exemplo para inserir a localização da biblioteca através das coordenadas Google Maps

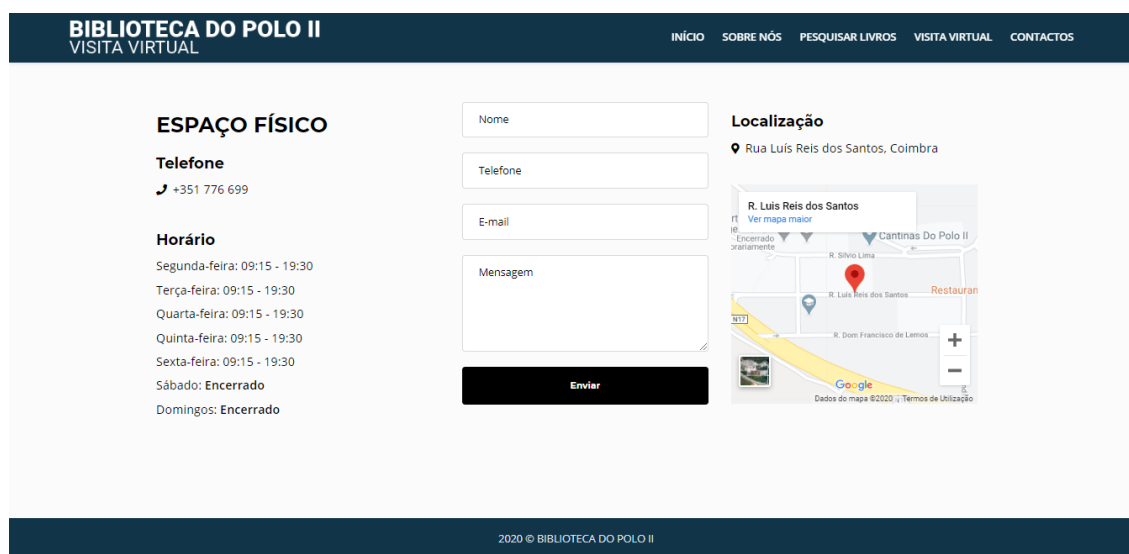


Figura 73: Mapa de localização da Biblioteca na página contato

6.2 Codificação da visita virtual

Tal como o mencionado no plano de trabalho do primeiro semestre, após a conclusão da codificação *HTML* passamos à fase de integrar os conteúdos de realidade virtual no protótipo. Assim sendo, esta secção visa apresentar a ferramenta utilizada, as etapas de desenvolvimento e as principais funcionalidades desenvolvidas.

Ferramenta utilizada

Para integrar a visita virtual por cima do código *HTML*, usamos a *framework web A-Frame*. *A-Frame* é uma ferramenta que garante um esforço reduzido para integrar experiências de Realidade Virtual (RV) no *website*.

Etapas de desenvolvimento

Com objetivo de apresentar a etapa de desenvolvimento da visita virtual, subdividimos esta secção em duas partes:

- A primeira etapa descreve o método escolhido para criar o ambiente de realidade virtual;

- A segunda etapa apresenta o processo de integração do ambiente de realidade virtual no *HTML*.

Método para criar o ambiente de realidade virtual

Consideramos o uso de fotografia em 360° como sendo o método mais fácil para criar um ambiente de realidade virtual, sem a necessidade de recorreremos a modelação 3D. Por outro lado, uma vez criado o ambiente de realidade virtual, é possível inserir elementos e interações diretamente na cena 360°.

Vale a pena referir que, tendo em conta a atual situação da pandemia do **Covid-19**, que originou o encerramento da Universidade de Coimbra e, em particular, a Biblioteca do Polo II, não foi possível tirar as fotografias finais 360° como estava programado inicialmente. Por esta razão fomos obrigados a encontrar conteúdos alternativos no *website* da biblioteca de Leiria (uma das aplicações analisadas no estado de arte que está mapeada em fotografias 360° no *Google Street View*). Foram extraídas 10 imagens em formato panorâmico plano (equirectangular) que o *A-Frame* suporta.



Figura 74: Imagem em formato equirectangular da biblioteca de Leiria

Processo de integração do ambiente de realidade virtual no HTML

O *A-Frame* é um *framework web* que não necessita de uma instalação prévia para o seu uso. Deste modo, passaremos a explicar o método utilizado para inserir o ambiente de realidade virtual criado na página visita virtual.

Para incorporar o *A-Frame* no *HTML* inserimos o código *JavaScript* da ferramenta no *<head>* da página visita virtual por meio da *tag <script>* apontando para o *CDN* (*Content Delivery Network*) da ferramenta. O trecho de código a seguir mostra a integração da versão 1.0.4 usada:

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="pt-br">
<head>
  <meta charset="utf-8" />
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1,
shrink-to-fit=no"/>
  <title>BIBLIOTECA DO PÓLO II &bull; VISITA VIRTUAL</title>
  <!-- A-frame CDN -->
  <script src="https://aframe.io/releases/1.0.4/aframe.min.js"></script>
</head>
.....
```

Figura 75: Exemplo para inserir o *A-Frame* no *HTML*

Para criar o ambiente de realidade virtual dentro do código *HTML*, criamos um contentor (*DIV*) e inserimos a *tag <a-scene>* dentro do contentor. Todos os componentes da cena tridimensional são colocados no interior da *tag <a-scene>*. O trecho de código a seguir mostra a inserção do primeiro ambiente virtual do protótipo através da *tag <sky>* que permite incluir fotos 360°.

```
<div class="container-a-scene">
  <a-scene>
    <a-assets>
      
    </a-assets>
    <a-sky src="#fora1"></a-sky>
  </a-scene>
  ....
```

Figura 76: Exemplo para inserir ambiente virtual ao protótipo

Principais funcionalidades desenvolvidas

Tendo em conta a análise dos requisitos funcionais apresentados no capítulo 4, as principais funcionalidades desenvolvidas nestas páginas foram:

- Navegação entre cenas
- Hiperligação para redes sociais
- Visualização de sinopse dos livros na prateleira
- Mapa de navegação

Navegação entre cenas

O objetivo desta funcionalidade consiste em permitir a navegação direta de um ponto para outros próximos a ele, entre as diferentes imagens 360°. Para isso, no momento da sua implementação foram tomadas algumas decisões importantes para garantir uma experiência interativa do utilizador, tais como:

1. Usar círculos no chão para identificar os locais que o utilizador consegue ver diretamente na cena ou na imagem 360°;
2. Usar setas no chão para identificar a direção de movimento para locais em que o utilizador não consegue ver o ponto de destino;
3. Adicionar uma animação nas setas e círculos para dar entender ao utilizador que é um elemento acionável;
4. Gerar uma sinopse de boas vindas, apelando o visitante a visitar a biblioteca fisicamente.

As setas e os círculos apresentados na primeira e segunda tomada de decisão permitem teletransportar diretamente o utilizador de uma cena para outra ou de um ponto para outros próximos a ele. Para resolver isto, usamos a tag `<a-link>` e adicionamos o *URL* da página que contém o ambiente virtual que será acedida quando for clicado. O trecho de código abaixo, permite inserir um *link* no círculo na posição previamente definida na cena.

```
<a-link href="visita_2.html" link="visualAspectEnabled:false">
  <a-circle
    position="-7.5 -1.80 -0.030"
    rotation="-90 0 0"
    src="images/Circulo.png"
  </a-circle>
</a-link>
```

Figura 77: Exemplo para inserir um link no círculo

No que concerne a terceira decisão, a animação aparece quando o utilizador passa o cursor (retícula) sobre as setas e os círculos. Para inserir esta funcionalidade no *A-Frame* tivemos de adicionar o atributo *raycaster* ao elemento `<a-cursor>` na cena e inserir no elemento que pretendemos animar o atributo *event-set__mouseenter* e *event-set__mouseleave* (os atributos *event-set* são suportados pelo componente externo com o mesmo nome do *A-Frame*).

```
<a-cursor raycaster="objects:.clickable"></a-cursor>
<a-circle
  class="clickable"
  position="-7.5 -1.80 -0.030"
  rotation="-90 0 0"
  src="images/Circulo.png"
  event-set__mouseenter="_event: mouseenter; color: #113448"
  event-set__mouseleave="_event: mouseleave; color: #4CC3D9">
</a-circle>
```

Figura 78: Exemplo para inserir animação de mouse hover/leave

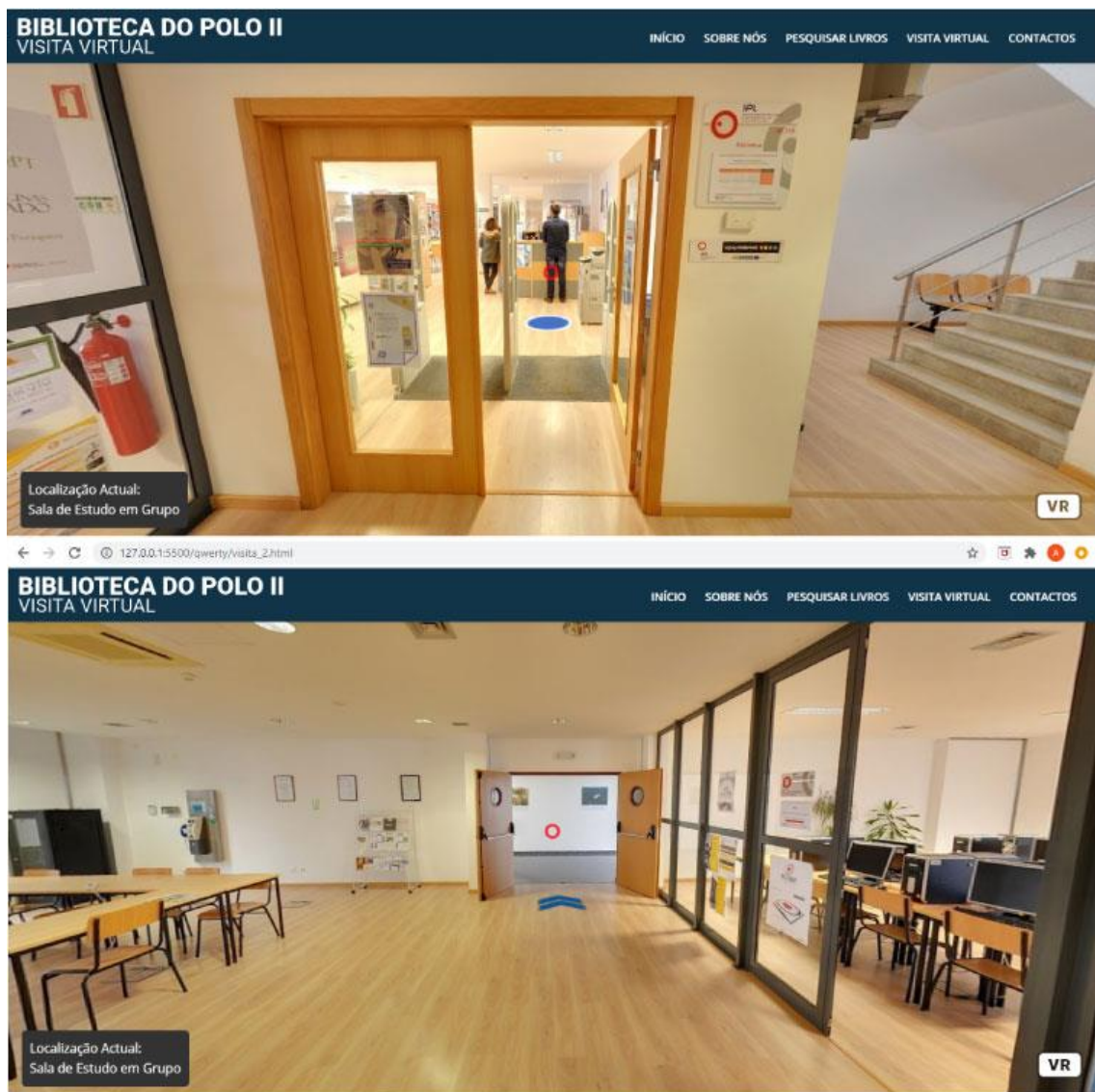


Figura 79: Navegação entre cenas da página visita virtual

Finalmente a quarta decisão, esta funcionalidade aparece tão logo o utilizador aceda a página da visita virtual: é colocado na perspetiva de frente ao corredor principal, visualizando a mensagem de boas vindas em ambiente virtual. A mensagem desaparece após o movimento do utilizador. No *HTML*, inserimos a imagem criada em programas na tag `<a-image>`. O trecho de código a seguir mostra como foi criado a tela de boas vindas no ambiente virtual.

```

<a-image id="corredor" position="0.145 1.486 -1" src="#bemVindo"
width="1" height="0.6" visible="false">
</a-image>

<a-plane class="clickable" color="#113448" position="0.099 2.048 -1.5"
width="1.5" height="1.2" visible="false"
event-set__mouseenter="_target: #corredor; visible: true"
event-set__mouseleave="_target: #corredor; visible: false">
</a-plane>

```

Figura 80: Exemplo para inserir a mensagem de Boas Vindas

Para definir a posição com precisão dos elementos interativos na cena não foi uma tarefa fácil, mesmo utilizando o inspetor visual 3D (Figura 81) que o *A-Frame* apresenta, que permite posicionar, rodar e dimensionar objetos na cena. O processo de posicionamento acabou por muitas vezes, ser um processo de tentativa e erro.

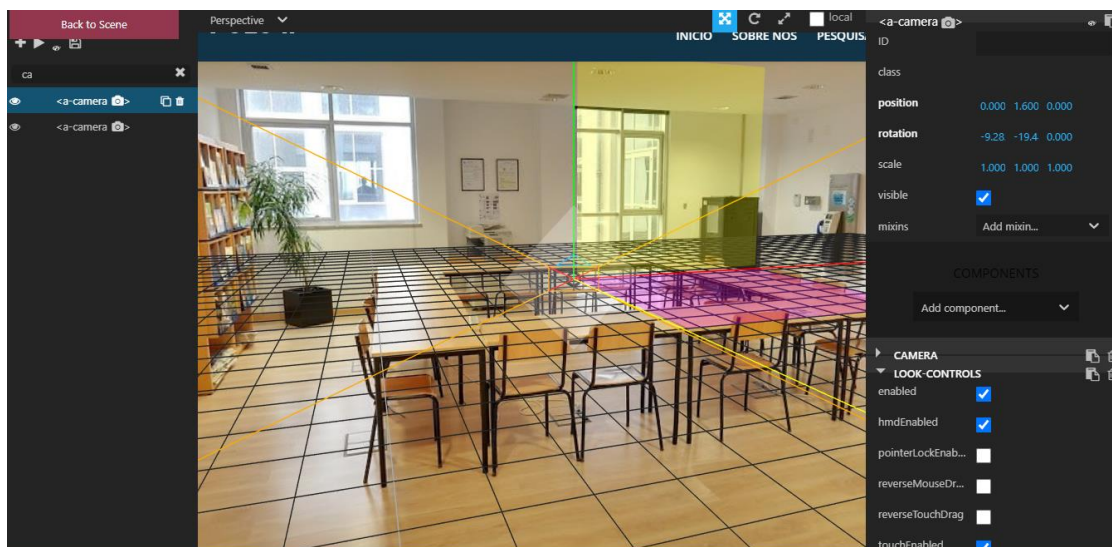


Figura 81: Inspetor Visual 3D do *A-Frame*



Figura 82: Mensagem de boas vindas da página visita virtual

Hiperligação para redes sociais

Esta funcionalidade permite que de uma forma rápida o utilizador partilhe a página (ambiente virtual) em que se encontra nas redes sociais. No âmbito do protótipo, possibilitamos esta funcionalidade apenas para o *Facebook*. Para inserir está funcionalidade nas páginas que apresentam conteúdos de realidade virtual, usamos o *plug-in* do *Facebook Share Button* que permite partilhar o domínio de um *website* diretamente para uma página do *Facebook* através de código *JavaScript SDK*¹⁴ ou *Iframe*¹⁵. Para criarmos o botão partilhar nas distintas páginas do protótipo, o processo iniciou por copiar a *URL* da página que pretendemos partilhar para o configurador de código do *Facebook developers*, definir o tamanho e o formato do botão. O trecho de código mostra como foi implementado.

¹⁴ SDK (Kit para desenvolvimento de software) - ferramentas que apresentam recursos de desenvolvimento e códigos de gravação prévia.

¹⁵ *Iframe*- código HTML que pode ser exibido dentro de outro elemento.

```

<script async defer crossorigin="anonymous"

src="https://connect.facebook.net/pt_PT/sdk.js#xfbml=1&version=v8.0"

nonce="wVBqGevG"> </script>

<div class="fb-share-button" data-
href="https://student.dei.uc.pt/~antonio.costa/Biblioteca%20/visita_4.html
#cameraRot=0,110,0"
data-layout="button_count" data-size="large">
  <a target="_blank"
href="https://www.facebook.com/sharer/sharer.php?u=https%3A%2F%2Fstudent.d
ei.uc.pt%2F%7Eantonio.costa%2FBiblioteca%2520Polo%2520II%2520-
%25205%2Fpolo%2Findex.html&src=sdkpreparse"

```

Figura 83: Exemplo para partilhar protótipo (website) no Facebook

Visualização de sinopse de livros na prateleira

Tal como mencionado nos requisitos funcionais do protótipo esta funcionalidade tem como principal objetivo, garantir que o utilizador estando na visita virtual possa obter a sinopse de determinados livros que se encontram na prateleira da biblioteca. Assim sendo, para criar esta funcionalidade inicialmente, começamos por posicionar uma esfera e a imagem da sinopse do livro criado de forma invisível sobre os diferentes livros através da tag <a-sphere>, tag <a-image> com o atributo `visible="false"` e de seguida, definimos na esfera dois eventos:

- *Mouseclick* permite alterar a visibilidade do livro para *true*;
- *Mouseleave* garante que o utilizador deixa de visualizar o livro quando se afasta.
- O trecho de código mostra a inserção dos *hotspots* de sinalização do livro no ambiente virtual.

```

<a-image
  position="1.55051 1.138 0.650"
  rotation="0 270 0"
  src="#sinalizador"
  scale="0.15 0.15 0.15"
  event-set__leave1="_event:mouseleave;_target:#espera5;visible:false"
  event-set__tarvis1="_event:click;_target:#espera5;visible:true">
</a-image>

```

Figura 84: Exemplo para inserir *hotspots* na cena

Mapa de navegação

Dada a quantidade de pontos marcados na visita virtual para serem visitados, achamos interessante tal como abordado nos requisitos funcionais no primeiro semestre, criar um menu de navegação de acesso rápido para teletransportar o utilizador para uma determinada zona da biblioteca sem a necessidade de percorrer todos os locais criados nas diferentes cenas. Assim sendo, foi criado um mapa 2D aproximado da biblioteca e ícones para destacar o local a ser visitado. O ícone vermelho indica o local em que nos encontramos e o laranja outros locais que podem ser acedidos.

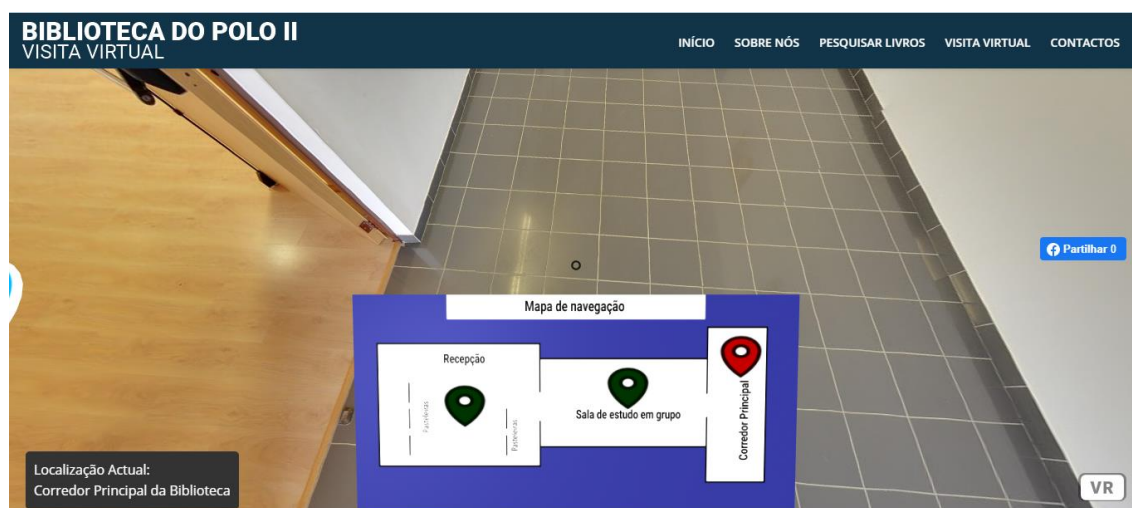


Figura 85: Mapa de navegação rápida da página virtual

No *HTML*, não foi uma tarefa fácil, visto que para chegar ao resultado pretendido, que consistia em garantir que o menu só pode aparecer quando o utilizador olha para baixo. Para se fazer a codificação, usamos o componente *A-Frame look-at* que permitiu garantir que o mapa ficasse sempre orientado para a câmara (utilizador). Para permitir que mapa apenas seja visível quando os utilizadores olhem para o baixo, criamos um elemento `<a-entity>` com o seu *id* e definimos a posição em que o elemento deve aparecer. O trecho de código a seguir mostra a inserção do elemento *look-at* e o posicionamento do mapa.

```
<a-plane class="clickable"
  src="#mapa2"position="0 0.1 0" width="2"rotation="-90 0 0"
  look-at="#behind"event-set__mouseenter="_target: #behind;
  position: 0 0 0"event-set__mouseleave="_target: #behind;
  position: 0 -1 10">
  <a-link link="visualAspectEnabled: false
    position="-0.499 -0.008 0"href="visita_4.html">
    <a-image src="#pinRecepcao", width="0.2" height="0.2"</a-image>
  </a-link> [...]
</a-plane>
<a-camera id="camera" wasd-controls-enabled="false">
  <a-cursor raycaster="objects:.clickable"></a-cursor>
  <a-entity id="behind" position="0 1 10"></a-entity>
</a-camera>
```

Figura 86: Exemplo para Inserir o menu navegação

6.3 Codificação da página pesquisar livros

Um dos objetivos desta dissertação era prototipar um *website* que permite pesquisar um livro e localizá-lo dentro da vista virtual. Esta página permite o utilizador pesquisar um determinado livro da Biblioteca do Polo II tendo em conta os principais campos de pesquisas elencados nos requisitos funcionais do protótipo (Título, Autor, Cota, ISBN, Editora) e ao clicar no ícone *Google Cardboard* ser redirecionado para a localização virtual. Para a implementação dessas funcionalidades subdividimos o processo de codificação em duas partes:

- Na **primeira parte**: Criamos uma base de dados com alguns livros existentes na Biblioteca do Polo II;
- Na **segunda parte**: Posicionamos as perspetivas das imagens 360° em função da localização do livro pesquisado e de seguida inserimos os *hotspots* para mapear a localização dos livros na vista virtual.

No contexto da primeira parte, criamos uma base de dados para manipular a tabela através da biblioteca *Jquery data tables*. No *HTML*, começamos por criar o cabeçalho da tabela com a tag `<thead>`, o corpo com a tag `<tbody>` e o rodapé da tabela com a tag `<tfoot>`. Para criar os campos do cabeçalho da tabela usamos a tag `<th>` como podemos ver no código abaixo.

```

<tr>
  <td>1</td>
  <td>Criação Rápida de Sites Responsivos <br> com o Bootstrap</td>
  <td>Ricardo Queiros</td>
  <td>CD112</td>
  <td>1001</td>
  <td></td>
  <td>FBA</td>
  <td><a href="visita_4.html#cameraRot=0,180,0  "></a></td>
</tr>

```

Figura 87: Exemplos para inserir um livro na Base de dados

Na segunda parte para garantir que o utilizador seja redirecionado para a vista virtual após ter clicado no botão representado pelo ícone *do Google Cardboard*, associamos o *link* da página visita virtual nos registos da base de dados. Normalmente ao atravessar para o ambiente virtual o utilizador acede à cena na perspetiva padrão da imagem em 360°. Para garantir que a orientação da imagem 360° esteja direcionada para o livro pesquisado na vista normal adicionamos o parâmetro `#cameraRot` no *URL* da cena e de seguida indicamos a rotação necessária para cada posição do livro, como pode ser visto no código abaixo:

```

<tr>
<td><a href="visita_4.html#cameraRot=0,180,0"></a>
</td>
</tr>

```

Figura 88: Exemplo para rodar a imagem

BIBLIOTECA DO POLO II
VISITA VIRTUAL

INÍCIO SOBRE NÓS PESQUISAR LIVROS VISITA VIRTUAL CONTACTOS

PESQUISAR LIVROS

-ESCOLHER O CAMPO-

Procurar:







N.º	Título	Autor	Cota	ISBN	Capa	Editora	Vista Virtual
1	Criação Rápida de Sites Responsivos com o Bootstrap	Ricardo Queiros	A4255N	978-972-722-8676		FBA	
2	Pensar com Tipos	Ellen Lupton	A4366N	978-858-452-1067		GG	
3	JavaScript-6	Luís Abreu	A4200N	978-972-722-8157		FCA	

Figura 89: Interface da página “pesquisar Livros”

Ao aceder a vista virtual o utilizador observa os *hotspots* sinalizando o livro pesquisado. Os *hotspots* tal como ilustrado na figura abaixo são representados por um círculo e o ícone de um livro aberto, e ao clicar sobre o mesmo obtém-se a sinopse do livro. Vale a pena mencionar que estando na visita virtual o utilizador consegue obter a sinopse de outros livros localizados nas prateleiras bastando apenas clicar sobre um determinado livro.

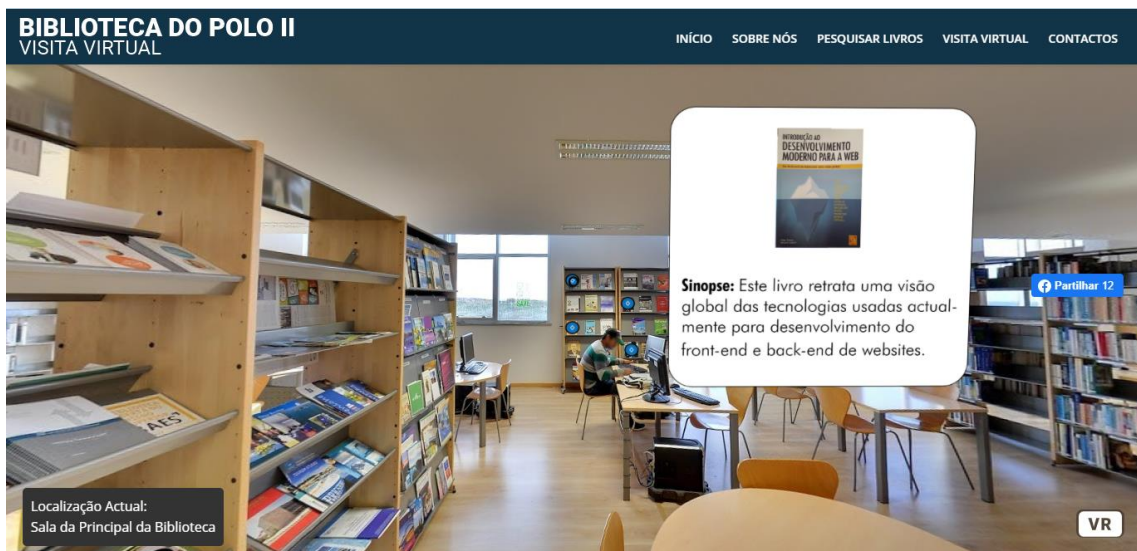


Figura 90: Layout de sinopse do livro

6.4 Terceiro teste de usabilidade

Nesta secção faremos uma abordagem referente ao teste de usabilidade realizado no protótipo desenvolvido de modo a averiguar a sua eficiência, eficácia e satisfação dos utilizadores após a sua experiência. Dada a extensão de secção, achamos por bem subdividir em três partes:

1. **Descrição dos testes:** Descrição do processo e o método usado para a realização dos testes de usabilidade e as tarefas utilizadas pelos utilizadores durante os testes.
2. **Resultados e análise da terceira avaliação:** Abordagem sobre a eficácia, eficiência e a satisfação dos utilizadores.
 - **A eficácia** permite verificar se as tarefas foram executadas com sucesso;
 - **A eficiência** tendo em conta os tempos despendidos pelos utilizadores, permite averiguar o desempenho dos utilizadores sobre protótipo;
 - **Satisfação** foi disponibilizado um questionário após o teste, o mesmo, permitiu obter dados, avaliar a experiência e os comentários/sugestões dos utilizadores.

3. **Alterações efetuadas:** Apresentamos as alterações efetuadas com base nos resultados da análise feita e nas sugestões apresentadas pelos utilizadores.

6.4.1 Descrição do teste

Tendo em conta os entraves por causa do atual momento que o mundo está a viver causado pelo Covid-19 vulgo coronavírus, não foi possível realizar os testes de usabilidade presencialmente, deste modo, criamos condições semelhantes que garantissem a realização dos testes *online*. Para tal, escolhemos a ferramenta Zoom de modo a facilitar o processo. A escolha da mesma, reside na sua acessibilidade, facilidade e funcionalidade, que permitiu gravar o ecrã dos utilizadores durante os testes.

De modo a obter os utilizadores para realizar os testes de usabilidade, enviamos via *Facebook* uma mensagem para diversos estudantes da Universidade de Coimbra e não só, de forma a solicitar candidatos que estariam disponíveis a avaliar o protótipo desenvolvido. No culminar deste processo, obtivemos onze pessoas que se disponibilizaram a realizar os testes em datas e horas marcadas.

Tal como mencionado, os testes de usabilidade foram realizados a onze pessoas, sendo, cinco do sexo feminino e seis do sexo masculino, com idades compreendidas entre 21 e os 47 anos. Dos quais, quatro possuem o grau de mestrado, seis possuem o grau de licenciatura e um tem o ensino secundário. De uma forma resumida, a Tabela 12 apresenta os dados dos utilizadores obtidos no questionário de satisfação disponibilizado após a realização dos testes.

Utilizador Nº	Sexo	Idade	Habilitações Literárias	Área de Formação
U1	M	22	Ensino Secundário	Design e Multimédia
U2	M	23	Licenciatura	Engenharia Eletrotécnica
U3	M	25	Licenciatura	Artes, Multimédia e Design
U4	F	23	Mestrado	Ciências da Comunicação/Design e Multimédia
U5	F	46	Mestrado	Tecnologia de Informação
U6	M	24	Licenciatura	Design
U7	F	37	Mestrado	Design e Multimédia
U8	F	33	Licenciatura	Engenharia Informática
U9	M	21	Licenciatura	Engenharia Química
U10	M	23	Licenciatura	Design e Multimédia
U11	F	23	Mestrado	Design e Multimédia

Tabela 11: Dados dos utilizadores do terceiro teste de usabilidade

Para dar início ao teste de usabilidade, os utilizadores tiveram que ler o termo de consentimento que descreve os objetivos, os requisitos e o método para realizar o teste (ver apêndice C). De modo a garantir que os testes fossem realizados de forma uniforme, criamos um pequeno guião sobre o processo de realização do teste e as dez tarefas apresentadas aos utilizadores.

Guião para o processo do teste

Olá! Obrigado por teres aceitado em participar no meu teste de usabilidade, no âmbito da minha dissertação de mestrado. Antes de dar início ao nosso teste de usabilidade, vou lhe pedir para aceder o *link* do termo de consentimento enviado no bate papo do *Zoom*.

Copia o segundo *link* do *website* que envie no bate papo do *Zoom*, no *browsers* da *Google Chrome*, tal com explicado no termo;

Com o meu auxílio, vou pedir-lhe para realizar algumas tarefas. O tempo despendido para a sua execução será cronometrado, bem como as dificuldades de interação serão anotadas.

Obrigado, para terminar o teste de usabilidade, aceda ao *link* que acabamos de enviar, para que responda um breve questionário de forma a aferir o grau de satisfação, eficácia e eficiência do protótipo.

Tarefas Realizadas pelos Utilizadores foram as seguintes:

1. Aceda a página sobre nós na página início;
2. Selecione a opção empréstimo de livros;
3. Aceda à página início;
4. Aceda a página visita virtual e visualiza a primeira sala da Biblioteca.
5. Aceda a página pesquisar livros e pesquisa o livro *JavaScript 6*;
6. Encontre o livro pesquisado na vista virtual;
7. Selecione um livro na prateleira e visualiza a sua sinopse;
8. Partilha a página que se encontra para as redes sociais;
9. Aceda o menu de navegação dentro da visita virtual. Clica no pino verde do corredor principal para aceder o ambiente virtual marcado no mapa.
10. Aceda os contactos da biblioteca.

Vale apenas referir que, os testes foram gravados com o consentimento dos utilizadores. Por este motivo, foi possível por um lado anotar o tempo despendido e as dificuldades que os utilizadores tiveram para realizar uma dada tarefa e por outro lado anotar alguns comentários e sugestões dos utilizadores.

6.4.2 Resultados e análise da terceira avaliação

Os testes de usabilidade permitiram detetar falhas e perceber se a interface do protótipo se comporta tal como esperado, tendo em conta os seus objetivos principais traçados.

Eficácia

Os resultados da Tabela (13) demonstram o comportamento dos utilizadores ao executarem as tarefas que lhes foram propostas. Os valores da tabela estão em segundos por tarefas. Foram 11 utilizadores que executaram as dez tarefas mencionadas na secção anterior ao protótipo, em dias e horas distintas.

Utilizador	Tarefas (segundos)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
U1	7	11	8	34	18	46	20	46	22	5	217
U2	7	6	4	42	60	16	33	13	38	8	227
U3	15	3	3	30	36	43	26	38	40	6	240
U4	10	7	5	22	16	12	21	16	14	20	143
U5	13	8	9	64	40	8	18	18	33	7	218
U6	7	12	11	70	53	22	18	28	30	5	256
U7	6	3	11	40	40	28	20	14	34	7	203
U8	7	6	11	22	12	30	12	30	24	4	158
U9	6	9	8	44	23	10	24	12	46	5	187
U10	8	3	7	42	25	16	12	17	83	6	219
U11	9	4	10	30	30	9	10	9	65	5	181

Tabela 12: Tempos realizados por tarefas

De seguida, apresentamos de uma forma resumida uma tabela com análise das tarefas.

Tarefas	Análises
1-Aceda a página sobre nós na página início	Aferimos que todos os utilizadores realizaram estas tarefas facilmente. Por este modo, não foi sugerido nenhuma melhoria
2- Seleccione a opção empréstimo de livros	
3- Aceda à página início	
4- Aceda a página visita virtual e visualiza a primeira sala da Biblioteca	Alguns utilizadores despenderam algum tempo na realização desta tarefa. No entanto, foi sugerido por três utilizadores a inserção de um pequeno texto no início da visita virtual, para explicar como funciona a navegação.
5- Aceda a página pesquisar livros e pesquisa o livro JavaScript 6	Apesar da má conexão de internet, que resultou no <i>delay</i> da obtenção de feedbacks por parte dos utilizadores, esta tarefa foi realizada com sucesso. Não obstante a isto foi sugerido por um utilizador “melhorar o alinhamento do ISBN” e por outro “melhor a qualidade das imagens dos livros”.
6- Encontre o livro pesquisado na vista virtual	Esta tarefa foi fácil e intuitiva para todos os utilizadores.

<p>7- Selecciona um livro na prateleira e visualiza a sua sinopse</p>	<p>Um utilizador ficou na dúvida se todos os livros da estante podiam ser vistos as suas sinopses. Mas, não obstante a isto, esta tarefa foi realizada com sucesso.</p>
<p>8- Partilhar a página que se encontra para as redes sociais</p>	<p>Dada o ícone intuitivo, esta tarefa foi realizada com sucesso. Vale a pena referir que, dada a má conexão da internet e o esquecimento das credenciais das contas no <i>Facebook</i>, dois utilizadores despenderam algum tempo.</p>
<p>9- Aceda o menu de navegação dentro da visita virtual. Clica no pino verde do corredor principal para aceder o ambiente virtual marcado no mapa.</p>	<p>Esta tarefa levantou algumas dúvidas no seio de muitos utilizadores para perceber que o menu de navegação se encontrava no chão. Depois de várias tentativas conseguiram realizar a tarefa com sucesso. Deste modo, foi sugerido por três utilizadores que “fosse implementado um botão ou uma animação para dar mais visibilidade ao mapa. Foi também sugerido por um utilizador que se “troca-se o termo menu de navegação para mapa de navegação”.</p>
<p>10- Aceda os contactos da biblioteca</p>	<p>Esta tarefa foi realizada com sucesso por todos os utilizadores. Não foi verificada nenhuma sugestão.</p>

Tabela 13: Análise das tarefas

Eficiência

Para aferir o grau o desempenho dos utilizadores sobre protótipo, recorreremos as variáveis estatística, isto é, Média, Variância, Desvio padrão, Erro padrão e construímos uma nova tabela que ilustra o desempenho dos utilizadores (Tabela 15).

Utilizador	Tarefas (segundos)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
U1	7	11	8	34	18	46	20	46	22	5	217
U2	7	6	4	42	60	16	33	13	38	8	227
U3	15	3	3	30	36	43	26	38	40	6	240
U4	10	7	5	22	16	12	21	16	14	20	143
U5	13	8	9	64	40	8	18	18	33	7	218
U6	7	12	11	70	53	22	18	28	30	5	256
U7	6	3	11	40	40	28	20	14	34	7	203
U8	7	6	11	22	12	30	12	30	24	4	158
U9	6	9	8	44	23	10	24	12	46	5	187
U10	8	3	7	42	25	16	12	17	83	6	219
U11	9	4	10	30	30	9	10	9	65	5	181
Soma (X-Xi) ²	11,773										
Variância	1,177										
Desvio Padrão	34.31										
Erro Padrão	10.5										
Média	204.45										

Tabela 14: Desempenho do protótipo

Observando os resultados da tabela acima ilustrada, podemos inferir:

1. Adotamos a média aritmética simples, em função das frequências que permitiu alcançar a referência média de 204.45 segundos. Representando o tempo médio que os utilizadores levaram para poder concluir as 10 tarefas propostas no protótipo. Levando em consideração que uma boa parte dos utilizadores não tiveram contacto prévio com um protótipo ou sistema similar tal como mencionado pelos utilizadores no questionário de satisfação, desde modo considera-se um bom tempo que, se por acaso os mesmos utilizadores tiverem contacto novamente com o protótipo, acredita-se que esta média poderá reduzir drasticamente.
2. Os tempos totais (frequências) estão muito distribuídos, o que resulta de desempenhos diferentes dos utilizadores. Visualiza-se que, seis utilizadores estiveram acima da média (de 204.45 segundos) com tempos, relativamente equilibrados, tais como U1 (217), U2 (227), U3 (240), U5 (218), U6 (256), U10 (219). Enquanto que, 5 utilizadores estiveram abaixo da média com tempos, também, relativamente, equilibrados, tais como, U4 (143), U7 (203), U8 (158), U9 (187) e U11 (181).
3. O desvio padrão do protótipo ficou em 34,31 segundos e o erro padrão ficou em 10.35 segundos. Segundo a literatura, (Antonieta A.Q & Maria T.C, 2001; Elisabeth, Paulo, & Teresa, 1996; Rui C. & José A. S, 1997; V.M, 1996) quanto menor for o desvio padrão, mais homogénea é amostra, adiantando ainda que se o desvio for muito grande, maior é a distribuição dos valores amostrais em torno da média. Olhando para os resultados da Tabela (15), percebe-se que se tratasse a curva de distribuição normal, a curva estaria ligeiramente concentrada em torno da média, revelando uma distribuição equilibrada dos valores em relação a média.
Assim, entende-se que os utilizadores tiveram desempenho aceitável e positivo. Desta feita, infere-se que cerca de 3 minutos e meio para realizar

todas aquelas tarefas não nos parece ser muito tempo e que o facto de o utilizador que mais demorou ter demorado apenas 4 minutos significa que ele não se deparou com nenhuma falha catastrófica no protótipo.

Em suma, pode-se perceber que, tanto as medidas de tendências central, aqui representadas pela média de 204.45 segundos, quanto as medidas de dispersão, referenciado com ênfase para o desvio padrão de 34.31 segundos, os utilizadores tiveram um bom desempenho no geral, pois individualmente acompanharam, de forma equilibrada o tempo médio e que, a dispersão foi, relativamente moderada, levando em consideração que alguns dos utilizadores tiveram contacto com sistema ou protótipo similar pela primeira vez. Logo, a projeção de redução do tempo é maior e as sugestões/comentários feitos poderão agregar valor no aperfeiçoamento do referido protótipo.

Satisfação

Após a realização do teste de usabilidade, de modo a aferir o grau de satisfação e obter os dados dos utilizadores apresentados na secção anterior, criamos um questionário *online* recorrendo a ferramenta da *Google Form* com nove questões (Ver apêndice B) e enviamos o *link* aos utilizadores. Quatro questões foram destinadas na recolha de dados do utilizador, quatro questões serviram para avaliar o grau de acordo ou desacordo através de uma escala de *Likert* e uma questão aberta para obter. Procuramos saber aos utilizadores se alguma vez já utilizaram um *website* que apresentam conteúdos de realidade virtual, 72.7% disse que nunca utilizou enquanto que 27.3% afirmou já utilizou. Esta questão reforça a ideia de que a maior parte dos utilizadores entrevistados tiveram o primeiro contacto com um *website* de realidade virtual, através deste protótipo.

A Tabela 16 apresenta os resultados óbitos na avaliação feita nas páginas normais do protótipo.

	Discordo. Totalmente	Discordo em parte	Não concordo nem discordo	Concordo em parte	Concordo totalmente
O protótipo tem uma navegação intuitiva	0	0	0	4	7
A paleta de cor é adequada	0	0	0	2	9
A navegação é eficaz	0	0	1	6	4
Estrutura visual é apelativa	0	0	1	2	8
O texto é legível	0	0	0	0	11
A tabela pesquisar livros é clara	0	0	0	4	7

Tabela 15: Avaliação feita nas páginas normais

A Tabela 17 apresenta os resultados óbitos na avaliação feita ao ambiente virtual protótipo.

	Discordo. Totalmente	Discordo em parte	Não concordo nem discordo	Concordo em parte	Concordo totalmente
As imagens são apelativas	0	0	1	1	9
O significado dos ícones utilizados para navegação entre cenas é claro	0	0	1	4	6
Localizar um determinado livro na vista virtual foi fácil	0	0	0	5	6
A visita virtual tem uma apresentação bem organizada	0	0	0	2	9
O menu de navegação facilita aceder de forma rápida às salas da biblioteca.	0	0	0	7	4

Tabela 16: Avaliação feita no ambiente virtual

A tabela 18 apresenta de forma resumida os comentários e sugestões dos utilizadores.

Utilizador 1	
Comentários e sugestões	<p>Comentários:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Achou que o <i>website</i> e a experiência foi bem concebida. • A tipografia e a forma como estava exposto facilitou a leitura. <p>Sugestões:</p> <ul style="list-style-type: none"> • As setas deviam estar mais para cima.

Utilizador 2	
Comentários e sugestões	<p>Comentários:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A primeira impressão foi boa. • O <i>website</i> é profissional apesar de algumas dificuldades iniciais. • Ficou satisfeito. <p>Sugestões:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ter uma informação prévia para novos utilizadores.
Utilizador 3	
Comentários e sugestões	<p>Comentários:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nenhum comentário. <p>Sugestões:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O mapa de navegação deveria estar mais visível, tal como o ícone de partilha do <i>Facebook</i>.
Utilizador 4	
Comentários e sugestões	<p>Comentários:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Achou interessante o protótipo. <p>Sugestões:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inserir um texto de instrução no início da visita virtual para explicar como funciona a navegação. • Disposição de mapa de navegação, mas visível.

Utilizador 5

Comentários e sugestões	Comentários: <ul style="list-style-type: none">• A estrutura do <i>website</i> está bem-apresentada.• Facilidade na localização dos livros. Sugestões: <ul style="list-style-type: none">• Melhorar a disposição no mapa de navegação.
--------------------------------	---

Utilizador 6

Comentários e sugestões	Comentários: <ul style="list-style-type: none">• Achou que o <i>website</i> está bom. Sugestões: <ul style="list-style-type: none">• Inserir informações sobre Covid-19.
--------------------------------	--

Utilizador 7

Comentários e sugestões	Comentários: <ul style="list-style-type: none">• O mapa de navegação é intuitivo e de fácil navegação. Sugestões: <ul style="list-style-type: none">• Substituir o menu de navegação para mapa de navegação.
--------------------------------	--

Utilizador 8

**Comentários
e sugestões**

Comentários:

- Achou a dissertação interessante.

Sugestões:

- Melhorar a legibilidade das imagens dos livros.
-

Utilizador 9

**Comentários
e sugestões**

Comentários:

- Sendo a minha primeira experiência, achei ótimo o protótipo.

Sugestões:

- Ligação direta do cursor de navegação com o cursor do PC.
-

Utilizador 10

**Comentários
e sugestões**

Comentários:

- Gostou do protótipo por ser uma experiência nova.

Sugestões:

- Melhorar o mapa de navegação da realidade
-

Utilizador 11	
Comentários e sugestões	<p>Comentários:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O protótipo está interessante. <p>Sugestões:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementação de algum botão ou chamada de atenção para o mapa

Tabela 17: Satisfação dos utilizadores

6.4.3 Alterações efetuadas

Dentre várias sugestões apresentadas pelos utilizadores, escolhemos as mais pertinentes para efetuar melhoria. De seguida apresentamos as alterações efetuadas:

“Substituir o menu de navegação para mapa de navegação”. Este problema foi identificado por três utilizadores, associavam o menu de navegação de acesso rápido alocado no chão com o menu de navegação principal do *website*.

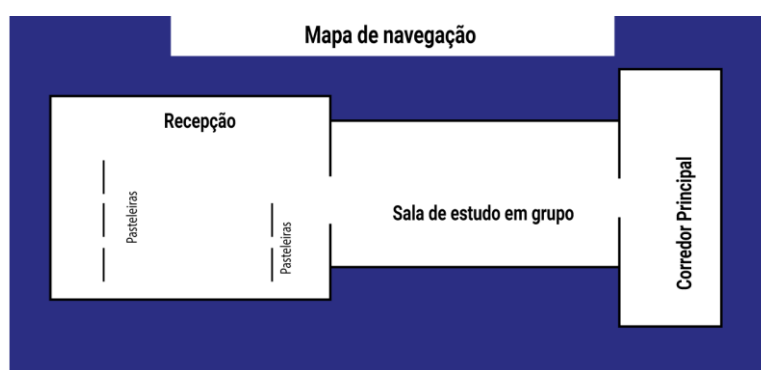


Figura 91: Mapa de navegação rápida da visita virtual versão melhorada

“Melhorar a legibilidade das imagens dos livros e alinhar a coluna ISBN”. Um utilizador no decorrer do teste sugeriu melhorias em alguns aspetos da tabela pesquisar livros, tais como background branco nas imagens de alguns livros e o desajuste na disposição do ISBN. Para implementar a referida melhoria, tivemos de voltar a editar as imagens das capas dos livros e para garantir que os browsers apresentassem o *ISBN* numa única linha da tabela, inserimos a entidade “&emsp” dentro do código *HTML*.

BIBLIOTECA DO POLO II VISITA VIRTUAL							
PESQUISAR LIVROS							
-ESCOLHER O CAMPO-							
							Procurar:
N.º	Título	Autor	Cota	ISBN	Capa	Editora	Vista Virtual
1	Criação Rápida de Sites Responsivos com o Bootstrap	Ricardo Queiros	A42553N	978-972-722-8676		FBA	
2	Pensar com Tipos	Ellen Lupton	A43663N	978-858-452-1067		Gustavo	
3	JavaScript-6	Luis Abreu	A42001N	978-972-722-8157		FCA	

Figura 92: Tabela pesquisar livros, versão melhorada

No Apêndice E apresentamos a interface final do protótipo na versão desktop e mobile.

Capítulo 7

Conclusões

Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais do nosso trabalho e as sugestões do mesmo. Inicialmente apresentaremos as considerações finais dos temas abordados ao longo da dissertação e posteriormente apresentaremos as sugestões que poderão contribuir no melhoramento e funcionamento das Bibliotecas da Universidade de Coimbra.

De acordo com abordagem feita entorno dos temas aqui desenvolvidos inferimos que:

- A tecnologia utilizada para implementação do protótipo foi a *A-Frame* por permitir integrar experiência de realidade virtual em *website* de uma maneira mais fácil, sem a necessidade de requer a modelagem *3D* do espaço físico;
- O protótipo tem o potencial para alterar o modo de operação da Biblioteca do Polo II da Universidade de Coimbra, pois acarreta uma série de funcionalidades que irá permitir maior mobilidade no processo de atendimento e aquisição de livros bem como incentivar os estudantes a visitarem a Biblioteca com mais frequência. Esse protótipo irá de igual modo desburocratizar a forma atual para aceder a um determinado livro ou conteúdo.
- A questão levantada inicialmente acabou por ser saciada durante as pesquisas e execução da dissertação. Nesta perspetiva compreende-se que os objetivos acima traçados foram cumpridos na sua íntegra, apesar de alguns entraves no momento do levantamento de dados na instituição em estudo, por causa do atual momento que o mundo está a viver causado pelo *Covid-19*. Vale referir ainda, que o requisito funcional pesquisar livros a partir na visita virtual não

foi implementado, tal como recomendado na defesa intermedia a necessidade de diminuir algumas funcionalidades do protótipo.

- Não foi feito um teste do protótipo com os utilizadores na versão *mobile*, tendo em conta que o mesmo seria feito *online* devido a atual situação epidemiológica que o mundo está a viver. Por outro lado, muitos dos utilizadores não possuíam *smartphones* compatíveis, outros não possuíam óculos de realidade virtual.
- O cronograma traçado inicialmente não foi cumprido pelos seguintes motivos:
 - Dificuldade na recolha das fotografias finais em 360° da Biblioteca do Polo II;
 - Realização dos testes de usabilidade definidos;
 - Dificuldade no posicionamento dos elementos na cena;
 - Inserção do menu de navegação de acesso rápido no ambiente 3D.

Este trabalho serviu para enriquecer os nossos conhecimentos para desenvolvimentos de *websites* que apresentam conteúdos de realidade virtual na sua estrutura de navegação. Por outro lado, o protótipo poderá ser implementado, não só na Biblioteca do Polo II da Universidade de Coimbra, bem como nas demais bibliotecas existentes no país.

7.1 Sugestões

Podemos verificar que os objetivos traçados foram concretizados na íntegra, mas julgamos nós que para os futuros trabalhos podem de alguma forma aproveitar ao máximo os imputes apresentados no presente trabalho, assim sendo, sugerimos:

- Aposta constante na formação dos profissionais afetos a Biblioteca do Polo II da Universidade de Coimbra de modo a moni-los de ferramentas para auxiliar nas suas atividades;

- Criar convénios com as bibliotecas dos demais polos afetos a Universidade de Coimbra de modo a uniformizar o processo de obtenção de livros e acabar com morosidade no atendimento, desta forma estariam a atrair cada vez mais os estudantes a frequentar a biblioteca;
- Atrair financiamento por parte da Universidade e quiçá do Estado para que a implementação deste protótipo seja uma realidade não só na Universidade de Coimbra, bem como nas restantes Universidade do país, através políticas concretas de modo a facilitar a implementação do mesmo;
- Divulgar ao máximo este protótipo no seio da comunidade estudantil para que tenham pleno conhecimento da existência e das vantagens que este protótipo pode trazer durante a sua formação;
- Fazer com que os estudantes explorem ao máximo as potencialidades que a ferramenta *A-Frame* apresenta de modo a desenvolverem outros projetos semelhantes;

Criação de uma base de dados para uniformização do sistema de cotas das Bibliotecas afetas a Universidade de Coimbra, de modo a minimizar os constrangimentos que temos verificado atualmente.

Recomendações futuras:

O protótipo na sua primeira versão em torno dos objetivos traçados foi totalmente desenvolvido, porém, após o teste de usabilidade realizado no protótipo surgiram algumas sugestões que poderão melhorar a próxima versão do protótipo, por exemplo:

- Inserir um texto de instrução no início da visita virtual para explicar como funciona a navegação.
- Implementação de algum botão ou chamada de atenção para o mapa de navegação.

Referências

- Cortiz, D., Calegari, N., & Ferraz, R. (2018). *As novas interfaces da Web*. 14–35.
- Cunha, M. da. (2017). *Ambientes Virtuais e Imersivos- Emprego da realidade virtual na conceção e na comunicação do projeto de arquitetura*. (Universidade de Lisboa; Vol. 2017). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10400.5/13890>
- Guevara, Ivan. (2018). Realidade Virtual: Uma Introdução - Blog da KingHost. Retrieved November 14, 2019, from 8 fevereiro website: <https://king.host/blog/2018/02/realidade-virtual-introducao/>
- Heilig, M. (1955). The Cinema of the future. Retrieved from https://gametechdms.files.wordpress.com/2014/08/w6_thecinemaoffuture_morton.pdf
- Horwitz, Jeremy. (2019). Glitch and Mozilla launch WebVR starter kit for building VR websites | VentureBeat. Retrieved November 14, 2019, from <https://venturebeat.com/2019/02/12/glitch-and-mozilla-launch-webvr-starter-kit-for-building-vr-websites/>
- Kevin Ngo. (2019). A-Frame. Retrieved November 14, 2019, from julho website: <https://aframe.io/blog/>
- Latta, J.N;Oberg, D. J. . (1994). Conceptual virtual reality model.IEEE Computers Graphics && Application. *IEEE Computers Graphics && Application*, 23–29.
- Machado, L. dos S. (1995). *Conceitos Básicos da Realidade Virtual*. 6. <https://doi.org/INPE-5975-PUD/025>
- Nuno A.Madeira. (n.d.). Castelo Branco 360° - Awwwards Nominee. Retrieved November 18, 2019, from <https://www.awwwards.com/sites/castelo-branco-360o>
- Pereira, I. . N. N. (n.d.). História da Realidade Virtual. Retrieved from <http://web.ist.utl.pt/ist170613/#ref3>

React 360. (n.d.). What is React 360? · React 360. Retrieved November 14, 2019, from <https://facebook.github.io/react-360/docs/what-is.html>

Universidade Federal de Uberlândia/ Grupo de Realidade Virtual e Aumentada. (2011). *Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada (XIII; 2011 Sociedade Brasileira de Computação, Uberlândia-MG, Ed.)*. <https://doi.org/ISSN 2177-6768>

WebVR. (n.d.). WebVR - Bringing Virtual Reality to the Web. Retrieved November 14, 2019, from <https://webvr.info/developers/>

Aela. (2019, July). *10 heurísticas de Nielsen-Dicas para melhorar a usabilidade de sua interface*. Retrieved from <https://medium.com/aela/10-heurísticas-de-nielsen-dicas-para-melhorar-a-usabilidade-de-sua-interface-35ef86a7fb41>

Antonieta A.Q, P., & Maria T.C, C. (2001). *Estatística Básica*. Rio de Janeiro: UFRRJ.

Cao, J. (2020). What Is a Mockup: The Final Layer of UI Design. Retrieved from <https://www.uxpin.com/studio/blog/what-is-a-mockup-the-final-layer-of-ui-desig>

Cunha, M. da. (2017). *Ambientes Virtuais e Imersivos- Emprego da realidade virtual na concepção e na comunicação do projeto de arquitetura*. (Universidade de Lisboa; Vol. 2017). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10400.5/13890>

Elisabeth, R., Paulo, M., & Teresa, C. (1996). *Estatística aplicada*. Lisboa: Silabo.

Matilde, F. (2015). *Psicologia das cores :Guia avançado para profissionais*. Retrieved from <http://www.matildefilmes.com.br/psicologia-das-cores-guia-avancado-para-profissionais/>

Norman, D. (2012). *Wireframe — a arte da prototipagem*. Retrieved from 2012 website: <http://www.tipografos.net/internet/wireframe.html>

Portela, F. & Q. R. (2018). *Introdução ao Desenvolvimento Moderno para a Web (1º; FCA, Ed.)*. Lisboa: Novembro de 2018.

Queiros, R. (2017). *Criação Rápida de Sites Responsivos com Bootstrap (Primeira;*

FCA, Ed.). Lisboa: 2017.

Rui C., G., & José A. S, C. (1997). *Estatística*. Lisboa: McGraw-Hill.

V.M, V. (1996). *Elementos de probabilidade e estatística*. Lisboa: Universidade Aberta.

Websites

A-Frame

Disponível em: <https://aframe.io/docs/0.9.0/introduction/>

Opens Sans

Disponível em: <https://fonts.google.com/specimen/Open+Sans>

Roboto

Disponível em: <https://fonts.google.com/specimen/Roboto>

Montserrat

Disponível em: <https://fonts.google.com/specimen/Montserrat>

Chief of Design

Disponível em: <https://www.chiefofdesign.com.br/psicologia-das-cores/>

Mdbootstrap

Disponível em: <https://mdbootstrap.com/>

Facebook share

Disponível em: <https://developers.facebook.com/docs/plugins/share-button/>

Mini curso A-Frame da UC

Disponível em: <https://aframe-uc.glitch.me/index.html>

Apêndices

Apêndice A- Wireframes

Versão *desktop*

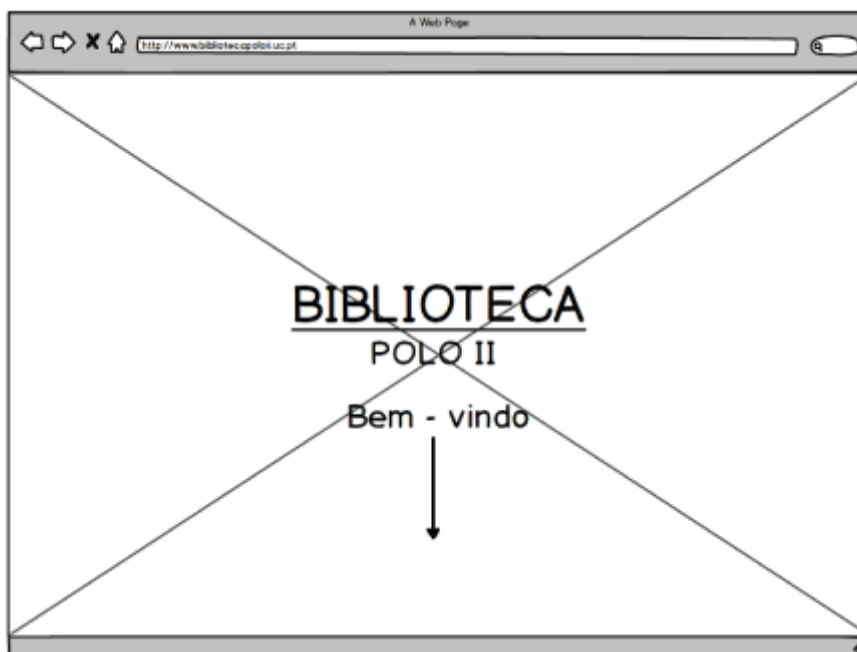


Figura 93: Página "Início" versão desktop

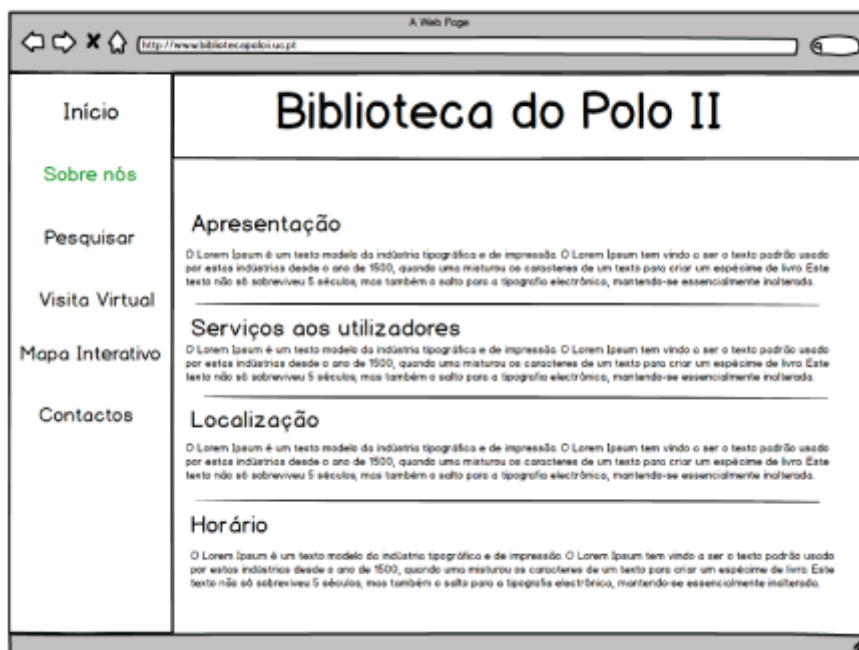


Figura 94: Página "Sobre Nós" versão desktop

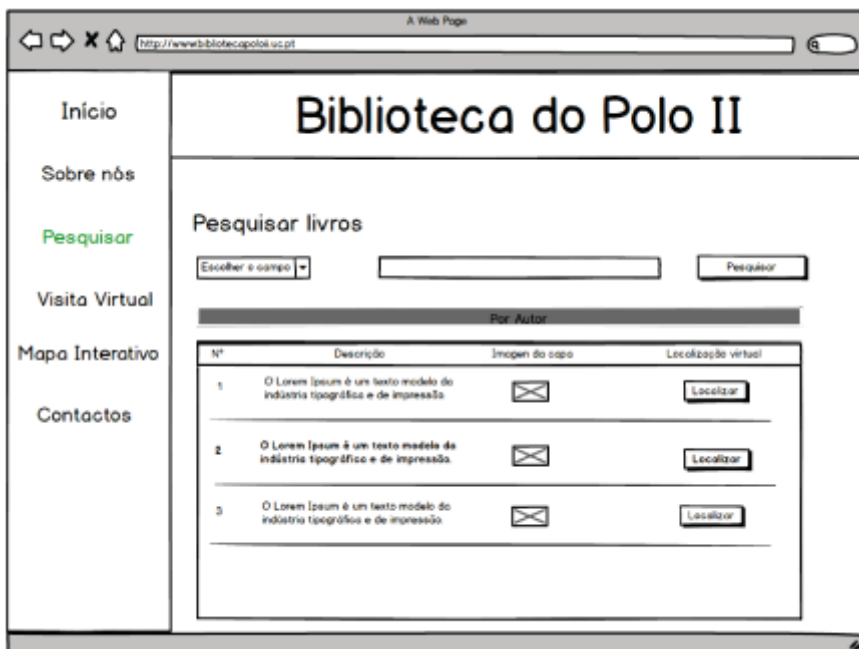


Figura 95: Página "Pesquisar" versão desktop

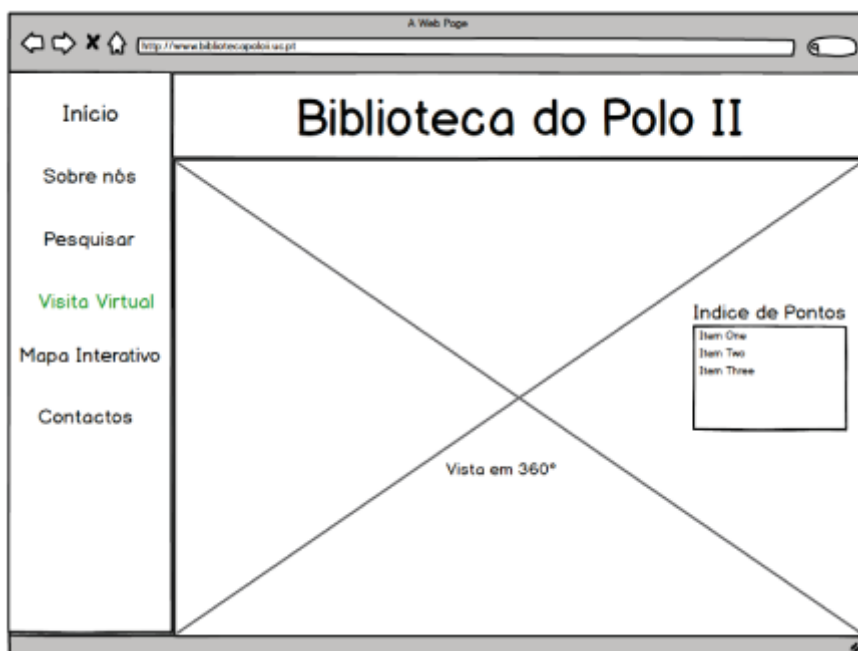


Figura 96: Página "Visita Virtual" versão desktop

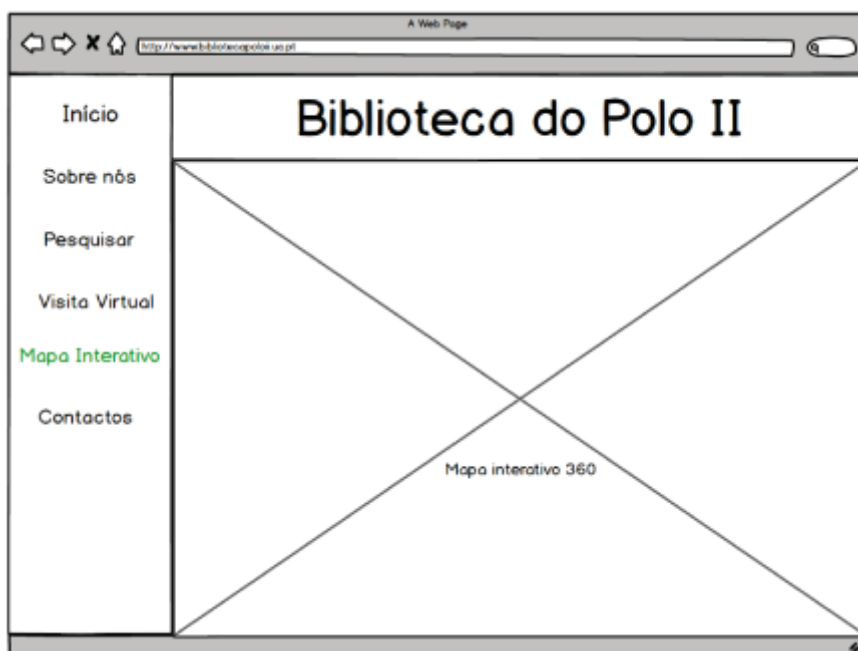


Figura 97: Página "Mapa Interativo" versão desktop

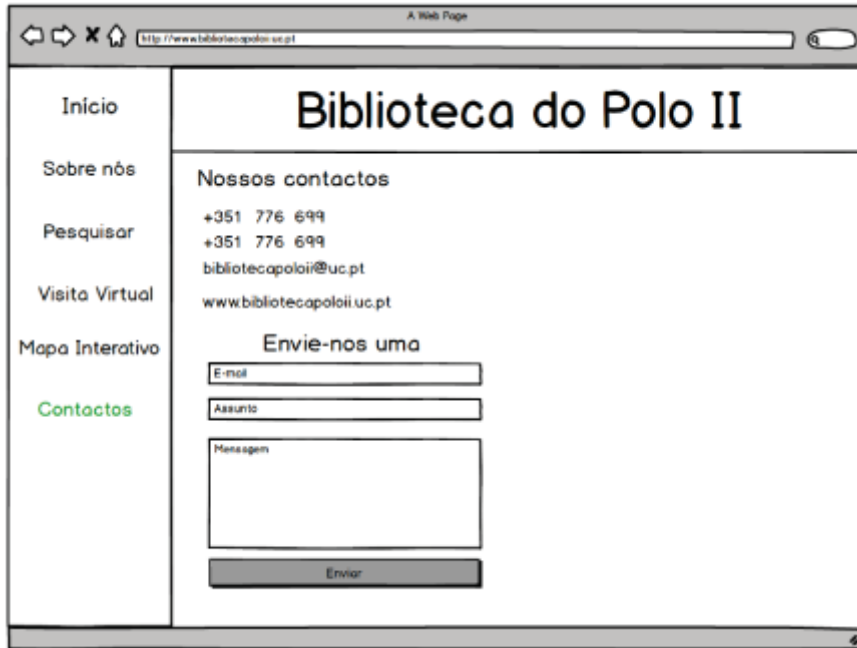


Figura 98: Página "Contactos" versão desktop

Versão Mobile



Figura 99: Página "Início" versão mobile



Figura 100: Página "Sobre nós" versão mobile

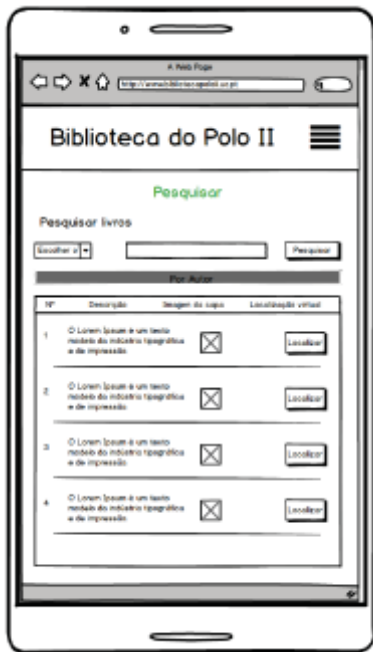


Figura 101: Página "Pesquisar" versão mobile



Figura 102: Página "Visita Virtual" versão mobile



Figura 103: Página "Mapa Interativo" versão mobile



Figura 104: Página "Contactos" versão mobile

Apêndice B- Resultados do teste de usabilidade final

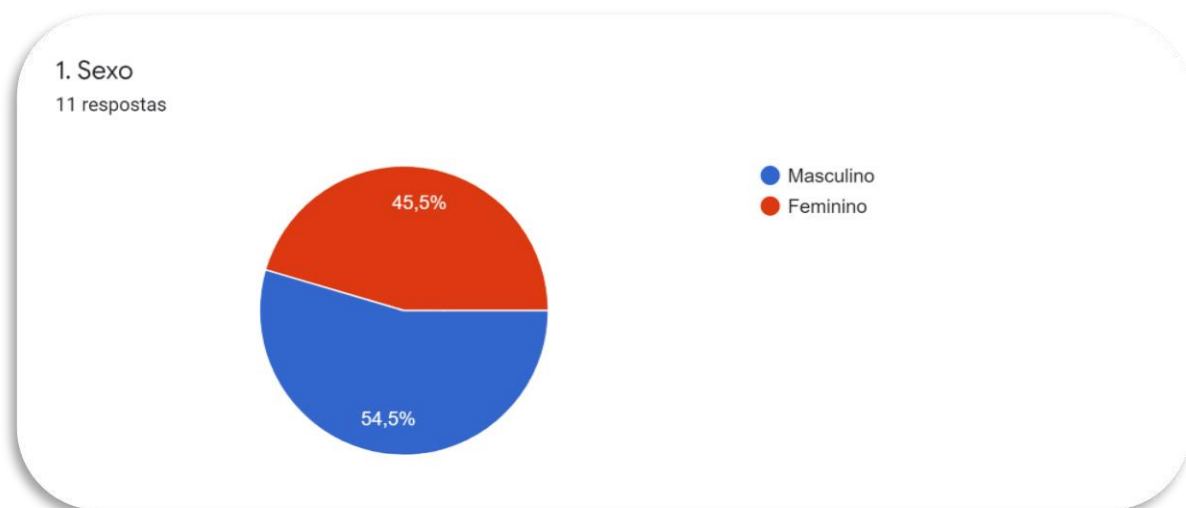


Figura 105: Dados da primeira questão do questionário

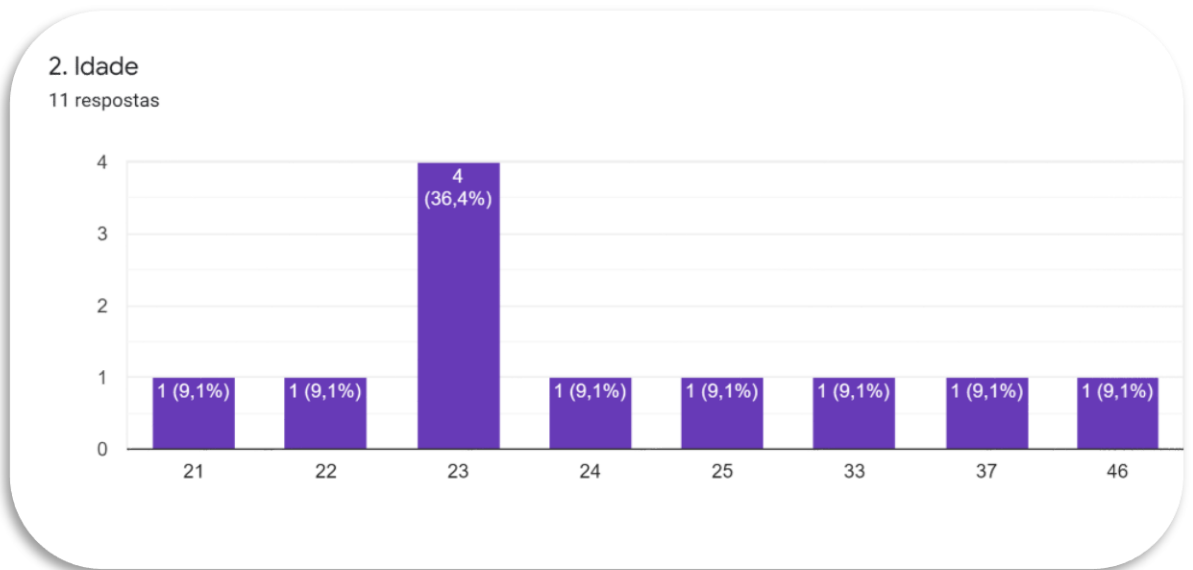


Figura 106: Dados da segunda questão do questionário

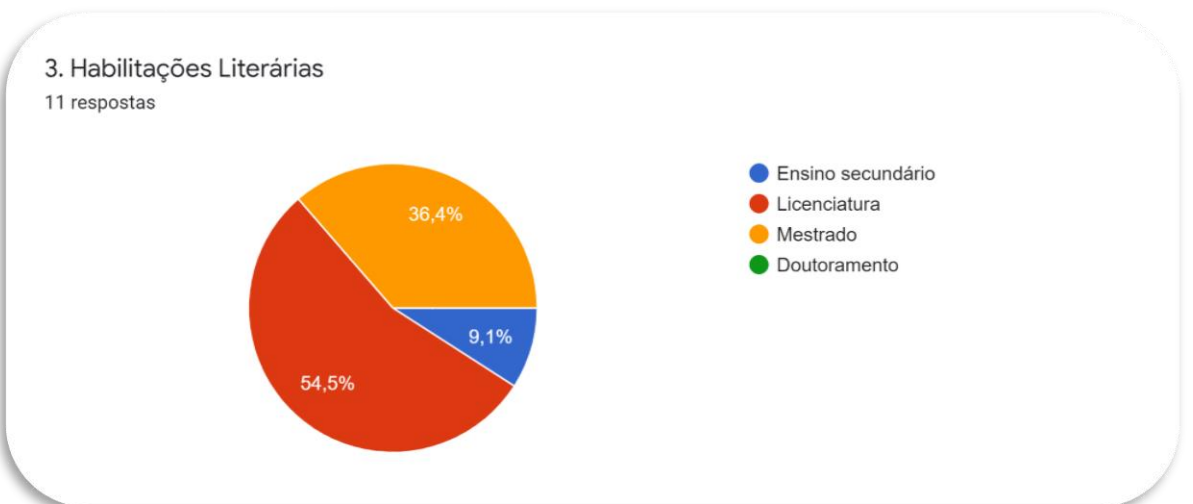


Figura 107: Dados da Terceira questão do questionário

4. Área de formação

11 respostas

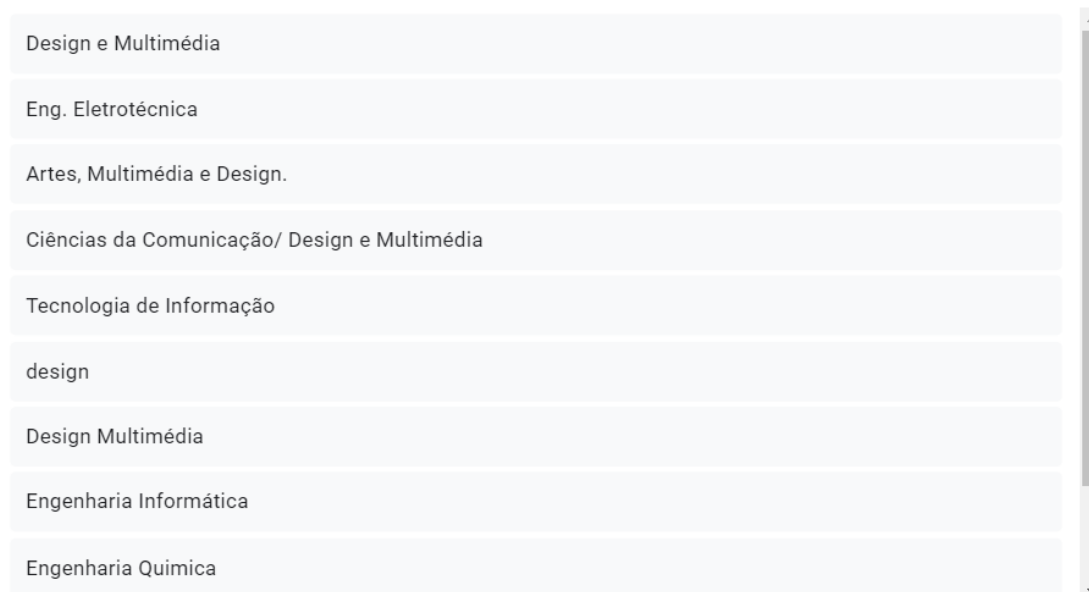


Figura 108: Dados da quarta questão do questionário



Figura 109: Dados da quinta questão do questionário

6. Se acedeu, quais foram os Websites?

11 respostas

Não me recordo dos nomes.
nenhum
Não
.
-
Nenhum, o primeiro website aceder.
Nenhum!
nunca
Nenhum.

Figura 110: Dados da sexta questão do questionário

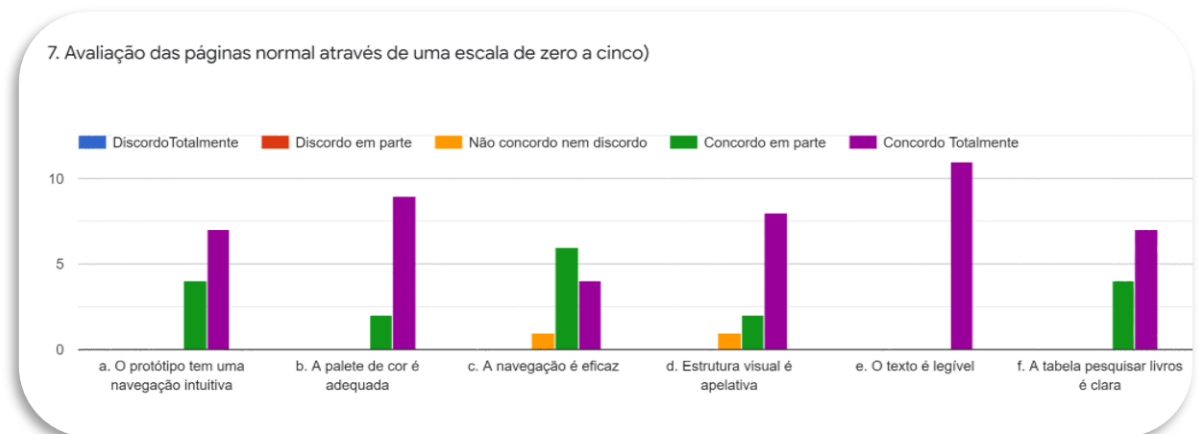


Figura 111: Dados da sétima questão do questionário

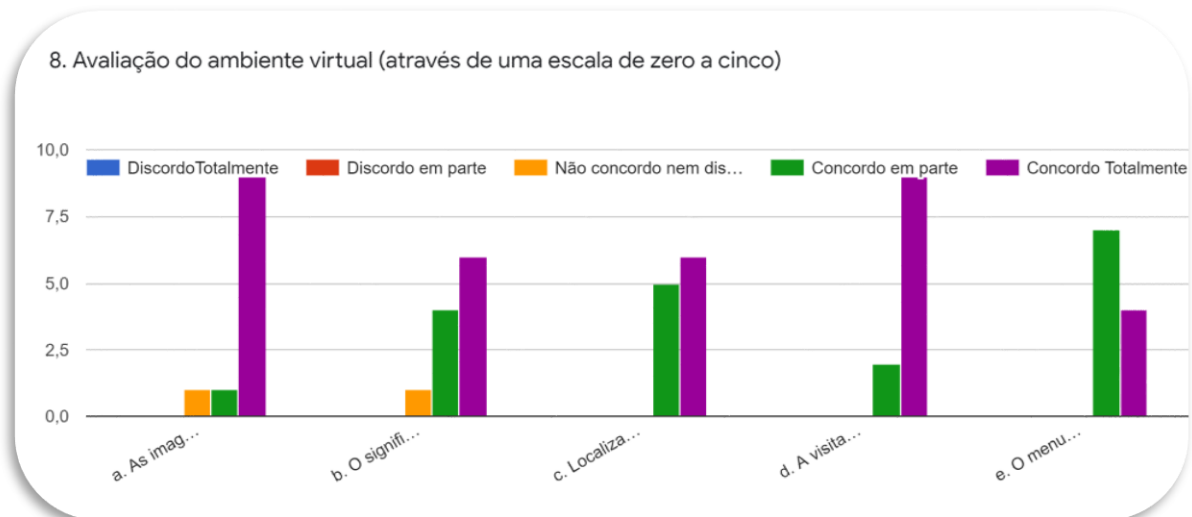


Figura 112: Dados da oitava questão do questionário

9. Comentários e sugestões

11 respostas

Fiquei na dúvida se todos os livros da estante poderiam ser vistos ou se só os livros que tinham o ícone azul poderiam ser vistos. Em relação ao mapa de navegação, acho que deveria estar visível da mesma forma que estão visíveis o ícone de partilha para o facebook e o ícone de ampliação da realidade virtual.

Para primeira experiencia com realidade virtual gostei bastante do protótipo. Sugiro apenas uma melhoria no menu de navegação da realidade virtual.

Menu de navegação não está explicito. Mudar menu de navegação para Mapa de navegação. Menu em hover tem pouco destaque. O menu é intuitivo e fácil de navegar.

O CURSOR DE NAVEGAÇÃO DA VISITA VIRTUAL PODIA ESTAR DIRECTAMENTE LIGADO COM O CURSOR DO PC(O OLHO). CREIO QUE SE NÃO FOSSE NECESÁRIO PRESSIONAR A TECLA ESQUERDA DO RATO PARA MOVER O OLHO A NAVEGAÇÃO SERIA MAIS EFICAZ E SUAVE.

Tive dificuldade em encontrar o menu de navegação, por isso, sugeria que fosse implementado algum botão ou chamada de atenção para esse mapa, não é intuitivo o seu acesso.

Figura 113: Comentários e sugestões do questionário

Apêndice C- Termo de Consentimento

BIBLIOTECA DO PÓLO II VISITA VIRTUAL

“Biblioteca do Pólo II visita Virtual” é um *website* que apresenta conteúdos em realidade virtual. Este *website* está a ser desenvolvido no âmbito da minha dissertação de Mestrado em Design e Multimédia. Para detetar falhas e perceber se a interface se comporta tal como é esperado tendo em conta os seus objetivos principais traçados, está a ser realizado este teste de usabilidade. Assim sendo, ao realizar o teste de usabilidade, pedimos que seja o mais honesto possível e sinta-se a vontade em dar os seus comentários e sugestões.

TERMO DE CONSENTIMENTO

QUAL É O OBJETIVO DESTES TESTES DE USABILIDADE?

O objetivo destes testes de usabilidade é avaliar o protótipo desenvolvido e não o utilizador.

QUEM PODE PARTICIPAR NESTE TESTE DE USABILIDADE?

Para participar neste teste de usabilidade é necessário (1) ter um PC com acesso à Internet; (2) ter o *browsers Google Chrome* instalado; (3) ter a ferramenta Zoom instalada.

O QUE SERÁ SOLICITADO NESTE TESTE DE USABILIDADE?

Será pedido para aceder ao *Link* do *website* e realizar algumas tarefas. O tempo despendido para a sua execução será cronometrado, bem como as dificuldades de interação serão anotadas, por este motivo, será informado que a reunião com o Zoom será gravada.

Por fim, será pedido para responder a um breve questionário, para aferir o grau de satisfação, eficácia e eficiência do protótipo.

QUANTO TEMPO VAI DURAR ESTE TESTE DE USABILIDADE?

Este teste de usabilidade durará cerca de 25 minutos. Poderá demorar mais ou menos tempo, dependendo de cada indivíduo.

POR QUE DEVO PARTICIPAR TESTE DE USABILIDADE?

A sua participação neste teste de usabilidade irá contribuir para a criação de uma ferramenta que vai facilitar a mobilidade no processo de atendimento e aquisição de livros, bem como incentivar os estudantes da Universidade a visitarem a Biblioteca com mais frequência.

AS MINHAS RESPOSTAS FORNECIDAS NESTE TESTE DE USABILIDADE SÃO CONFIDENCIAIS?

Não será pedido nenhum dado pessoal que permita identificar quem respondeu ao inquérito. Os dados apresentados serão tratados para fins estatísticos.

RECEBEREI ALGUMA RECOMPENSA POR PARTICIPAR NESTE TESTE DE USABILIDADE?

Não, não receberá nenhuma recompensa por participar neste teste de usabilidade.

SE EU COMEÇAR A RESPONDER ÀS QUESTÕES DESTE TESTE DE USABILIDADE, MAS NÃO ACABÁ-LAS?

Este é um teste de usabilidade voluntário, se decidir não continuar a participar neste teste de usabilidade, no decorrer na secção pode manifestar a intenção de parar a qualquer momento.

SE EU TIVER MAIS QUESTÕES PARA COLOCAR, QUEM POSSO CONTATAR?

Essas questões podem ser colocadas através de correio eletrónico:
antoniomingos1@hotmail.com

CONSENTIMENTO

Ao pressionar na opção “Próxima” abaixo referida, está a confirmar que leu o presente formulário de consentimento e considera que lhe foi fornecida toda a informação necessária acerca das características e objetivos deste teste de usabilidade, concordando com a sua participação neste teste de usabilidade, autorizando que as informações fornecidas por si sejam alvo de análise, confiando que as mesmas informações serão aproveitadas apenas para este teste de usabilidade.

VERIFICAÇÃO DOS PRÉ-REQUISITOS PARA REALIZAÇÃO DO TESTE DE USABILIDADE

PC com acesso à Internet.

Browsers Google Chrome instalado.

Ferramenta Zoom instalada.

Aceder o *Link* da reunião que lhe foi enviado.

Figura 114: Termo de Consentimento

Apêndice D- Testes de interfaces

Versão 1



< > C <http://www.bibliotecapoloii.uc.pt/inicio>

BIBLIOTECA DO POLO II VISITA VIRTUAL

Início

APRESENTAÇÃO

Sobre nós

Pesquisar livros

Visita virtual

Contactos



A biblioteca do polo II

Resultou da fusão das bibliotecas de Engenharia Civil, Engenharia Eletrotécnica e de computadores, Engenharia Informática, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Engenharia Civil em setembro de 2013 e Ciências da Terra em Janeiro de 2014, por estarem todas equidistantes.

1. Livros

Os livros de engenharia estão organizados por áreas temáticas, nas estantes que rodeiam a sala de leitura, e os de Ciências da Terra na sala seguinte, à direita.

O acesso às estantes é livre devendo os livros retirados para consulta ser depositados após a utilização no carro de transporte de livros, à entrada da sala.

2. Sala de referência

Na sala à esquerda da sala de leitura encontra-se as obras de referência (manuais, dicionários, tabelas) e exposições de aquisições recentes. Esta sala destina-se para estudos em grupo.

< > C <http://www.bibliotecapoloii.uc.pt/inicio> <http://www.bibliotecapoloii.uc.pt>

BIBLIOTECA DO POLO II VISITA VIRTUAL

Início

Sobre nós


Pesquisar livros

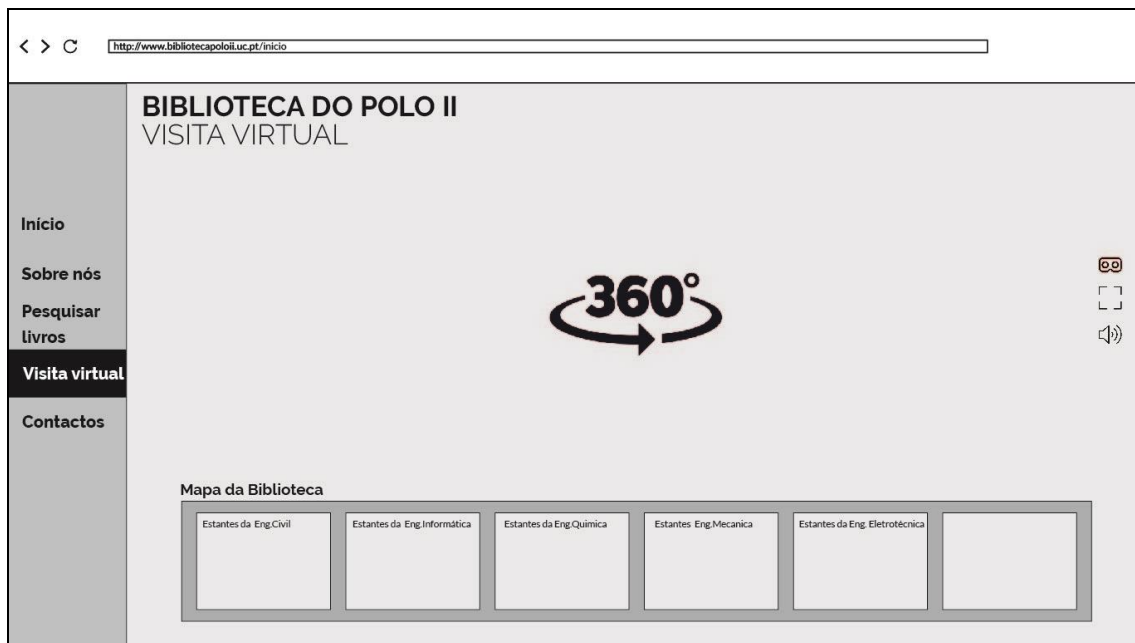
Visita virtual

Contactos

Escolher campo Introduza o nome de um autor

Pesquisar

Nº	Descrição	Capa	Localização Virtual
1	"Introdução ao Desenvolvimento Moderno para a Web Autor: Filipe Portela & Ricardo Queiros "		
2	"JavaScript 6 Autor: Luís Abreu "		
3	"InDesign CS5 Autora: Catarina Lélis "		



Versão 2



< > C <http://www.bibliotecapoloii.uc.pt/inicio>

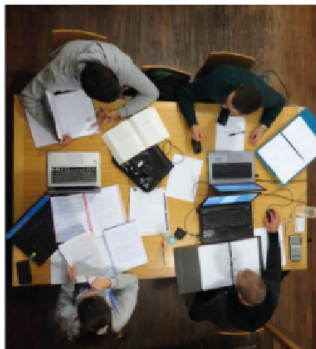
BIBLIOTECA DO POLO II
VISITA VIRTUAL

INÍCIO SOBRE NÓS PESQUISAR LIVROS VISITA VIRTUAL CONTACTOS

< **Slideshow com imagens** >

BIBLIOTECA DO POLO II

VISITA VIRTUAL



APRESENTAÇÃO

A biblioteca do polo II

Resultou da fusão das bibliotecas de Engenharia Civil, Engenharia Eletrotécnica e de computadores, Engenharia Informática, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Engenharia Civil em setembro de 2013 e Ciências da Terra em Janeiro de 2014, por estarem todas equidistantes.

1. Livros

Os livros de engenharia estão organizados por áreas temáticas, nas estantes que rodeiam a sala de leitura, e os de Ciências da Terra na sala seguinte, à direita. O acesso às estantes é livre devendo os livros retirados para consulta ser depositados após a utilização no carro de transporte de livros, à entrada da sala.

2. Sala de referência

Na sala à esquerda da sala de leitura encontra-se as obras de referência (manuais, dicionários, tabelas) e exposições de aquisições recentes. Esta sala destina-se para estudos em grupo.

BIBLIOTECA DO POLO II

VISITA VIRTUAL




Escolher campo▼ Introduza o nome de um autor **Pesquisar**


Nº	Descrição	Capa	Localização Virtual
1	"Introdução ao Desenvolvimento Moderno para a Web Autor: Filipe Portela & Ricardo Queiros "		
2	"JavaScript 6 Autor: Luis Abreu "		
3	"InDesign CS5 Autora: Catarina Lélis "		

< > C <http://www.bibliotecapoloii.uc.pt/visitavirtual>

BIBLIOTECA DO POLO II
VISITA VIRTUAL

INÍCIO SOBRE NÓS PESQUISAR LIVROS **VISITA VIRTUAL** CONTACTOS



Mapa da Biblioteca

Estantes da Eng.Civil	Estantes da Eng.Informática	Estantes da Eng.Química	Estantes Eng.Mecânica	Estantes da Eng. Eletrotécnica	Estantes da Ciência da Terra
-----------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------	--------------------------------	------------------------------

< > C <http://www.bibliotecapoloii.uc.pt/contactos>

BIBLIOTECA DO POLO II
VISITA VIRTUAL

INÍCIO SOBRE NÓS PESQUISAR LIVROS VISITA VIRTUAL **CONTACTOS**

Espaço Físico

Telefone
+351 776 699

Horário
 Segunda-feira | 09:15-19:30
 Terça-feira | 09:15-19:30
 Quarta-feira | 09:15-19:30
 Quinta-feira | 10:00-19:30
 Sexta-feira | 09:15-19:30
 Sábado | Encerrado
 Domingo | Encerrado

Localização
Rua Luis Reis dos Santos, Coimbra



Nome

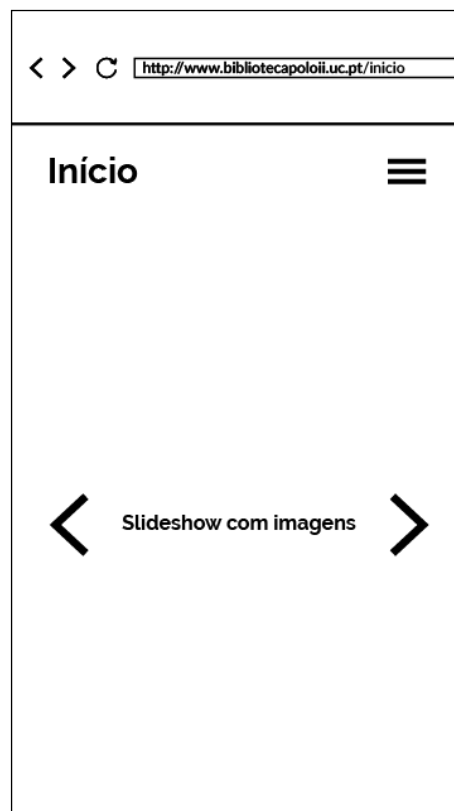
E-mail

Telefone

Mensagem

Enviar

Versão 3



< > C <http://www.bibliotecapoloii.uc.pt/sobrenos>

Sobre nós

Apresentação

A biblioteca do polo II resultou da fusão das bibliotecas de Engenharia Civil, Engenharia Eletrotécnica e de computadores, Engenharia Informática, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Engenharia Civil em setembro de 2013 e Ciências da Terra em Janeiro de 2014, por estarem todas equidistantes.

Serviços aos utilizadores

"Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam eget ligula eu lectus lobortis condimentum. Aliquam nonummy auctor massa.

Localização

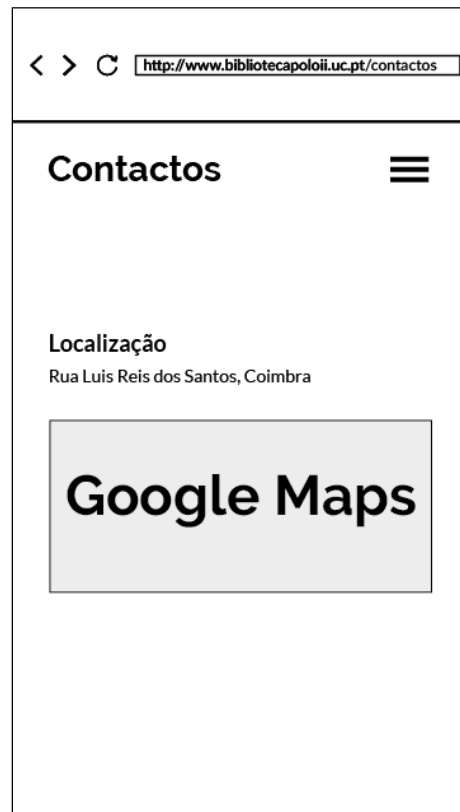
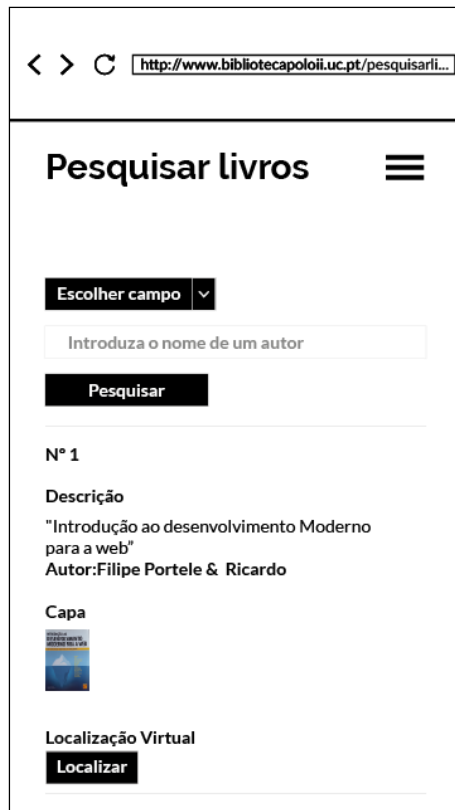
"Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam eget ligula eu lectus lobortis condimentum. Aliquam nonummy auctor massa.

< > C <http://www.bibliotecapoloii.uc.pt/sobrenos>

Sobre nós

Horário

"Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam eget ligula eu lectus lobortis condimentum. Aliquam nonummy auctor massa.



Apêndice E- Interface final

Versão Desktop



Figura 115: Versão desktop final "página início"



Figura 116: Versão desktop final "página sobre nós" com painel modal ativo

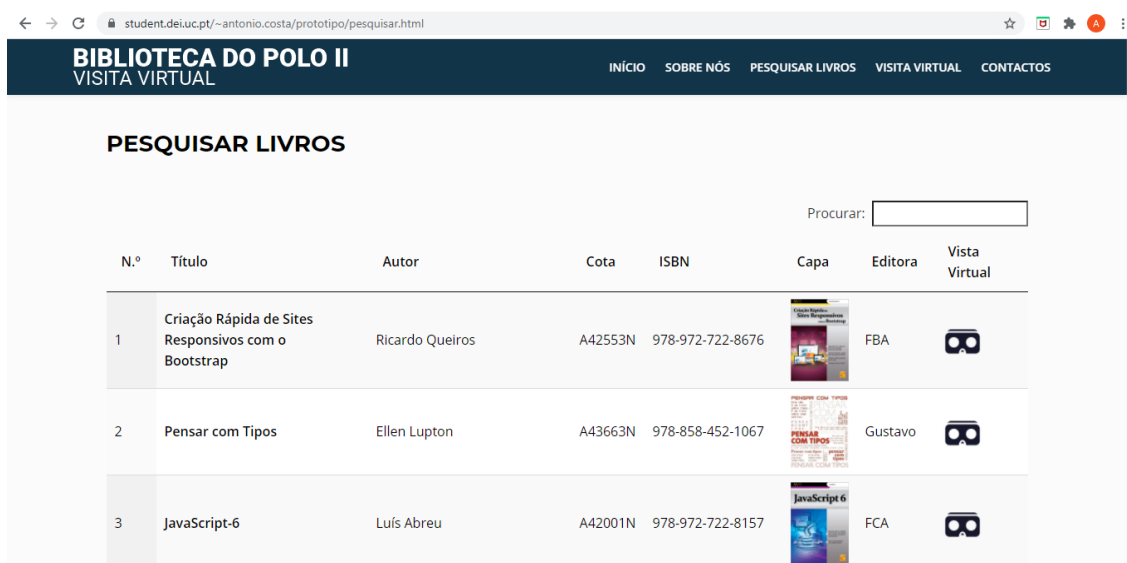


Figura 117: Versão desktop final "página pesquisar livros"



Figura 118: Versão desktop final "página visita virtual"

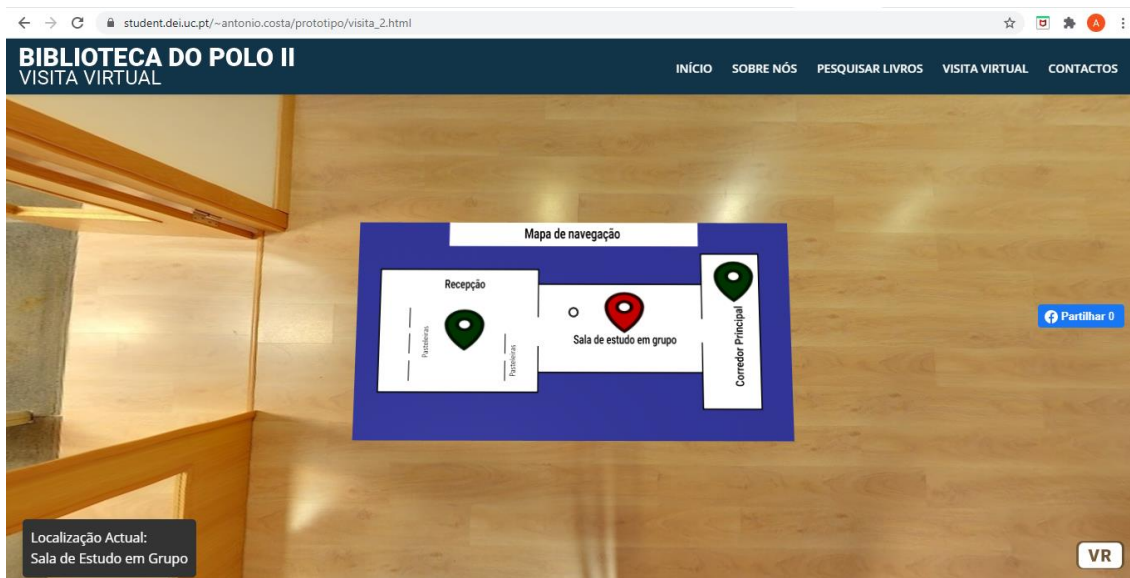


Figura 119: Versão desktop final "mapa de navegação "

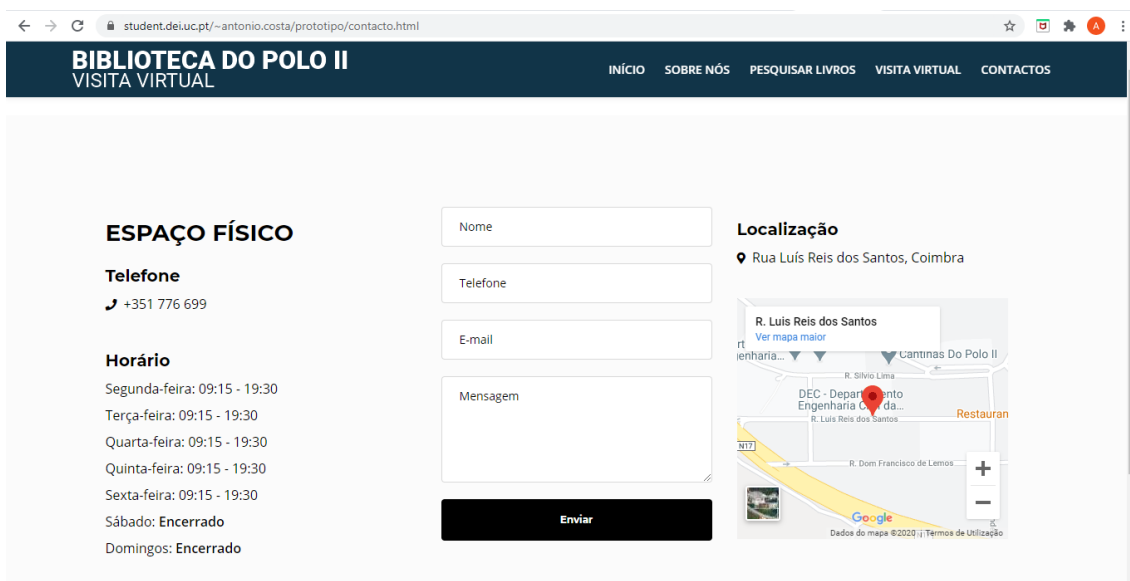


Figura 120: Versão desktop final "página contato"

Versão Mobile



Figura 121: Versão mobile final
"página início"



Figura 122: Versão mobile final
"página pesquisar livros"

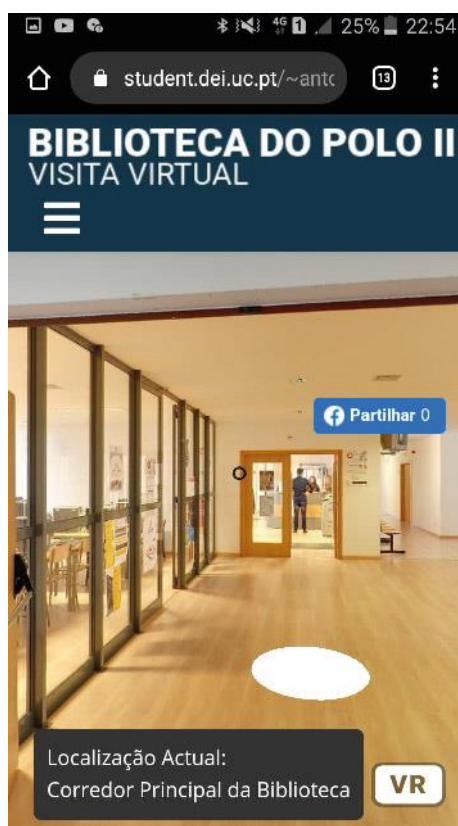


Figura 123: Versão mobile final
"página visita virtual"



APRESENTAÇÃO

Biblioteca do Polo II

A Biblioteca do Polo II resultou da fusão das bibliotecas de Engenharia Civil, Engenharia Eletrotécnica e de computadores, Engenharia Informática, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Engenharia Civil em setembro de 2013 e Ciências da Terra em Janeiro de 2014, por estarem todas equidistantes.

1. Livros

Os livros de engenharia estão organizados por áreas temáticas, nas estantes que rodeiam a sala de leitura, e os de Ciências da Terra na sala seguinte, à direita. O acesso às estantes é livre devendo os livros retirados para consulta ser depositados após a utilização no carro de transporte de livro.

2. Sala de Referência

Na sala à esquerda da sala de leitura encontra-se as obras de referência (manuais, dicionários, tabelas) e exposições de aquisições recentes. Esta sala destina-se para estudos em grupo.

Figura 124: Versão mobile final
"página sobre nós"

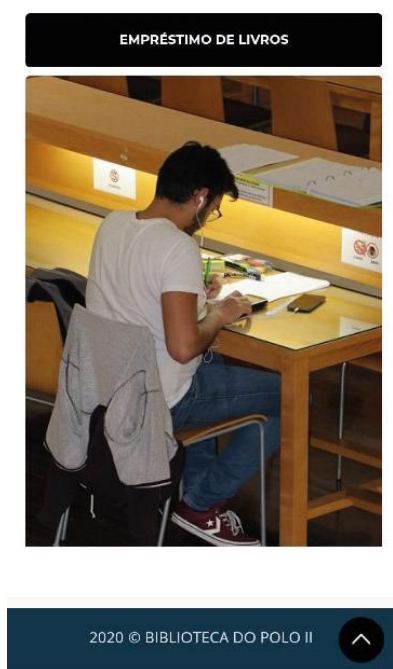


Figura 125: Versão mobile final "página sobre nós" com painel modal ativo



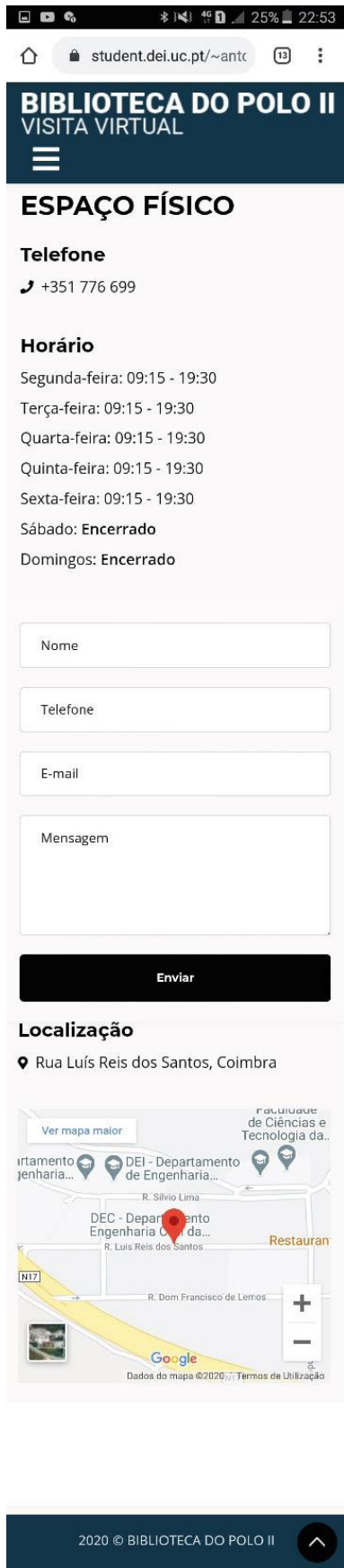


Figura 126: Versão desktop final "página contatos"