

DM

**Aumentando a Usabilidade
dos Sistemas Gestores
de Exposições Interativas
para Curadores de Museus**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

João Baptista Coelho Freitas
MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA



UNIVERSIDADE da MADEIRA

A Nossa Universidade

www.uma.pt

setembro | 2022

Aumentando a Usabilidade dos Sistemas Gestores de Exposições Interativas para Curadores de Museus

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

João Baptista Coelho Freitas
MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

ORIENTAÇÃO
Pedro Filipe Pereira Campos

COORIENTAÇÃO
Vanessa Quintal Cesário



FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E DA ENGENHARIA

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

Aumentando a Usabilidade dos Sistemas Gestores de Exposições Interativas para Curadores de Museus

João Baptista Coelho Freitas

Orientado por:

Pedro Campos

Vanessa Cesário

Constituição do júri de provas públicas:

Karolina Baras (Professora Auxiliar da Universidade da Madeira), Presidente

Filipe Magno de Gouveia Quintal (Professor Auxiliar da Universidade da Madeira), Arguente

Vanessa Quintal Cesário (Professora Auxiliar Convidada do Instituto Superior Técnico da
Universidade de Lisboa), Coorientadora

30 de novembro de 2022

Resumo

A investigação sobre os museus e património cultural tem-se centrado no envolvimento da experiência do visitante em exposições interativas e na forma como esta experiência pode ser apoiada e melhorada, em vez de se centrar no processo e práticas de conceção dos curadores dos museus que criam as exposições interativas.

Os curadores dos museus são responsáveis por moldar experiências nos espaços museológicos e devem estar envolvidos na idealização de ferramentas interativas como atores ativos no desenvolvimento do processo de conceção tecnológica. Pelo facto destes profissionais terem a responsabilidade de cuidar, manter e divulgar o património cultural existente, estes são frequentemente denominados Profissionais do Património Cultural (PPC).

A inclusão da tecnologia digital pode ser vista como o desejo de comunicar material invisível presente nos museus, tornando os visitantes mais conscientes do seu ambiente. Contudo, se as ferramentas de criação de experiências interativas forem difíceis de utilizar, estas podem dificultar e prejudicar o entendimento dos curadores. Da mesma forma se as experiências interativas criadas pelos curadores forem difíceis de consumir e manipular, estas podem distrair os visitantes de se envolverem nas exposições.

Esta tese apresenta um sistema que procura auxiliar os curadores de museus na conceção de ferramentas interativas, de forma fácil e intuitiva. Além disso, é também apresentado um protótipo de aplicação móvel, de fácil utilização, que permite que os visitantes dos museus, consigam usufruir das experiências interativas criadas pelos curadores do próprio museu. Como forma de validar o sistema procedeu-se à realização de 4 casos de estudo distintos. Todos os casos de estudo tiveram lugar na Ilha da Madeira, mais precisamente na cidade do Funchal e envolveram 3 diferentes museus. Contabilizando todos os casos de estudo efetuados, foram possíveis obter dados referentes a um total de 9 curadores e 59 visitantes.

Keywords: Património Cultural · Tecnologias Interativas · Exposições Interativas · Realidade Aumentada

Abstract

Research on museums and cultural heritage has focused on engaging the visitor experience in interactive exhibitions and on how this experience can be supported and enhanced, rather than on the design process and practices of museum curators who create the interactive exhibits.

Museum curators are responsible for shaping experiences in museum spaces and must be involved in the idealization of interactive tools as active actors in the development of the technological design process. Because these professionals are responsible for caring, maintaining and disseminating the existing cultural heritage, they are often called Cultural Heritage Professionals.

The inclusion of digital technology can be seen as the desire to communicate invisible material present in museums, making visitors more aware of their environment. However, if tools for creating interactive experiences are difficult to use, they can be hard for curators to understand. Likewise, if the interactive experiences created by curators are difficult to consume and manipulate, they can distract visitors from engaging with the exhibits.

This thesis presents a system that seeks to help museum curators in the design of interactive tools, in an easy and intuitive way. In addition, an easy-to-use mobile application prototype is also presented, which allows museum visitors to enjoy the interactive experiences created by the museum's curators. As a way of validating the system, 4 different case studies were carried out. All case studies took place on Madeira Island, more precisely in the city of Funchal and involved 3 different museums. Counting all the case studies carried out, it was possible to obtain data referring to a total of 9 curators and 59 visitors.

Keywords: Cultural Heritage · Interactive Technologies · Interactive Exhibitions · Augmented Reality

Agradecimentos

A presente dissertação vem concluir aquele que foi mais um capítulo na minha vida e, por isso, gostaria de agradecer a todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para que tudo isto fosse possível, deixando um agradecimento especial a algumas pessoas.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador, professor Pedro Campos e à minha coorientadora, professora Vanessa Cesário, por toda a disponibilidade, amabilidade, preocupação e esclarecimentos ao longo de todo este processo.

Agradeço também a todos os profissionais dos museus nos quais eu estive presente, com especial apreço aos profissionais do Museu de História Natural do Funchal. Deixo também o meu agradecimento a todas as pessoas que se mostraram disponíveis a testar e a dar a sua opinião relativamente ao sistema, pois a vossa ajuda foi totalmente indispensável para que tudo isto fosse possível.

Gostava de deixar também um agradecimento a toda a minha família, com especial destaque para meus pais, irmão e avó, que estiveram sempre presentes e motivaram-me quando eu mais necessitei.

Por último, mas não menos importante, gostaria de agradecer à minha namorada por todo o seu apoio e motivação ao longo desta jornada. Obrigado por teres aparecido assim na minha vida e a teres a tornado muito melhor.

A todos vocês um muito obrigado!

Conteúdo

Resumo	ii
Abstract	iii
Agradecimentos	iv
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xi
Lista de Acrónimos	xii
Capítulos	1
1 Introdução	1
1.1 Motivação	2
1.2 Questões de investigação	2
1.3 Estrutura do Documento	3
2 Estado da arte	5
2.1 Museus e Tecnologias	5
2.2 Aplicações para a elaboração de exposições por parte dos PPC	8
2.3 Dificuldades sentidas pelos PPC	9
2.4 Recetividade às diferentes tecnologias	11
2.4.1 A recetividade dos PPC	11
2.4.2 A recetividade do público	12
3 Metodologia	15
3.1 O Museu de História Natural do Funchal	15
3.2 Validação do conceito	15
3.3 Sistema a construir	17
3.4 Testes e recetividade	18
4 Especificação da solução	19
4.1 EasyMuseumARCreator	20
4.1.1 A introdução de novos conteúdos	20
4.1.2 A edição de conteúdos	21
4.1.3 Desabilitação de conteúdos	21
4.1.4 Eliminação definitiva de conteúdos	21
4.1.5 A “tradução” de conteúdos	21
4.1.6 A obtenção do código QR	22
4.2 EasyMuseumARViewer	22
4.2.1 O suporte a diferentes idiomas	23
4.2.2 Visualização de conteúdos através de realidade aumentada	23
4.2.3 “Desbloqueio” de conteúdo através de marcadores	23
4.2.4 Interação com os elementos a visualizar	24

5	Arquitetura do sistema e decisões arquiteturais	25
5.1	Arquitetura cliente-servidor	25
5.2	A <i>Firebase</i> como <i>Backend-as-a-Service</i> (BaaS)	25
5.3	<i>Firebase Authentication</i>	26
5.4	<i>Firebase Storage</i>	26
5.5	<i>Firestore Database</i>	26
5.6	O modelo de dados	27
5.6.1	Dados guardados na <i>Firestore Database</i>	27
5.6.2	Ficheiros guardados na <i>Firebase Storage</i>	30
6	Implementação do sistema	33
6.1	EasyMuseumARCreator	34
6.1.1	Autenticação do sistema	34
6.1.1.1	Componente de registo	36
6.1.1.2	Componente de <i>login</i>	37
6.1.1.3	Componente de recuperação de palavra-passe	38
6.1.2	O perfil do curador	39
6.1.2.1	Visualização do perfil	40
6.1.2.2	Edição do perfil	40
6.1.3	Componente de criação de um conteúdo interativo	41
6.1.3.1	Validação da informação introduzida	44
6.1.3.2	<i>Upload</i> do conteúdo e criação	45
6.1.4	Componente de gestão de conteúdos	46
6.1.4.1	A alteração do estado de um conteúdo interativo	47
6.1.4.2	Componente de criação de um conteúdo interativo noutro idioma	48
6.1.4.3	Componente de edição de conteúdos	50
6.1.4.4	Componente de alteração do tamanho do marcador do conteúdo interativo	53
6.1.4.5	A eliminação de um conteúdo interativo	55
6.1.4.6	Componente de obtenção do código QR de um conteúdo interativo	56
6.2	EasyMuseumARViewer	58
6.2.1	Página inicial da aplicação	59
6.2.1.1	Autenticação no sistema <i>mobile</i>	59
6.2.1.2	Utilização da biblioteca <i>i18next</i> para as traduções	60
6.2.2	Componente de visualização de conteúdos em realidade aumentada	62
6.2.2.1	Navegador de cenários e <i>interface</i> de controlo de conteúdos	63
6.2.2.2	Cenário de realidade aumentada	66
7	Comparativo entre soluções existentes e solução desenvolvida	71
7.1	<i>Metaverse Studio</i>	71
7.2	<i>FrameVR</i>	72
7.3	Genially	72
7.4	WordWall	73
7.5	Lapentor	73
7.6	Conclusões	74

8	Casos de estudo e testes realizados	75
8.1	Intervenções com curadores da cidade do Funchal	75
8.1.1	Objetivos das intervenções.....	75
8.1.2	Procedimento das intervenções.....	75
8.1.3	Utilização da plataforma por parte dos curadores.....	76
8.1.4	Entrevistas semiestruturadas.....	77
8.1.5	Utilização da <i>System Usability Scale</i> (SUS)	78
8.1.6	Caso de estudo I, os curadores do Museu de História Natural do Funchal	79
8.1.6.1	Resultados da utilização da plataforma por parte dos curadores e respetiva análise	79
8.1.6.2	Resultados das entrevistas semiestruturadas e respetiva análise	80
8.1.6.3	Resultados da aplicação da <i>System Usability Scale</i> e respetiva análise.....	81
8.1.7	Caso de estudo II, as profissionais do Museu “A Cidade do Açúcar”	82
8.1.7.1	Resultados da utilização da plataforma por parte das curadoras e respetiva análise	82
8.1.7.2	Resultados obtidos através das entrevistas semiestruturadas e respetiva análise.....	83
8.1.7.3	Resultados obtidos pela aplicação da <i>System Usability Scale</i> e respetiva análise.....	84
8.1.8	Caso de estudo III, a curadora do Museu da Quinta das Cruzes ..	85
8.1.8.1	Resultados da utilização da plataforma por parte da curadora e respetiva análise	85
8.1.8.2	Resultados obtidos através da entrevista semiestruturada e respetiva análise	86
8.1.8.3	Resultados obtidos pela aplicação da <i>System Usability Scale</i> e respetiva análise.....	87
8.1.9	Conclusões relativas ao estudo com os curadores da cidade do Funchal	87
8.2	Caso de estudo IV, intervenções com visitantes do Museu de História Natural do Funchal	89
8.2.1	Objetivo das intervenções.....	89
8.2.2	Procedimento das intervenções.....	89
8.2.3	Aplicação da <i>Museum Experience Scale</i>	90
8.2.4	Análise do índice de retenção dos visitantes	90
8.2.5	Resultados da <i>Museum Experience Scale</i> e respetiva análise.....	91
8.2.6	Resultados do índice de retenção dos visitantes e respetiva análise	92
8.2.7	Aspetos referidos pelos visitantes e respetiva análise	92
9	Conclusões Finais	95
9.1	Objetivo da dissertação.....	95
9.2	Dificuldades encontradas	96
9.3	Trabalho futuro	96
9.4	Síntese e conclusões	97

Referências	99
Apêndice	106
A Questões e respostas obtidas relativamente ao sistema a construir.....	106
B Quadro-resumo com necessidades inferidas	110
C Amostra de curadores que participaram nos estudos	111
D Amostra de visitantes que participaram nos estudos	112
E Resultados análise utilização da plataforma para curadores do Museu de História Natural	114
F Resultados análise utilização plataforma obtidos para curadoras do Museu “A Cidade do Açúcar”	125
G Resultados análise utilização da plataforma para curadora do Museu da Quinta das Cruzes.....	129
H Entrevistas efetuadas aos curadores do Museu de História Natural do Funchal.....	131
I Entrevistas efetuadas às curadoras do Museu “A Cidade do Açúcar”	137
J Entrevista efetuada à curadora do Museu da Quinta das Cruzes	139
K Resultados <i>System Usability Scale</i> para curadores do Museu de História Natural do Funchal.....	141
L Resultados <i>System Usability Scale</i> para curadoras do Museu “A Cidade do Açúcar”	142
M Resultado <i>System Usability Scale</i> para curadora do Museu da Quinta das Cruzes	143
N Resultados da <i>Museum Experience Scale</i>	144
O Resultados índice de retenção dos visitantes	146
P aspetos referidos pelos visitantes	148
Anexos	156
I Formulário da <i>System Usability Scale</i> , adaptado aos curadores.....	156
II Consentimento informado, dirigido aos curadores dos museus	157
III Consentimento informado, dirigido aos visitantes portugueses	159
IV Consentimento informado, dirigido aos visitantes estrangeiros	161
V Formulário <i>Museum Experience Scale</i> , adaptado aos visitantes portugueses	163
VI Formulário <i>Museum Experience Scale</i> , adaptado aos visitantes estrangeiros	165

Lista de Figuras

1	O Museu de História Natural do Funchal.....	15
2	<i>Storyboard iniciais</i>	17
3	A arquitetura do sistema.....	25
4	Estrutura de documento do tipo “ <i>Users</i> ”	28
5	Estrutura de documento do tipo “ <i>Items</i> ”	29
6	Exemplo de informação guardada para um conteúdo interativo no idioma português ...	30
7	Exemplo de estrutura da “ <i>Firestore Storage</i> ” de um conteúdo interativo.....	31
8	Paralelismo entre o <i>Property Drilling</i> e o padrão <i>Context</i>	35
9	Implementação do <i>AuthProvider</i>	35
10	Página de registo da aplicação <i>desktop</i>	36
11	Função de <i>signup</i> presente no <i>AuthContext</i>	36
12	Página de login da aplicação <i>desktop</i>	37
13	Código responsável pelo <i>login</i> na aplicação e variável que guarda o utilizador autenticado	37
14	Código da componente referente às rotas privadas	38
15	Componente para a recuperação da palavra-passe	38
16	Função que se encarrega de efetuar o pedido de recuperação de palavra-passe	39
17	<i>Email</i> que permite recuperar a palavra-passe, recebido pelo curador	39
18	<i>Interface</i> de visualização do perfil	40
19	Função que permite a obtenção do utilizador através do seu identificador.....	40
20	<i>Interface</i> de edição do perfil do curador	41
21	Excerto de código que verifica quais as informações a alterar	41
22	<i>Interface</i> de criação de conteúdo interativo	42
23	Menu expansível disponível para cada conteúdo ativo	42
24	Menu expansível aberto para um conteúdo do tipo texto	43
25	Exemplo de verificação do conteúdo introduzido pelo curador	44
26	Funções responsáveis por selecionar as abas e abrir os menus expansíveis	45
27	Excerto de código responsável por criar o conteúdo interativo.....	46
28	<i>Interface</i> de gestão dos conteúdos interativos criados	47
29	<i>Popup</i> de solicitação da alteração de estado	47
30	Função <i>changeItemStatus</i> responsável por alterar o estado de um conteúdo interativo ...	48
31	<i>Interface</i> para a criação de conteúdo noutra linguagem	48
32	Excerto de código responsável por criar conteúdo noutra linguagem	49
33	Botão que permite a edição de um conteúdo interativo.....	50
34	Capacidade de alteração da componente de edição de conteúdos.....	50
35	<i>Interface</i> do componente de edição de conteúdos	51
36	Função <i>getData</i> responsável por obter dados para edição	51
37	Excerto de código responsável por efetuar a edição de conteúdos	52
38	Botão que permite a alteração do tamanho do marcador do conteúdo interativo	53
39	<i>Interface</i> para alteração do tamanho dos marcadores dos conteúdos interativos.....	53
40	Função <i>getDocument</i> que permite a obtenção de um documento da <i>Firestore Database</i> ..	54
41	Função <i>updateMaxValueFromContent</i> que atualiza o tamanho dos conteúdos.....	54

42	Excerto de código responsável por atualizar o tamanho do marcador	55
43	Botão que permite efetuar a eliminação de um conteúdo interativo	55
44	<i>Popup</i> de confirmação para eliminar o conteúdo	55
45	Função <i>deleteItem</i> responsável por apagar um conteúdo interativo	56
46	Botão que permite obter o código QR (marcador) de um conteúdo interativo	56
47	<i>Interface</i> de obtenção do marcador de um conteúdo interativo	57
48	Função <i>handleGetQRCode</i> responsável por obter o marcador de um conteúdo interativo	58
49	<i>Interface</i> da página inicial da aplicação móvel	59
50	Função <i>loginUserAnonymously</i> , responsável por autenticar anonimamente o utilizador	60
51	Função responsável por redirecionar o utilizador, após se autenticar anonimamente	60
52	Ficheiro de configuração da biblioteca <i>i18next</i>	61
53	Algumas traduções para idiomas distintos	61
54	Exemplo de conteúdo a ser traduzido	62
55	Função responsável por identificar o idioma do utilizador	62
56	Seletor de idioma da aplicação móvel	62
57	Estrutura da componente de visualização de conteúdos em realidade aumentada	63
58	Funções responsáveis pela aquisição dos dados na aplicação móvel	63
59	Estrutura do seletor de cenários <i>ViroARSceneNavigator</i>	64
60	Exemplos de páginas para o controlo de conteúdos interativos	65
61	Função responsável por interceptar os eventos que ditam o estado do <i>tracking</i>	66
62	Excerto de código responsável pela criação e população do cenário de realidade aumentada	67
63	Representação do <i>React state</i> que guarda o estado dos sensores	67
64	Criação dos marcadores que despoletam os conteúdos interativos	68
65	Processo de população dos marcadores com o conteúdo	69
66	Exemplos de conteúdos aumentados, ao efetuar o <i>scan</i> do marcador	70
67	Curadores a utilizar o sistema para realização das tarefas	77
68	Escala qualitativa para a SUS, retirada de “Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale”, de Bangor et al.	78
69	Resultado SUS para curadores do Museu de História Natural do Funchal	82
70	Resultado SUS para curadoras do Museu “A Cidade do Açúcar”	85
71	Conteúdos elaborados por curador	91
72	Resultados <i>Museum Experience Scale</i>	91
73	Visitantes a consumir conteúdos criados	94

Lista de Tabelas

1	Tipos de propriedades disponíveis para cada conteúdo interativo	43
2	Síntese dos resultados da análise da utilização da plataforma por parte dos curadores, do museu de História Natural do Funchal	79
3	Diferentes aspetos referidos pelos curadores do Museu de História Natural do Funchal, durante as entrevistas	80
4	Síntese da análise da utilização da plataforma por parte das curadoras do museu “A Cidade do Açúcar”	82
5	Síntese das entrevistas semiestruturadas realizadas com as curadoras do museu “A Cidade do Açúcar”	83
6	Síntese dos resultados da análise da utilização da plataforma por parte da curadora do museu da Quinta das Cruzes	85
7	Síntese da entrevista realizada com a curadora do Museu da Quinta das Cruzes	86
8	Síntese de resultados relativos à <i>System Usability Scale</i>	88
9	Síntese de aspetos referidos pelos visitantes	93
10	Necessidades inferidas a partir dos aspetos mencionados pelos curadores	110
11	Descrição da amostra de participantes (curadores)	111
12	Descrição da amostra de visitantes do Museu de História Natural - parte I	112
13	Descrição da amostra de visitantes do Museu de História Natural - parte II	113
14	Resultados <i>System Usability Scale</i> , para curadores do Museu de História Natural do Funchal	141
15	Resultados <i>System Usability Scale</i> , para as curadoras do museu “A Cidade do Açúcar” ..	142
16	Resultado <i>System Usability Scale</i> , para a curadora do Museu da Quinta das Cruzes	143
17	Resultados <i>Museum Experience Scale</i> - parte I	144
18	Resultados <i>Museum Experience Scale</i> - parte II	145
19	Resultados análise tempo de retenção - parte I	146
20	Resultados análise tempo de retenção - parte II	147

Lista de Acrónimos

API Application Programming Interface

IHC Interação Humano-Computador

JSON JavaScript Object Notation

PPC Profissionais do Património Cultural

RA Realidade Aumentada

RV Realidade Virtual

URI Uniform Resource Identifier

1 Introdução

Ao longo dos anos, tem ocorrido um forte crescimento na investigação referente a exposições e museus que exploram o nosso património cultural. Este património cultural no que lhe concerne, pode assumir diversas formas e cenários, que vão desde museus, a exposições ao ar livre e áreas urbanas [1,2]. A elaboração destas exposições e experiências conta com o trabalho indispensável de todos aqueles que trabalham nestes locais tais como, curadores, assistentes de curadores, investigadores, gestores e coordenadores de exposições. Devido ao facto destes terem a responsabilidade de cuidar, manter e divulgar o património cultural existente, estes são frequentemente denominados Profissionais do Património Cultural (PPC) [3]. Ao elaborar estas exposições os museus procuram transmitir toda uma panóplia de sensações, que englobam pensamentos, histórias e crenças. Nesta construção de histórias é muito comum os museus e os PPC procurarem envolver os seus visitantes, pois assim conseguem ter experiências muito mais ricas e imersivas, pelo facto de os visitantes atribuírem um significado próprio àquilo que estão a ver, ouvir e interagir [4]. Uma das melhores formas de envolver os participantes é através das tecnologias interativas, pois estas, para além de atraírem o público mais jovem, permitem dar uma nova vida ao museu transmitindo informações que aparentemente estão invisíveis [5].

No entanto, a concessão deste tipo de tecnologias não é uma tarefa fácil. Apesar de todas as vantagens da utilização de tecnologias interativas por parte dos PPC, existem também uma série de desvantagens associadas às mesmas. As desvantagens mais óbvias passam pelos elevados custos de instalação e manutenção [5], o facto de muitos PPC não terem o conhecimento necessário, para serem capazes de implementar, utilizar e testar este tipo de tecnologias [6] e a necessidade destas ferramentas interativas terem que ser testadas junto do público-alvo (visitantes do museu), pois só assim é possível garantir que as expectativas e a qualidade da experiência são asseguradas [7]. É também óbvio que, não tendo o conhecimento necessário e sendo necessário contratar entidades externas, este tipo de testes com o público fica claramente dificultado, pois os PPC acabam a depender de terceiros para os conseguirem fazer.

Muitas vezes, o que acaba por ocorrer é que, os museus optam por dar a responsabilidade de desenvolvimento a outras empresas e estas acabam a colaborar com estes a vários níveis, seja através de desenvolvimento de conceitos de design e storytelling, da elaboração de estudos acerca da experiência dos museus [8] ou até mesmo através da contratação de pessoal específico para conceber, instalar e manter as instalações [9]. Quando esta externalização ocorre, por vezes são formalizados requisitos de conceção [10], através de mecanismos de co-design, envolvendo vários intervenientes tais como, crianças [11,12], adolescentes [13], estudantes e PPC [14,15]. No entanto, durante este processo os PPC acabam por se distanciar da conceção dos projetos [9], sendo-lhes entregue muitas vezes um produto quase que em estado final, algo que acaba por acarretar algumas consequências. Ao não estarem presentes ao longo da construção dos projetos interativos, estes não serão capazes de entender perfeitamente como estas tecnologias funcionam, nem terão toda a informação necessária para utilizar essas mesmas tecnologias de forma a melhorar a comunicação com os visitantes e proporcionar uma boa experiência aos mesmos. Para além disso, estes não serão capazes de opinar acerca das mesmas, nem de dar o seu ponto de vista, enquanto profissionais da área.

Posto isto, um dos principais impedimentos aos museus realizarem exposições interativas, mais frequentemente e com melhor qualidade, relaciona-se com o facto de ser necessário externalizar esse desenvolvimento para *designers* e engenheiros, pois os PPC não têm o *know-how* necessário,

para o fazerem de forma independente [5, 6]. Por outro lado, muitos museus não têm também financiamento disponível para este tipo de serviços ou o financiamento acaba sendo muito reduzido e como tal, muitos museus acabam por não conseguir implementar este tipo de tecnologias.

1.1 Motivação

Atualmente, uma das melhores formas de provocar experiências memoráveis passa pela utilização do smartphone [16], para além disso, a utilização do smartphone permite que haja uma necessidade mínima de alterações físicas ao espaço envolvente e dá a possibilidade de adequar as aplicações a diferentes tipos de exposições, devido à grande quantidade de opções que as mesmas são capazes de fornecer [5].

Outra boa razão para utilizar o smartphone passa pela grande popularidade que o mesmo ganhou ao longo do tempo. De acordo com um estudo feito pelo *Pew Institute*, quase todos os adolescentes e jovens adultos nos Estados Unidos têm smartphone. A percentagem de posse do smartphone ronda em torno dos 95% para os jovens entre os 13 e 17 anos, 94% para jovens adultos entre os 18 e 29 anos e 89% para adultos entre os 30 e 49 [17, 18]. Para além disso, dos adolescentes entre os 13 e 17 anos 89% deles usa a internet de forma quase constante ou várias vezes ao dia. Já nos adultos 89% deles usa a internet diariamente e 31% usa a mesma de forma constante [19]. Também em Portugal o uso do *smartphone* e da internet tem vindo a aumentar substancialmente. De acordo com a *DateReportal* [20], no início de 2022, 85% da população de Portugal tinha acesso à Internet, um crescimento de cerca de 2.9% comparativamente ao ano anterior. Dentro destes utilizadores que tinham acesso à internet é possível verificar que 98% deles tinha um *smartphone*. Relativamente ao uso de ferramentas de reconhecimento de imagem foi possível verificar que 32.7% dos utilizadores com internet utilizaram este tipo de ferramentas pelo menos uma vez. Todos estes dados parecem indicar que o *smartphone* parece ser a forma mais natural de introduzir qualquer tipo de pessoa a novidades, neste caso a tecnologias interativas.

Para além disso, o papel dos PPC está a evoluir relativamente à criação de tecnologias interativas [10]. Também na área de Interação humano-computador (IHC) tem vindo a crescer o interesse em fornecer novas ferramentas e recursos para os PPC criarem e configurarem tecnologias interativas [21–23]. No entanto, o problema principal reside no facto de a grande maioria dos PPC não terem um *background* suficiente para construir, manter e testarem estas tecnologias interativas de forma independente.

Neste trabalho é apresentada uma nova abordagem às tecnologias interativas onde um subconjunto de PPC, os curadores, serão capazes de construir, manter, testar e modificar exposições interativas, recorrendo ao uso do seu *smartphone* e computador pessoal. Este sistema dará aos curadores a capacidade de complementarem uma determinada peça física de um museu, adicionando-lhe informações relevantes. Dentro daquilo que pode ser adicionado existirão um conjunto de alternativas possíveis, que permitirão aos curadores construir diversas formas de interatividade, alternativas estas que serão também alvo de estudo e teste.

1.2 Questões de investigação

Ao abordarmos a elaboração de exposições interativas em museus, uma das melhores formas de perceber se uma determinada exibição está a ser bem sucedida, passa por perceber a opinião de todos os envolvidos no processo museológico. Em outros termos, torna-se fundamental perceber

quer a opinião daqueles que elaboram as exposições, isto é os curadores, quer a opinião daqueles que consomem essas mesmas exposições, isto é, os visitantes.

Tendo esse aspeto em consideração e com o propósito de testar todo o sistema desenvolvido teremos então o surgimento de dois grupos de utilizadores através do qual serão ser efetuados estudos: os curadores e os visitantes.

Como forma de testar o comportamento dos curadores na construção e manutenção de exposições interativas, sem a necessidade de intervenção de pessoal técnico especializado, teremos então o seguinte conjunto de questões a serem respondidas:

- **RQ1:** O sistema desenvolvido permite a construção de exposições interativas por parte dos curadores de forma fácil de utilizar?
- **RQ2:** Um sistema de gestão de conteúdos, *user-friendly* pode aumentar a motivação dos curadores em realizar exposições interativas em museus de forma mais frequente?

Num outro prisma, pretende-se também avaliar a robustez da solução quanto à capacidade dos curadores conseguirem criar exposições interativas que despertem o interesse dos visitantes. Caso a solução desenvolvida não seja capaz de despertar o interesse dos visitantes, a facilidade de criação não será um fator relevante, pois de nada serve ter um sistema simples e intuitivo se como resultado desse sistema não surgir conteúdo que venha efetivamente a ser consumido.

Posto isto, podemos então verificar que é importante avaliar como as exposições desenvolvidas pelos curadores, utilizando o sistema em questão, permitem influenciar o interesse dos visitantes, surgindo então para o efeito uma outra questão de investigação:

- **RQ3:** As exposições desenvolvidas permitem aumentar o interesse dos visitantes?

1.3 Estrutura do Documento

A presente dissertação é composta por 9 capítulos, que cobrem diversos aspetos que vão desde a teoria até à prática e trabalho desenvolvido. Ao longo do documento é possível visualizar todo o processo de investigação efetuado e perceber como esse processo de investigação deu origem a toda a componente prática desenvolvida.

No primeiro capítulo - introdução - é efetuada uma pequena introdução e contextualização do tema abordado, indicando o problema identificado e qual a motivação que levou à realização deste tema de dissertação.

O segundo capítulo - estado da arte - aborda o estado da arte, referindo as diferentes tecnologias utilizadas em museus, as aplicações existentes para os PPC realizarem exposições, as suas principais dificuldades e a receptividade das pessoas (curadores e visitantes) relativamente às diferentes tecnologias.

O terceiro capítulo - metodologia - é reservado à descrição de toda a metodologia da dissertação. Neste é possível ter uma perceção de como se pretende obter uma validação do sistema desenvolvido e quais os protótipos realizados com o objetivo de responder às questões de investigação inicialmente propostas. Ainda neste capítulo é também feita uma breve introdução ao Museu de História Natural. Este foi o museu contactado inicialmente e serviu de inspiração, para prosseguir com todo o estudo, por se tratar do museu mais antigo da ilha, tendo-se revelado totalmente indispensável durante todo o processo. Por fim este capítulo termina com uma pequena idealização dos testes a

serem realizados e com um plano de trabalho em que se define os prazos para a elaboração desta dissertação.

O quarto capítulo - especificação da solução - procura especificar as duas soluções desenvolvidas. Neste procura-se abordar as diferentes funcionalidades que as plataformas deveriam ter, especificando também as diferentes bibliotecas a serem utilizadas. No fundo, este capítulo procura dar um conhecimento geral daquilo que será desenvolvido, permitindo assim que posteriormente este conteúdo possa ser implementado e testado.

O quinto capítulo - arquitetura do sistema e decisões arquiteturais - por outro lado, é um pouco mais técnico e procura detalhar todas as questões arquiteturais. Neste é detalhada a arquitetura das aplicações desenvolvidas e os serviços disponibilizados pela *Firebase*. Para além disso é também descrito o modelo de dados do sistema, onde é abordada a estrutura de todos os dados que circulam pelas aplicações desenvolvidas.

Já no sexto capítulo - implementação do sistema - é detalhado tudo aquilo que é a implementação do sistema. Através deste capítulo pretende-se dar a conhecer muitos dos detalhes de implementação considerados. O capítulo em questão subdivide-se em dois subcapítulos, onde um deles procura descrever a implementação da aplicação de gestão de conteúdos (*EasyMuseumAR-Creator*) e outro, procura descrever a aplicação móvel (*EasyMuseumARViewer*).

O sétimo capítulo - comparativo entre soluções existentes e solução desenvolvida - é dedicado à comparação das soluções idealizadas com ferramentas já existentes. Neste são abordadas algumas semelhanças e diferenças relativamente ao que existe atualmente no mercado.

O oitavo e penúltimo capítulo - casos de estudo e testes realizados - corresponde ao capítulo dos testes e casos de estudo e tem como propósito testar as duas soluções desenvolvidas. Através deste procura-se descrever todos os testes efetuados e resultados obtidos, com diferentes museus e visitantes da ilha da Madeira, para assim poder tirar ilações acerca das questões de investigação propostas.

Por fim o nono capítulo - conclusões finais - corresponde a uma síntese de todos os capítulos anteriores e procura descrever tudo aquilo que foi realizado, apresentando uma reflexão de todo o trabalho e respondendo às questões de investigação inicialmente propostas. São também neste capítulo abordadas algumas sugestões para trabalho futuro.

2 Estado da arte

Nesta secção serão abordados os diferentes temas investigados no decorrer desta dissertação. Ao longo da mesma serão aprofundados 4 temas distintos: as diferentes tecnologias utilizadas em museus, as aplicações para a elaboração de exposições por parte dos PPC, as dificuldades sentidas por estes profissionais aquando da conceção deste tipo de tecnologias e a receptividade relativa a estas tecnologias, quer por parte dos PPC, quer por parte dos visitantes.

2.1 Museus e Tecnologias

As primeiras contribuições com tecnologias interativas para museus surgiram, por parte de Sparacino [24] no ano de 1999, numa altura onde as únicas tecnologias existentes em museus eram *websites* a expor os diferentes artefactos existentes. Na intervenção do mesmo são demonstrados alguns tipos de intervenções tecnológicas. A primeira consiste na sobreposição de informações em salas inteligentes, utilizando para isso mecanismos de visão computacional, um conjunto de identificadores e um leitor para esses mesmos identificadores, através dos quais os visitantes seriam capazes de visualizar o modelo 3D dos objetos seleccionados. Já a segunda intervenção consiste na elaboração de narrativas interativas especializadas, utilizando roupas inteligentes.

Noutra abordagem, Hornecker [25] mostra resultados de um estudo de uma mesa interativa instalada num museu de história natural. A mesa interativa foi concebida com um conceito bastante simples, que consistia em ter um conjunto de perguntas às quais as pessoas podiam interagir tocando nas mesmas para revelar as suas respostas, quer sob o formato de texto, quer sobre o formato fotográfico. Estas perguntas eram renovadas em períodos de 7 minutos e este período de renovação das mesmas acabava por simbolizar a evolução de uma árvore. Além disso, havia também a capacidade de as pessoas interagirem com os rebentos de árvore fazendo com que estes crescessem ao serem tocados e se juntassem à “Árvore da Vida”.

Mais tarde, Dinder et al. [26, 27], abordam um projeto denominado “RuneTable”, uma mesa interativa com o objetivo de envolver jovens relativamente ao tema das runas e da linguagem rúnica. Através deste projeto, os jovens eram capazes de criar, decorar e escrever mensagens nas suas próprias runas. Após essa personalização, os visitantes podiam então retirar a pedra do suporte de personalização e colocá-la em qualquer parte de um mapa, junto de outras runas criadas por outros visitantes, onde um contador encarregava-se de indicar que a pedra rúnica estava prestes a ser colocada naquele local.

Hornecker utilizou também duas tecnologias distintas numa exposição denominada de “Os Jurascópios” [28]. Essas duas tecnologias consistiam no “Jurascópio” e num ecrã gigante. O “Jurascópio” consistia numa espécie de telescópio, onde os visitantes eram capazes de visualizar animações sobrepostas aos artefactos presentes na exposição, enquanto o ecrã gigante tinha o propósito de permitir a visualização de animações. Este estudo tinha como objetivo explorar e perceber os efeitos que estas tecnologias poderiam ter no envolvimento dos seus visitantes, tendo sido possível concluir que os visitantes que utilizavam o “Jurascópio” pareciam estar mais imersos, enquanto aqueles que utilizavam o ecrã gigante, tinham uma maior probabilidade de interagirem com outros visitantes.

Outra tecnologia utilizada em museus para a conceção de exposições interativas é a realidade aumentada. Algumas investigações que exploraram esta tecnologia foram, o “One Rock” [29] e o “Augurscope” [30] que exploraram os efeitos que a sobreposição de conteúdos digitais, recorrendo

a exposições físicas, poderia ter no envolvimento dos seus visitantes. Na conceção do “One Rock” o foco da exposição era uma rocha, na qual era possível utilizar um dispositivo denominado “Telescópio” com o objetivo de os visitantes terem a capacidade de observarem aspetos “escondidos” acerca da mesma. Já no “Augurscope” é demonstrada uma interface portátil com um *display* que pode ser girado e através deste *display* é possível ver modelos 3D reconstruídos de determinados locais.

Noutros estudos, Cesário et al. desenvolveram, com a ajuda de PPC, protótipos para um público jovem, com idades entre os 16 e os 19 anos [5]. O principal objetivo destes investigadores passava por tentar captar a atenção dos jovens para as práticas culturais, pois estes jovens são identificados como um grupo que é frequentemente excluído das estratégias adotadas pelos museus [31] e, além disso, muitos museus parecem ignorá-los [5]. As soluções desenvolvidas recorreram ao uso de uma aplicação móvel denominada “HP Reveal”, aplicação esta capaz de desbloquear conteúdo digital, exibido sob o formato de realidade aumentada, quando um determinado marcador é capturado.

Outros investigadores procuraram também explorar algumas tecnologias mais simples. Ciolfi et al. [3] apresentaram uma instalação interativa com o objetivo de facilitar e apoiar o envolvimento dos visitantes num museu de história viva, na Irlanda. Para este trabalho foram realizados uma série de estudos [32] nos quais estes investigadores procuraram perceber aquilo que os visitantes daquele local achavam memorável. Os visitantes tinham dificuldade em olhar para os edifícios vazios e associar os mesmos às pessoas que lá viveram. Estas ligações pessoais são um elemento poderoso, pois fazem com que as pessoas mais sensíveis se emocionem, relacionando aquilo que veem com a sua experiência vivida [33] e tendo isto em conta surgiu o projeto “*Reminiscence*”. O projeto em questão é formado por uma plataforma web, objetos tangíveis, etiquetas RFID e códigos QR, e tinha um funcionamento bastante simples. Os visitantes, ao chegarem a um determinado ponto de interesse, eram capazes de ouvir áudios de memórias de determinadas personagens pertencentes a esse mesmo ponto de interesse, através da digitalização de códigos QR. Estes códigos QR, por sua vez, permitiam também que cada visitante gravasse os seus próprios comentários, reações e memórias daquele local. Para além disso, esta plataforma proporcionava uma forma dos visitantes serem capazes de rever as suas experiências, mesmo após terem terminado a visita, utilizando para o efeito um *link* personalizado.

Numa vertente semelhante, outros investigadores têm também explorado a capacidade dos visitantes se envolverem como protagonistas ativos das exposições interativas. Em “*Retracing The Past*” [34], houve o desenvolvimento de uma exposição onde os visitantes eram capazes de gravar as suas opiniões acerca dos diferentes objetos do museu. Recorrendo a cartões com identificadores RFID, os visitantes eram capazes de comentar cada um dos objetos colocando estes identificadores em locais particulares da sala de exposição.

Abordando ainda a interação dos visitantes em torno das exposições temos também o surgimento de investigações como o “Deus Oculi” [35] e o “Ghost Ship” [36]. “Deus Oculi” era uma exposição interativa composta por três partes, uma imagem principal que exibia uma cena renascentista e dois “espelhos de mão”, onde existia uma câmara embutida. A ideia por detrás desta exposição passava por exibir as imagens capturadas pelos diferentes espelhos, nos rostos das pessoas dos quadros, dando a ideia de que as próprias pessoas da exposição estariam embutidas nas peças de arte. Em “Ghost Ship” temos também a presença de vários elementos. Este utiliza uma pintura em grande escala de um navio cruzeiro numa fachada de madeira, uma simulação de área de convés, simulada através de algumas grades, algumas figuras de madeira em tamanho real, câ-

meras e monitores. Através destes elementos é criada a sensação de que os próprios visitantes que observam o navio estão a bordo do mesmo, pois estes acabam sendo exibidos nos ecrãs dispostos pela pintura do navio, dando a ideia de que o navio é povoado por figuras fantasmagóricas.

Uma outra investigação aborda o uso de gamificação nos museus recorrendo a um projeto denominado “*DinoHunter*” [37]. Neste projeto os visitantes são capazes de ver novos conteúdos utilizando a câmara de um dispositivo e marcadores, fazendo com que sejam aumentados determinados conteúdos utilizando os mesmos. Abordando ainda o conceito de gamificação, Andritsou et al. apresentam em [38] uma aplicação móvel, com um conjunto de jogos que recorre à tecnologia *NFC*, como uma forma de incentivar os utilizadores a colecionar um conjunto de objetos com características semelhantes para assim ganhar pontos. Ao aproximarem o telemóvel de um determinado objeto, com uma *tag NFC*, esse mesmo objeto era automaticamente adicionado ao inventário do visitante e alguma informação ou um pequeno questionário era despoletado, permitindo assim que os visitantes ganhassem ainda mais pontos.

Existem também alguns outros sistemas desenvolvidos para museus com o objetivo de guiar os visitantes, quer através do fornecimento de orientação, quer através do fornecimento de determinados conteúdos educativos [39–41]. Em [42], Chianese et al. propõem um sistema, denominado “*SmARTweet*”, que utiliza diversos serviços de localização e sensores, com o objetivo de realizar um guia multimédia inteligente. Este sistema permite a deteção de sinais Wi-Fi, provenientes de cada uma das peças de arte dispostas no museu, e a partir de um algoritmo de localização é detetada qual a peça de arte mais próxima do utilizador e, para essa mesma peça, é apresentado um conjunto de conteúdos multimédia personalizados a cada um dos utilizadores. A personalização do conteúdo é feita através de técnicas de *user-profiling* e os utilizadores são convidados a preencher um questionário inicial, ao fazerem download da aplicação, de modo a iniciar a construção desse mesmo perfil.

Noutro conceito totalmente diferente, Cho et al. apresentaram o conceito de exposições interativas concebidas sobre paredes de museus, utilizando para isso painéis interativos [43]. Neste estudo é mostrada a fiabilidade deste tipo de abordagens, através de um projeto-piloto num museu de história natural na Coreia. O conceito de painel interativo apresentado revela diversas funcionalidades, tais como a capacidade de manipularem diretamente dados volumétricos, tendo este projeto sido desenvolvido através da plataforma *Unity* e um dispositivo háptico. Em [44], Sari e Fajrin propuseram um guia interativo utilizando realidade aumentada que não necessita de marcadores, pois segundo os mesmos o uso de marcadores nos museus pode arruinar a estética destes. A aplicação utiliza então os próprios objetos dos museus como marcadores fazendo assim surgir conteúdos a partir do scan dos mesmos. Como resultados do estudo foram possíveis detetar alguns problemas de reconhecimento relacionados a diversos fatores, tais como, luminosidade, problemas de conexão com a internet, qualidade do processador e câmara do dispositivo móvel.

Também Kotut et al. apresentaram uma abordagem [45] que recorria a reconhecimento de imagens e gamificação, onde o propósito era ter uma interação com os elementos de um jardim museológico sem ser necessário tocar nas diferentes plantas. A abordagem da aplicação consistia numa “caça ao tesouro” onde eram dadas algumas pistas aos visitantes e estes ao encontrarem os objetos em questão eram capazes de efetuar scan aos mesmos para que, através de reconhecimento de imagem, fosse possível verificar a veracidade dos objetos encontrados relativamente às pistas fornecidas. Noutros estudos [46], Hammady e Ma apresentaram um sistema de realidade mista, denominado “*MuseumEye*”, com o objetivo de aumentar o envolvimento dos visitantes com as

antiguidades expostas. Este sistema recorria ao Microsoft HoloLens e era formado por um conjunto de funções que pretendiam melhorar a comunicação (visual ou não), a interação e a orientação do visitante. Como resultado deste estudo foi possível verificar um aumento do interesse do visitante em até quatro vezes (de cerca de 40 segundos para 177 segundos), através da medição do tempo que os visitantes despendiam em frente às diferentes exposições.

Como foi possível observar, ao longo dos anos, têm surgido inúmeras tecnologias com o objetivo de enriquecer as atividades museológicas. Inicialmente tínhamos a presença de websites que conseguiam mostrar diferentes artefactos [24]. Posteriormente, surgiram abordagens que recorriam à visão computacional, identificadores e leitores de identificadores para que os visitantes fossem capazes de visualizar modelos 3D dos objetos que estão a observar [24]. Existiram também abordagens que usavam roupas inteligentes [24] e outras que recorriam a mesas interativas para proporcionar interações com vários visitantes em simultâneo [25, 27]. Mais tarde, começaram a surgir outras abordagens que recorriam à realidade aumentada e painéis interativos proporcionando assim uma maior imersividade dos visitantes [28–30]. Houve também outras abordagens que procuraram envolver os visitantes a comentarem e reagirem aos diferentes artefactos, recorrendo a objetos tangíveis e plataformas web [3, 34–36]. Existiram também alguns sistemas com o objetivo de guiar os visitantes, utilizando para isso sensores e despoletando diversas interações com a presença do utilizador [39–42]. Por fim, existiu também a aplicação de algumas técnicas de gamificação [37, 38], para entreter os visitantes, recorrendo a sistemas de reconhecimento de imagem e algumas outras técnicas.

Em grande parte destes sistemas, os PPC têm um papel passivo na conceção destas exposições sendo que apenas são levantados alguns requisitos de design e conceção, e esse desenvolvimento é externalizado para outras entidades. Tendo isto em conta, seria de grande valor ter uma plataforma através da qual um curador conseguisse conceber diversas destas interações acima descritas, com determinados artefactos, não dependendo de entidades externas para o conseguir fazer.

2.2 Aplicações para a elaboração de exposições por parte dos PPC

Com o surgimento de sistemas interativos para museus começaram também a surgir ferramentas que permitiam aos PPC ter algum controlo na elaboração de exposições interativas. Em 2013, Patrelli et al. [21] propõem uma abordagem que dá aos PPC a capacidade de criar, manter e alterar exposições que se destinam a trazer materialidade e interação física para a experiência dos visitantes, enquanto conseguem expressar valores da instituição cultural.

M. White et al. apresentam também em [47] um sistema através do qual os museus e os PPC são capazes de criar, gerir e apresentar, quer conteúdo, quer contexto para exposições virtuais. Este sistema fornece *software* e ferramentas capazes de digitalizar artefactos e criar exposições interativas virtuais *online*, através da *World Wide Web* (WWW), e locais, através da utilização de quiosques e marcadores [47, 48]. Ainda no campo da realidade virtual surge um sistema denominado “*VIRTUE*” [49] onde os curadores podem configurar exposições de museus virtuais, através de conteúdo 2D, quer dinâmico, quer estático e artefactos 3D. Este sistema apresenta duas perspetivas: a perspetiva do curador, que funciona como um sistema de gestão de conteúdos, onde este pode personalizar a textura das paredes, do chão e a disposição dos artefactos no ambiente virtual e a perspetiva do visitante, onde estes conseguem navegar por salas virtuais, inspecionando os diferentes artefactos e conteúdos dispostos.

Outra investigação apresenta também o “*Curator*”, uma ferramenta multiplataforma que pode ser utilizada por PPC e qualquer pessoa não técnica. Esta ferramenta permite que os PPC sejam capazes de construir coleções de informações, através de um computador, e posteriormente essas informações construídas possam ser exibidas e testadas, utilizando um tampo de mesa interativo, proporcionando uma experiência envolvente e colaborativa [50].

Estudos mais recentes [51, 52], apresentaram também um conceito e protótipo denominado “*InfoGrid*”. Através de uma aplicação baseada em *web*, que funcionava como sistema de gestão de conteúdos, e uma aplicação móvel, os curadores eram capazes de proporcionar aos visitantes experiências interativas digitais, adicionando uma camada adicional de conteúdo às exposições físicas, utilizando para isso tecnologias de realidade aumentada. O sistema é então dividido em duas componentes: uma componente *web* desenvolvida exclusivamente para curadores, onde estes podem introduzir as informações e os artefactos que pretendem aumentar, e uma componente *mobile*, onde quer os curadores, quer os visitantes podem visualizar os conteúdos aumentados previamente introduzidos e configurados. Este sistema, para além de permitir que curadores sejam capazes de criar conteúdo interativo de forma fácil e com muito pouco esforço adicional, mostrou resultados muitos bons através de estudos de usabilidade utilizando a System Usability Scale (SUS).

Noutros estudos, Stratton et al. apresentaram em [53], uma abordagem ligeiramente diferente das restantes introduzindo um *software*, denominado de “*Quando*”, capaz de permitir a elaboração de uma programação visual baseada em blocos, para que os PPC fossem capazes de criar exposições interativas de forma independente.

Para além de todos estes sistemas, introduzidos por investigadores, o design de *toolkits* já não é feito única e exclusivamente por estes, tendo surgido algumas ferramentas comerciais tais como a “OpenExhibits” [54] que tem como objetivo a criação de mesas interativas, multitoque e multiutilizador, por parte de pessoal não especializado. Para além desta, existem também algumas outras ferramentas, tais como [55–59], criadas por algumas empresas, onde os utilizadores (por exemplo, curadores) podem criar conteúdos sob o formato de realidade aumentada e virtual.

Como podemos ver, a capacidade de permitir que os PPC, mais concretamente os curadores, sejam capazes de criar e editar conteúdo digital tem vindo a aumentar cada vez mais, e é neste momento um conteúdo de estudo bastante atual, tal como constatado por [52]. Para além disso, a necessidade de conhecimentos técnicos avançados cria barreiras evidentes que impedem que os curadores por si sós não sejam capazes de construir este tipo de exposições interativas. Como tal, a criação de uma plataforma, que permita aos curadores construir, manter, testar e modificar exposições interativas de forma independente, colmatará não só uma lacuna do ponto de vista prático, pois a criação deste tipo de ferramentas permite aos curadores criarem e configurarem rapidamente ambientes de *cross-reality* [60], como trará também um contributo científico relevante, pois, não existem disponíveis muitos sistemas com este mesmo propósito.

2.3 Dificuldades sentidas pelos PPC

É importante notar que para a maioria dos PPC existe uma lacuna de conhecimentos técnicos para criar este tipo exposições interativas. Para entender esta lacuna de conhecimentos é necessário entender os principais desafios e oportunidades sentidos por estes profissionais na conceção de exposições interativas.

Apesar da crescente investigação existente acerca de museus e património cultural, esta investigação tende a centrar-se na experiência do visitante e na forma como esta pode ser apoiada e não nos processos e práticas de design que são utilizados pelos PPC [6], que criam estas exposições. Aqui encontrou-se uma lacuna do ponto de vista científico e é com este intuito que se pretende desenvolver e testar os sistemas introduzidos nesta dissertação.

Na investigação introduzida por McDermott et al. [7], em 2013, os investigadores procuraram analisar as atitudes, perspetivas, os valores, objetivos e aspirações considerados pelos PPC na criação de exposições interativas. Nela são avaliados os atuais recursos e métodos utilizados para criar e implementar exposições digitais interativas, indicando vantagens e desvantagens. Algumas das vantagens identificadas consistem na ajuda que as tecnologias interativas dão às instituições para estas serem vistas como instituições atualizadas e a possibilidade das tecnologias interativas comunicarem material intangível para assim suprimir dúvidas existentes. Relativamente a desvantagens, alguns exemplos consistem no medo da ofuscação do museu por parte dos conteúdos interativos e a incapacidade das tecnologias em replicar algumas qualidades reais dos objetos. Ainda na mesma contribuição são discutidas as implicações do *design* a serem consideradas na criação de uma plataforma de *hardware* e *software* que permita aos profissionais colmatar estas lacunas de conhecimentos e dificuldades. Noutra investigação, Maye et al. [6] relatam também como os PPC se envolvem na conceção de exposições interativas relativamente à atitude, processos e expectativas em relação à tecnologia, tendo também identificado lacunas relativamente ao *know-how* destes mesmos profissionais na construção de exposições interativas.

Para além desta lacuna de conhecimentos, vão existir por parte dos PPC diversos outros desafios na criação de exposições interativas. Exemplos destes desafios são, a capacidade de criar instalações que considerem cuidadosamente as tecnologias, com o objetivo de abrir novos horizontes aos novos visitantes [61, 62], o preenchimento das expectativas do público e a capacidade de proporcionar uma boa experiência ao visitar o museu [63], a necessidade de se manter atualizado tendo em conta a elevada taxa de crescimento das tecnologias e das expectativas dos visitantes [62], o facto de poderem existir exposições dececionantes para os visitantes, devido à falta de *feedback*, de existirem instalações em mau estado, problemas de usabilidade ou um mau mapeamento da própria interface das instalações [64–66], a não existência de orçamentos adequados para este tipo de fins e a indisponibilidade da tecnologia, em certas ocasiões [6]. Para além disso, se tivermos ferramentas que são difíceis de utilizar estas podem distrair os visitantes do envolvimento com artefactos do património [25]. Todos estes desafios provêm de falhas conceptuais tais como, falta de avaliação e fraca consideração de requisitos de manutenção e conservação. Posto isto, se queremos que os PPC criem, mantenham e alterem exposições interativas é vital perceber as suas atitudes e abordagens relativamente à conceção de exposições interativas.

Visando entender os métodos de trabalho dos PPC na conceção de exposições interativas foram também investigados por McDermott et al. [7] a forma destes profissionais pensarem e executarem as suas funções. Nesta investigação foram elaboradas várias entrevistas semiestruturadas e estes profissionais foram encorajados a falar de exposições que ajudaram a conceber. Como resultados deste estudo foram encontradas diversas opiniões. Alguns dos entrevistados referem barreiras na elaboração de exposições interativas, tais como a incapacidade de replicar a qualidade real de determinados objetos. Outros referem que veem as exposições interativas como uma forma de gerar publicidade e atrair o público, pois estes têm a perceção de querer estar atualizados. Apesar de muitos PPC manifestarem interesse em conseguir realizar e testar protótipos interativos, foram

também detetados PPC que carecem de perícia técnica e inclusive têm dificuldades em imaginar o que poderiam alcançar com exposições interativas. Em 2018, Cesário et al. [5] detetaram algumas dificuldades, relativamente à capacidade dos PPC conseguirem se colocar do lado dos visitantes, tendo sido relatados alguns problemas de usabilidade nos protótipos desenvolvidos. Como principais obstáculos alguns profissionais destacam também a falta de orçamento, de tempo e de recursos humanos [7].

Mediante o exposto, podemos observar que existem uma série de preocupações reais enfrentadas pelos PPC. Essas preocupações vão desde custos de instalação e manutenção elevados, inquietações com a expectativa e experiência dos visitantes, apreensão relativamente a possíveis distrações dos visitantes e uma das mais presentes e relevantes passa pela grande dificuldade técnica e lacuna que estes possuem para a construção de exposições interativas, o que leva inclusive alguns a não saberem o que podem alcançar com este tipo de tecnologias. Esta lacuna, por conseguinte, leva a que os museus se vejam obrigados a recorrer a empresas externas para elaborar estas exposições, o que em muitos casos acaba por gerar outros problemas, pois os PPC muitas vezes não são envolvidos na conceção destes produtos e acabam não dando a sua contribuição, nem expondo as suas necessidades, como profissionais da área. Para além disso, o facto destas exposições ter normalmente orçamentos elevados faz com que muitos museus não consigam nem mesmo externalizar este desenvolvimento, acabando por nunca ter acesso a este tipo de exposições. Ao elaborar um sistema através do qual os curadores consigam construir, manter, testar e modificar exposições interativas de forma independente, seremos capazes de, não só, proporcionar este tipo de exposições a todo o tipo de museus, pois acaba sendo uma forma extremamente barata de conceber exposições interativas, pelo facto de não existir recorrência a externalização, como também permitimos que outras lacunas possam ser colmatadas, através da testagem das exposições, melhorando assim a expectativa e experiência dos visitantes.

2.4 Recetividade às diferentes tecnologias

Nesta subsecção será abordada a recetividade, quer dos PPC, quer dos visitantes, relativamente às diferentes tecnologias utilizadas em museus. Considerar a recetividade destes grupos de utilizadores, através do estado da literatura, é de extrema importância uma vez que dá a oportunidade de perceber o *feedback* e os aspetos que cada um destes destacam, enquanto representantes dos futuros utilizadores do sistema.

2.4.1 A recetividade dos PPC

Em prol das inúmeras dificuldades sentidas por parte dos PPC, relativamente à introdução de novas tecnologias em museus, existem uma série de aspetos reportados pelos PPC relativamente ao uso das mesmas. Na investigação feita por Maye et al. [6] muitos PPC referem uma série de aspetos a ter em conta na conceção de exposições digitais. Um dos aspetos consiste no facto de existirem sensações que não podem ser concebidas de forma digital. O peso, o cheiro, o toque, são aspetos que são impossíveis de traduzir digitalmente [6]. É também reportado por muitos dos PPC abordados que estes gostavam e tinha por hábito utilizar plataformas gestoras de conteúdos, tais como o “*WordPress*”, uma vez que este tipo de plataformas lhes permitia ter um maior grau de autoria e controlo sobre o resultado final daquilo que exibem. Resultados inclusive deste mesmo estudo, demonstraram que alguns PPC tinham o desejo de serem capazes de utilizar tecnologias em exposições como um meio de personalização para atingir fins específicos e que alguns PPC

valorizavam o facto de conseguirem ter a capacidade de fornecer diferentes métodos para interagir com uma determinada exposição, pois nem todos os visitantes iriam se sentir atraídos para um mesmo tipo de exposição.

Em [67], temos um outro estudo onde a tecnologia de reconhecimento visual é identificada como algo que pode ser muito desejável para os PPC, pois permite a obtenção de informações acerca dos artefactos, utilizando única e exclusivamente os mesmos, evitando assim qualquer tipo de distração do público.

Existem também algumas menções na literatura que abordam o tema da tecnofobia em instituições culturais [68, 69], no entanto, este é um tema que tem tido cada vez menos força ao longo dos tempos, pois a tecnologia tem vindo a ter um papel dominante no quotidiano de todos nós. No entanto, é sempre importante ter cuidado com a abordagem deste aspeto, pois isso irá permitir-nos ter um maior apoio dos curadores. Uma boa forma de o fazer, passa por construir uma tecnologia sob o formato de complemento e não de substituição.

Como podemos ver, a capacidade de personalização e edição dos diferentes conteúdos surge como um ponto de interesse dos PPC. Esta personalização, para além de permitir que os PPC se sintam no controlo daquilo que podem fazer, permite que haja também uma possibilidade de personalização de conteúdos tendo por base o tipo de público que contempla as diferentes exposições. Como tal, este tipo de considerações deve ser algo que deve ser contemplado quando pensamos em construir ferramentas que apoiem os curadores a conceber exposições interativas.

2.4.2 A recetividade do público

Falando agora um pouco da recetividade do público, em estudos feitos com crianças, Cesário et al. [70] concluíram que num universo de 130 adolescentes estes eram atraídos por exposições que permitissem a interação com artefactos, visualização de multimédia e novas experiências. Num estudo posterior [5], os mesmos investigadores foram capazes de concluir que os adolescentes procuram ter uma visão geral do local através de temas mais informais, em detrimento de temas específicos. Para além disso, estes concluíram que os PPC devem ter atenção relativamente à conceção de experiências interativas com adolescentes, pois estes não gostam de ser tratados como crianças.

Também em [25], Hornecker detetou alguns problemas de interação que acabaram por afetar os resultados do seu estudo. Apesar de a não intimidação dos participantes e da tecnologia de sensores capacitivos se ter demonstrado bastante interessante esta permitiu que ocorressem uma grande quantidade de toques acidentais, devido à não necessidade da ocorrência efetiva de toques, o que acabou por gerar algum descontentamento e dificuldade entre os visitantes. É de extrema importância que as ferramentas desenvolvidas sejam concebidas de tal forma que os visitantes sejam capazes de experienciar cedo o sucesso, fazendo com que estes se sintam competentes e compreendam a finalidade e âmbito de um objeto de forma quase que imediata [71, 72]. Para além disso, problemas de interação devem ser solucionados o mais cedo possível, pois quando os visitantes acabam tendo componentes confusas, pouco eficazes ou desinteressantes a probabilidade destes continuarem a exposição ignorando aquele conteúdo acaba sendo muito superior [71]. Na investigação da “Árvore da Vida” ocorreu muito pouco envolvimento ativo e discussão da informação. Apesar de existir alguma discussão, essa discussão era muitas vezes dos visitantes a explicarem uns aos outros acerca de como estes poderiam utilizar a mesa, isto é, o foco não era o conteúdo da exposição, mas sim como interagir com a mesma. Esta investigação permitiu também concluir

que a mesa era muitas vezes vista como um brinquedo, sendo indicado pelos investigadores que isto poderia ser um indicador que este tipo de aplicação interativa, com o intuito de navegar pela informação, poderia não ser o mais indicado para um museu.

Posto isto, podemos concluir que apesar destas mesas proporcionarem uma grande oportunidade de convívio, entre os mais variados participantes, é importante ter em conta que não é pelo facto de este tipo de exposições ter uma elevada interatividade que estas irão proporcionar experiências mais envolventes e com maior qualidade. Algo que foi também constatado em [71, 73, 74], por outros investigadores.

Com o objetivo de perceber a receptividade do público relativamente a diferentes métodos de acesso, a informações sobre obras de arte, foi conduzido também um estudo em [67] que testou a preferência e usabilidade dos utilizadores relativamente a diferentes métodos de acesso a conteúdos: reconhecimento visual (VisRec), códigos QR e introdução de códigos alfa numéricos. Como resultados deste estudo foi possível verificar que 53% dos participantes considerou o VisRec como o método preferido, tendo o código alfa numérico alcançado 23%, os códigos QR 14% e os restantes participantes se terem revelado indecisos (10%). Além disso, ao nível da usabilidade, apesar de o VisRec não ter alcançado resultados totalmente conclusivos, este acabou por ser o método que alcançou uma melhor pontuação tendo faturado um total de 76,3 pontos em 100. Posto isto, pode concluir-se que o reconhecimento visual acaba por ser uma boa forma de interagir com obras de arte num museu, pois permite uma interação natural, intuitiva e discreta.

Com base nestas informações podemos ver que, de uma maneira geral, o público acaba sendo muito receptivo relativamente à adoção de tecnologias interativas. Todavia, vão existir alguns tipos de interações que acabam por funcionar melhor com um determinado público, enquanto outras poderão funcionar melhor com outros. Ao lidar com público é fundamental perceber as suas principais dificuldades e aquilo que lhes desperta um maior interesse, pois só assim é possível construir experiências imersivas e que transmitam valor. Ao conceber ferramentas através das quais os curadores possam criar exposições interativas de forma independente, deve ser dada a possibilidade de o curador conseguir implementar e testar diferentes soluções rapidamente, pois isso dará a capacidade de o mesmo perceber a usabilidade da solução e adaptar a mesma ao seu público alvo. Tendo este aspeto em conta e apesar de existirem diversos tipos de público (crianças, adolescentes, adultos, idosos, entre outros) e destes resultarem diferentes tipos de reações, nesta dissertação não se pretende focar num determinado tipo de público-alvo em específico, uma vez que o foco desta dissertação é dotar os curadores dos museus da capacidade de conseguirem construir exposições interativas de forma totalmente independente, sem a necessidade de intervenção de pessoal técnico especializado.

Esta página foi deixada intencionalmente em branco.

3 Metodologia

Esta secção descreve de forma minuciosa toda a metodologia de trabalho proposta para esta dissertação. Primeiramente, será feita uma breve apresentação do Museu de História Natural, museu que serviu que inspiração para toda esta investigação, por se tratar de um dos museus mais antigos da Ilha da Madeira e por ser um museu onde um dos orientadores da dissertação tinha algum conhecimento prévio. Após a descrição do museu será demonstrado qual o trabalho que será efetuado com a finalidade de ir ao encontro das questões de investigação inicialmente propostas e de seguida, será dada uma pequena descrição de como todo o sistema será testado, visando retirar algumas deduções acerca do mesmo.

3.1 O Museu de História Natural do Funchal

O Museu de História Natural do Funchal encontra-se instalado no Palácio de São Pedro, na Rua da Mouraria, na cidade do Funchal. Tendo sido inaugurado no ano de 1933, este museu possui uma vasta coleção científica com mais de 200 mil exemplares de espécimes de peixes, aves, mamíferos, répteis, insetos e plantas, e uma coleção bastante representativa de rochas e minerais. A escolha deste museu como local principal de estudo deveu-se sobretudo ao facto deste ter sido um dos museus que rapidamente se predispôs a ajudar e a colaborar a todos os níveis. Em virtude deste aspeto, escolheu-se o mesmo como sendo o museu que estaria responsável pelo levantamento dos requisitos das plataformas a desenvolver e como o museu onde se daria grande partes dos testes a serem desenvolvidos.



Figura 1. O Museu de História Natural do Funchal

3.2 Validação do conceito

Através de uma análise do estado da arte, foi possível constatar uma grande falta de conhecimento por parte dos PPC, relativamente à construção de tecnologias interativas em museus. Deste modo, como forma de aprofundar o conhecimento acerca das atividades de um museu, de conseguir extrair opiniões e requisitos acerca do sistema a desenvolver e de ter um local onde futuramente fosse possível testar o mesmo, foi conduzida uma reunião informal, com o diretor do museu de História Natural do Funchal e alguns dos seus curadores. Nesta reunião os curadores foram questionados

acerca de diversos aspetos tais como: restrições ao nível de tecnologias e espaço museológico, abertura para a utilização deste tipo de aplicações, tipos de conteúdos relevantes que poderiam ser incluídos na aplicação, metodologia de trabalho seguida pelos mesmos, tipos de informação que estes possuíam e que gostariam de utilizar no museu, métodos de personalização desejados, tipos de *software* e tecnologias já utilizadas no museu, entre alguns outros aspetos. Para além disso, foi também realizada uma visita a todo o museu de forma a conseguir perceber a metodologia de trabalho seguida pelos mesmos. Na secção A do apêndice é possível verificar o conjunto de questões colocadas e as respostas obtidas pelos curadores do Museu de História Natural durante a reunião realizada.

Como resultado desta reunião foi possível apurar que existem duas categorias de exposições no museu: as exposições permanentes, que se mantêm praticamente inalteradas desde 1933, e as exposições temporárias, com durações por norma pré-determinadas em períodos que podem ir desde alguns meses, a alguns anos. As exposições permanentes são elaboradas e mantidas pelos curadores do museu e as exposições temporárias são muitas vezes propostas por entidades externas, sendo, no entanto, por vezes elaboradas pelos próprios curadores. Quando as exposições são elaboradas por curadores, por norma, são apresentadas algumas propostas de exposições e é posteriormente decidido quais as exposições selecionadas para serem expostas ao público.

Ao serem questionados sobre o envolvimento com o público, para a elaboração de exposições, foi possível perceber que não existe nenhum tipo envolvimento antes de as exposições serem efetuadas sendo que estes apenas costumam utilizar o *feedback* das visitas, à posteriori, através de questionários escritos, como uma forma de melhoramento.

Relativamente ao espólio, o museu conta com um pouco mais de 1000 espécimes expostas, de um total de 200 mil na coleção científica, tendo sido reportado que a exposição de todas estas espécimes é algo impossível devido à enorme quantidade de conteúdo. Devido a isto, para muitos dos espécimes apenas é referida a sua existência sem que o visitante tenha a oportunidade de os contemplar.

No que diz respeito às visitas, o museu possui várias, tais como, visitas turísticas, visitas agendadas com escolas e universidades, e visitas para visitantes ocasionais. Por norma existe uma predefinição de circuitos, no entanto, os circuitos podem alterar-se tendo por base os interesses dos contemplados. Durante as visitas são normalmente fornecidos aos visitantes alguns panfletos e guias de determinadas exposições e são sempre guardadas algumas informações relativas a cada visita, tais como, o seu público alvo, opiniões, nacionalidade dos visitantes, entre outros.

Relativamente a tecnologias, o museu por vezes utiliza algumas em certas exposições temporárias tendo sido relatado exposições com realidade virtual, realidade aumentada e livros interativos, normalmente provenientes de investigações elaboradas por alguns investigadores. Os intervenientes do museu defendem muito a utilização da tecnologia como uma forma de complemento e não de substituição do museu e veem a mesma como uma forma de atrair os visitantes e transmitir informações que por vezes não conseguem ser colocadas devido à falta de espaço, algo que vai ao encontro daquilo que foi anteriormente relatado por outros investigadores [7].

Quando abordados acerca da ideia a desenvolver, os intervenientes consideraram a mesma ótima e como algo que vai ao encontro daquilo que pretendem, pois, conseguem dar ao público uma maior quantidade de conhecimento de um determinado objeto ou espécime sob a forma de complemento, e não como um ponto central de atração. Foi também relatado pelos mesmos que existe uma

facilidade com o manuseio de tecnologias e estes demonstraram preferência da plataforma de gestão de conteúdos a desenvolver ser concebida para o computador, pois todos dos intervenientes do museu têm 45 ou mais anos e referem que para introduzir e editar conteúdos o processo é muito mais facilitado via computador. Relativamente a conteúdos, os intervenientes referem que toda a informação possível de ser colocada é importante, quer sejam imagens, vídeos ou textos. Na secção B do apêndice é possível verificar um resumo das necessidades inferidas a partir dos aspetos mencionados.

A ideia aqui era, através deste conjunto de necessidades, moldar o sistema “ideal” que posteriormente seria testado quer por estes curadores, quer por visitantes. Além disso, após o sistema estar construído pretendia-se também testar o sistema com curadores pertencentes a outros museus, de modo a conseguir expor o sistema a outras pessoas e assim obter assim ter uma maior quantidade de testes, opiniões e resultados.

A figura abaixo procura mostrar um dos *storyboards* que foram apresentados aos curadores como forma de mostrar aquilo que estava a ser pensado inicialmente para o sistema.

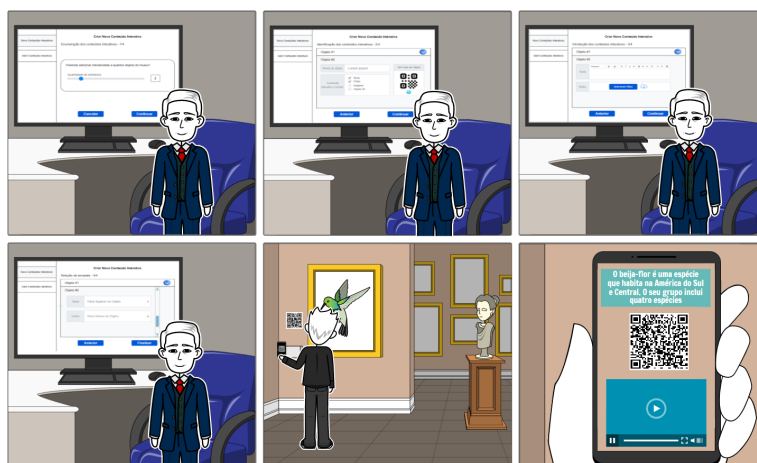


Figura 2. Storyboard iniciais

3.3 Sistema a construir

O sistema a construir será formado por uma aplicação móvel e um sistema de gestão de conteúdos desenvolvido para o computador, onde os curadores terão a oportunidade de criar, editar, manter e testar exposições interativas. Este sistema surge do culminar de ideias entre aquilo que foi a revisão da literatura e aquilo que foram as necessidades e opiniões dos curadores do museu de História Natural, abordados inicialmente. O propósito de ser necessário dois sistemas deve-se essencialmente ao facto de ser inevitável a existência de dois ambientes distintos, um onde os curadores consigam construir os conteúdos e outro onde os visitantes do museu os consigam contemplar, à semelhança do sistema apresentado por Ohlei et al. em 2018 [51,52]. É importante notar que a aplicação móvel a construir irá também recorrer a códigos QR, pois segundo foi possível apurar existem estudos que foram capazes de introduzir com sucesso códigos QR em museus tais como [75] (com crianças dos 11 aos 14 anos) e [76] (com visitantes entre os 16 e 41 anos). Além disso segundo foi descrito por Schultz [77] é possível perceber que jovens com *smartphones* tendem a utilizar códigos QR e que estes podem ser utilizados para personalizar a visita de uma determinada instituição. Estes códigos QR terão o intuito de “ativar” os diferentes conteúdos interativos criados pelos curadores,

sendo que pretende-se que estes consigam despoletar conteúdo sob o formato de realidade aumentada utilizando posições e personalizações pré-determinadas pelos curadores através da plataforma a desenvolver. A escolha da utilização da realidade aumentada deve-se ao facto desta ser um tema atualmente emergente em museus, tendo surgindo ao longo destes últimos anos diversos investigadores que abordam o uso da mesma em museus tais como Sari et al. [44], Guedes [76], Khan et al. [78] e Paliokas et al. [79]

Dentro daquilo que poderá ser introduzido, os curadores terão acesso a quatro tipos de conteúdos interativos nomeadamente, texto, imagens, vídeos e objetos 3D, pois estes fazem parte do conjunto de informações que normalmente os curadores já possuem para as diferentes peças dispostas e será fornecido um conjunto de *templates*/personalizações que os curadores poderão optar de forma a fornecer um conteúdo mais único aos seus visitantes.

Para o desbloqueio dos conteúdos criados pelos curadores, utilizou-se como única solução os códigos QR. A utilização destes como forma de ativar o conteúdo provém do facto de os curadores considerarem que a tecnologia jamais deve substituir o museu, devendo sim, complementar o mesmo. Segundo os mesmos vão existir diversos aspetos impossíveis de replicar através da tecnologia, tal como descrito em por Maye et al. [6]. Desta forma, ao utilizar os códigos QR, os visitantes têm o livre arbítrio de querer ou não visualizar os conteúdos interativos fazendo com que os mesmos se tornem um complemento e não um substituto a um dado artefacto.

Relativamente à *interface* do sistema utilizado pelos visitantes, a mesma será o mais simples e sugestiva possível de tal forma que esta não induza os utilizadores a erro, nem seja um ponto distração do foco principal, isto é, a exposição.

Além disso, pelo facto de o museu ser um local propício à presença de visitantes de vários locais do mundo, os curadores poderão introduzir para um mesmo artefacto (e código QR) diferentes conteúdos a serem mostrados, tendo por base o idioma dos visitantes.

3.4 Testes e recetividade

De forma a testar o sistema e a responder às questões de investigação foram feitos um conjunto de testes. Para responder à RQ1 foi tida em conta o sistema de avaliação SUS [80] como forma de avaliar a usabilidade do sistema e assim perceber se o mesmo pode ser considerado *user-friendly*, por parte dos curadores. Para responder a RQ2 foram elaboradas um conjunto de entrevistas com os curadores envolvidos, de forma a perceber como a utilização do sistema realizado influenciou a sua motivação e estado de espírito para a elaboração de exposições interativas futuras. Por fim, para testar o impacto das exposições interativas criadas nos visitantes do museu (RQ3) e tendo como inspiração o procedimento efetuado por Hammady et al. [46], para medir a motivação dos visitantes, serão analisados os tempos médios que os visitantes irão despende a contemplar cada um dos artefactos e esses tempos serão comparados com os tempos médios que os visitantes irão dispor a contemplar esses mesmos artefactos quando complementados com tecnologias interativas. Se existirem diferenças poderemos então concluir que as exposições interativas criadas, com o protótipo desenvolvido, apresentam indícios de aumentar o interesse dos visitantes. Para além desta abordagem, serão também efetuados um conjunto de questionários aos visitantes que testaram os conteúdos criados por um dos curadores, através do sistema desenvolvido. Para isso, será utilizada a MES (*Museum Experience Scale*) [81] de forma a perceber como o envolvimento, as aprendizagens, a qualidade da experiência e a conexão dos visitantes foi afetada com introdução de exibições interativas.

4 Especificação da solução

Nesta secção será apresentada a proposta de solução e quais as contribuições que se pretende efetuar através deste trabalho. Ao longo da mesma pretende-se apresentar aquilo que se pretende realizar para assim colmatar a grande dificuldade técnica e lacuna de conhecimentos dos curadores, ao realizarem exposições interativas. Desta forma, pretende-se que a solução desenvolvida consiga ser autoexplicativa o suficiente para não existir a necessidade de intervenção de pessoal técnico-especializado.

A solução proposta passa pela realização de um sistema de gestão de conteúdos para *desktop* (*EasyMuseumARCreator*), onde os curadores consigam criar, manter, testar e modificar uma exposição interativa. Cada conteúdo interativo, no que lhe concerne, ficará associado a um código QR, código este que irá conseguir ser interpretado por uma outra contribuição também ela realizada nesta dissertação, uma aplicação para dispositivos móveis (*EasyMuseumARViewer*), onde os visitantes do museu conseguirão ver os conteúdos incluídos pelos curadores do museu, sob o formato de realidade aumentada.

Tal como referido anteriormente, existiram dois aspetos que levaram à construção de uma solução que utiliza uma plataforma *desktop* e *smartphones*. Primeiramente foi detetado que os curadores possuíam uma maior abertura para a utilização de uma plataforma de edição no computador, pois referiram que a edição de conteúdos num ecrã de maiores dimensões é mais facilitada. Além disso, foi também referido pelos mesmos que a utilização do *smartphone* iria permitir abranger uma grande quantidade de público, uma vez que atualmente quase todas as pessoas têm um *smartphone*. Este aspeto vai ao encontro das estatísticas [20], que indicam que no início de 2022, em Portugal, cerca de 98% da população, que tinha acesso à *internet*, tinha um *smartphone*. Para além disso, estudos recentes realizados por Ohlei et al. [51, 52], demonstram um sistema que faz uso de plataformas semelhantes, tendo sido obtido resultados muito bons através da *System Usability Scale*. Relativamente aos códigos QR, o uso dos mesmos deve-se sobretudo à necessidade dos curadores necessitarem de ter uma forma fácil e única de ativação de conteúdos, algo que consegue ser facilmente alcançado através destes. Além disso, através dos códigos QR conseguimos separar aquilo que é a tecnologia, daquilo que é o museu, permitindo assim que a tecnologia atue como um complemento e que o foco principal da visita permaneça sendo a própria exposição. Por outro lado, existem também estudos já abordados anteriormente que demonstram o sucesso dos códigos QR em museus [75, 76], sendo também referido por Schultz [77] que os jovens tendem a utilizar códigos QR e que estes são uma boa forma de permitir a personalização de uma visita a uma determinada instituição. Relativamente à realidade aumentada, considerou-se a mesma uma boa solução pois esta tem sido frequentemente utilizada nos últimos anos (Sari et al [44], 2019), (Guedes [76], Paliokas et al. [79], 2020), (Khan et al. [78], 2021) e parece ser uma tecnologia que consegue ter bons resultados em instituições culturais.

Na realização destas duas soluções, serão utilizadas tecnologias amplamente conhecidas, como é o caso da biblioteca *React*, que permite o desenvolvimento *web*, através de *interfaces* reativas, isto é, *interfaces* que reagem e se atualizam em tempo real perante a atualização de dados [82]. Para além disso será também utilizada a biblioteca *React Native* [83], uma biblioteca que recorre à biblioteca *React* para o desenvolvimento de aplicações reativas para plataformas nativas como é o caso do Android, iOS, AndroidTV, entre outros.

No campo da realidade aumentada, será utilizada a biblioteca *ViroReact*, uma biblioteca onde os desenvolvedores são capazes de construir rapidamente conteúdo sob o formato de realidade aumentada (RA) e realidade virtual (RV). Os desenvolvedores podem utilizar a mesma, escrevendo o seu código através de *React Native* e o *Viro* consegue gerar código nativo para diferentes plataformas de RV e RA existentes. Neste caso concreto será utilizada a biblioteca *ViroReact* para construir uma aplicação para a plataforma Android, no entanto, devido à facilidade oferecida pelo *React Native* de nos oferecer uma aplicação multiplataforma, existe a possibilidade de gerar uma aplicação para iOS no futuro, caso fosse necessário, sem grande dificuldade.

4.1 EasyMuseumARCreator

Uma das melhores formas de conseguir que os curadores consigam construir exposições interativas de forma independente, passa por construir uma plataforma através da qual estes sejam capazes de introduzir os conteúdos sem a necessidade de muito conhecimento técnico. Para isso, é necessário que a plataforma a construir tenha uma baixa curva de aprendizagem e que a usabilidade da mesma seja elevada, caso contrário os curadores não a conseguirão utilizar.

Outro aspeto importante é o facto de ser necessário que a plataforma permita que os curadores sejam capazes de realizar uma certa quantidade de operações básicas, que permitam satisfazer as necessidades identificadas anteriormente (secção B do apêndice), tais como:

- Introduzir novos conteúdos, quando necessário.
- Editar conteúdos anteriormente introduzidos, sempre que necessário.
- Desativar conteúdos de forma temporária.
- Eliminar um determinado conteúdo quando este deixar de ser necessário ou quando se revelar dispensável.
- Ter a possibilidade de ter conteúdos em diferentes línguas, visto os museus se tratarem de locais com uma grande diversidade cultural e conseqüentemente linguística.
- Capacidade de obter o código QR de um determinado conteúdo interativo, de forma fácil, sem esforço adicional.

4.1.1 A introdução de novos conteúdos

Para a introdução de novos conteúdos, pretende-se que, para cada novo conteúdo criado, este seja associado a um determinado código QR. Ao contrário de outros trabalhos propostos em [51, 52], aqui pretende-se que, para cada marcador seja possível associar diversos tipos de conteúdos em simultâneo, não restringindo um marcador a um único tipo de conteúdo.

Desta forma, pretende-se que inicialmente o curador consiga associar texto, imagens, vídeos e objetos 3D a um determinado código QR, ficando em aberto a possibilidade de adição de novos tipos de conteúdos para o futuro, caso seja necessário.

Para a criação de conteúdos pretende-se manter a *interface* o mais simples e intuitiva possível, requerendo apenas informações essenciais tais como:

- Nome do conteúdo.
- Código QR a associar.

– Conteúdos a colocar.

Relativamente aos diferentes conteúdos a colocar, pretende-se oferecer um conjunto de personalizações a cada um deles para assim, dar alguma liberdade de personalização ao curador e permitir que estes consigam surpreender os visitantes com conteúdos com uma maior identidade.

4.1.2 A edição de conteúdos

Tal como tudo aquilo que fazemos no nosso dia a dia, muitas das vezes um determinado aspeto não sai perfeito à primeira tentativa, pelo que a edição de um determinado conteúdo é algo que também é importante ser considerado. Desta forma, ao incluir a edição de conteúdos, estaremos a prover os curadores da capacidade de alterar algo que possa não estar a funcionar da melhor forma, podendo assim alterar um determinado conteúdo, quer em prol da sua própria opinião, quer em prol da opinião daqueles que o rodeiam.

Aqui pretende-se que o curador seja capaz de editar tudo aquilo que efetuou anteriormente, sem grandes dificuldades, pelo que a *interface* deve ser mantida o mais simples e intuitiva possível.

4.1.3 Desabilitação de conteúdos

A desabilitação de conteúdos, surge como uma funcionalidade de suporte ao curador. Através desta, pretende-se que um determinado curador seja capaz de remover temporariamente um determinado conteúdo interativo de exibição. Essencialmente esta funcionalidade serve para que o curador consiga desativar temporariamente um determinado conteúdo, que já tenha sido criado anteriormente, quando estiver a projetar alterações para o mesmo. Apesar de a ideia para esta funcionalidade ter surgido com este intuito específico, através da mesma, os curadores conseguirão ocultar um determinado conteúdo aos visitantes, sempre que o desejarem.

4.1.4 Eliminação definitiva de conteúdos

A eliminação de conteúdos, servirá para, tal como o nome o próprio nome indica, remover um determinado conteúdo interativo de forma permanente. Pretende-se que ao eliminar definitivamente, todo conteúdo associado a um determinado código QR, este seja apagado de forma permanente e não consiga mais ser recuperado. Para além disso, pretende-se que ao eliminar um determinado código QR e o conteúdo associado ao mesmo, esse mesmo código QR deixe de poder ser utilizado em conteúdos criados posteriormente.

4.1.5 A “tradução” de conteúdos

Pelo facto de os museus serem espaços onde prevalece a multiculturalidade e conseqüentemente exista a presença de pessoas que dialoguem segundo diferentes idiomas, é de extrema importância que os curadores tenham a capacidade de conseguir associar a um determinado código QR conteúdos em diferentes línguas. Desta forma pretende-se que o curador seja capaz de selecionar o idioma (dentro de uma quantidade pré-estabelecida de opções) para o qual pretende “traduzir” um determinado conteúdo.

Apesar do termo utilizado ser tradução, esta funcionalidade deve ser vista como a capacidade de colocar um determinado conteúdo para um idioma diferente, e não como uma tradução “linear”, pois através desta pretende-se que o curador consiga introduzir os conteúdos que pretender para

o idioma selecionado, tendo assim a liberdade de colocar diferentes conteúdos para visitantes de diferentes idiomas se assim o desejar.

Posto isto, o termo tradução ocorre apenas como uma forma de facilitar a percepção dos curadores relativamente àquilo que podem efetuar, isto é, colocar algo que esta num determinado idioma noutra idioma distinto.

4.1.6 A obtenção do código QR

A obtenção do código QR, deverá em princípio ser funcionalidade que menos dúvidas suscitará nos curadores. Esta funcionalidade, deverá permitir que o curador seja capaz de obter o código, de forma fácil, de um determinado conteúdo anteriormente criado.

Desta funcionalidade espera-se que seja possível ao curador obter um determinado código QR segundo a dimensão que deseje. Tendo essa informação, o sistema deverá então ser capaz de fornecer ao curador, num ficheiro de imagem, esse mesmo código QR, num tamanho já adequado à sua impressão, sem qualquer tipo de dificuldade adicional, removendo assim todo e qualquer tipo de esforço adicional fora da plataforma a desenvolver.

4.2 EasyMuseumARViewer

De forma a conseguir consumir os conteúdos a serem introduzidos pelos curadores e assim complementar a aplicação *desktop* a ser construída, teremos também a construção de uma aplicação para dispositivos móveis onde os visitantes poderão contemplar os conteúdos introduzidos pelos curadores.

Ao contrário da aplicação *desktop* de gestão de conteúdos, a aplicação móvel poderá ser utilizada por qualquer visitante que pretenda beneficiar de uma experiência mais imersiva. Desta forma, pretende-se que a aplicação a desenvolver esteja disponível em diversos idiomas (pré-estabelecidos), de tal forma a que maioria dos visitantes do museu, que a pretendam utilizar, o consigam fazer sem que o idioma se apresente como um obstáculo.

A aplicação a desenvolver deverá então obedecer a um curto conjunto de funcionalidades necessárias, que satisfaçam as necessidades identificadas anteriormente (secção B do apêndice), nomeadamente:

- Suporte a diferentes idiomas.
- Capacidade de visualização de conteúdos através de realidade aumentada.
- Capacidade de “desbloqueio” do conteúdo através do *scan* de um determinado marcador.
- Capacidade de interação com os elementos introduzidos pelos curadores.

Para além destas funcionalidades, pretende-se que a aplicação seja o mais simples e intuitiva possível, de tal forma que esta não se sobreponha àquilo que é a beleza natural do próprio museu. Este fator acaba por ser muito importante, pois a utilização de tecnologia excessiva pode levar a que os utilizadores coloquem a tecnologia em primeiro plano e o museu como algo complementar, algo que não é de todo desejável. Desta forma, ao utilizarmos os marcadores como forma de “desbloquear” o conteúdo, estaremos a separar de uma forma “saudável” a tecnologia do museu.

4.2.1 O suporte a diferentes idiomas

Como já foi referido, o facto da aplicação móvel a desenvolver ter como utilizadores finais os visitantes do museu faz com que a preocupação com a existência de vários idiomas seja real. A não existência de um determinado idioma, poderia arruinar por completo a experiência do visitante, o que poderia levar a que este não compreendesse a forma de funcionamento da aplicação, nem os conteúdos exibidos na mesma.

Desta forma pretende-se que a aplicação tenha a sua *interface* disponível em diversos idiomas, utilizando para esse efeito o *framework* de internacionalização *i18next*. Para além da tradução da *interface*, pretende-se que os próprios conteúdos a serem exibidos aos visitantes, e carregados pelos curadores, vão ao encontro do idioma dos mesmos. Tendo esse aspeto em conta, a aplicação deverá então ajustar-se ao idioma do visitante, fazendo com que consoante o idioma do telemóvel do mesmo os conteúdos a serem mostrados sejam também relativos à sua língua.

4.2.2 Visualização de conteúdos através de realidade aumentada

De forma a consumir os conteúdos introduzidos pelos curadores do museu e a exibi-los sob o formato de realidade aumentada, foi necessário procurar uma solução já existente e verificar como a mesma poderia atender e se adaptar às necessidades do projeto. A solução encontrada passou pelo *framework* *ViroReact*. O *ViroReact* é um *framework* que permite que os desenvolvedores consigam construir rapidamente aplicações de RA e RV para diferentes tipos de dispositivos, sem haver, no entanto, perda de desempenho.

Este elevado desempenho deve-se essencialmente ao facto deste *framework* utilizar APIs para as duas bibliotecas mais conhecidas atualmente, no campo da realidade aumentada, sendo elas:

- O *ARKit* que permite o desenvolvimento de experiências imersivas para dispositivos *Apple*.
- O *ARCore* que permite o desenvolvimento de experiências imersivas para dispositivos *Android*.

É importante notar que, em ambos os casos os dispositivos devem cumprir alguns requisitos mínimos, no entanto, a maioria dos dispositivos utilizados atualmente já cumprem esses mesmos requisitos sem grandes dificuldades, devido ao rápido crescimento deste tipo de tecnologia.

Tendo em conta todos estes aspetos, pretende-se que através deste *framework*, seja possível consumir toda a informação presente num repositório de dados. Esses dados, por sua vez, surgirão por intervenção dos curadores, que introduzirão os mesmos através da plataforma de gestão de conteúdos, desenvolvida para *desktop*.

4.2.3 “Desbloqueio” de conteúdo através de marcadores

O reconhecimento de imagem é um dos componentes-chave da realidade aumentada, pois, este permite que seja possível interpretar o mundo real e assim responder ao mesmo de forma adequada. O *framework* *ViroReact* possui a capacidade de reconhecer imagens (através das bibliotecas *ARCore* e *ARKit*) e ativar determinados eventos quando um determinado marcador é capturado.

Tendo isto em consideração, pretende-se então utilizar esta capacidade, oferecida por este *framework*, como uma forma de ativar o conteúdo a ser visualizado pelo visitante. Ao ativar o conteúdo através de marcadores, estaremos a dar a liberdade do visitante decidir se pretende ou não ter uma experiência imersiva, fazendo com que os conteúdos interativos se tornem um complemento e não um substituto aos artefactos do museu.

4.2.4 Interação com os elementos a visualizar

Outro aspeto importante na visualização de elementos sob o formato de realidade aumentada é a interação com os mesmos. A interação tem um papel bastante relevante na realidade aumentada, pois, se esta não for feita da forma mais correta, pode arruinar por completo a experiência do visitante. O *framework* **ViroReact** proporciona diversos tipos de interação com o utilizador, sob o formato de eventos, tais como rotação, toque, entre outros.

Deste modo, pretende-se implementar algumas dessas formas de interação de forma a proporcionar uma experiência fácil e intuitiva aos visitantes, tentando assim minimizar ao máximo, possíveis erros efetuados pelos mesmos.

5 Arquitetura do sistema e decisões arquiteturais

Nesta secção será apresentada uma proposta de arquitetura para o sistema desenvolvido e serão apresentadas diferentes decisões arquiteturais tomadas, bem como uma breve explicação de como toda a comunicação e informação flui pelo sistema.

5.1 Arquitetura cliente-servidor

Por se tratar de um sistema onde temos várias instâncias de aplicação a efetuar pedidos e a obter respostas de um servidor central, atualizando uma base de dados comum, a arquitetura do sistema desenvolvido pode ser considerada uma arquitetura cliente-servidor.

A imagem abaixo procura de forma simplificada, representar aquilo que é a arquitetura do sistema desenvolvido. Nela é possível observar um componente central, a *Firebase*, onde são utilizados três serviços da mesma: A *Firestore Database*, a *Firebase Storage* e a *Firebase Authentication*.

Além disso, é possível verificar a existência de duas APIs, desenvolvidas separadamente para a aplicação *desktop* e para a aplicação móvel, que consistem basicamente num conjunto de chamadas às APIs da *firebase* combinadas com alguma lógica própria de cada um dos sistemas.

Por fim temos duas categorias de sistemas finais, os sistemas *desktop*, aptos a ler e a escrever dados, e os sistemas móveis aptos apenas à leitura dos dados.

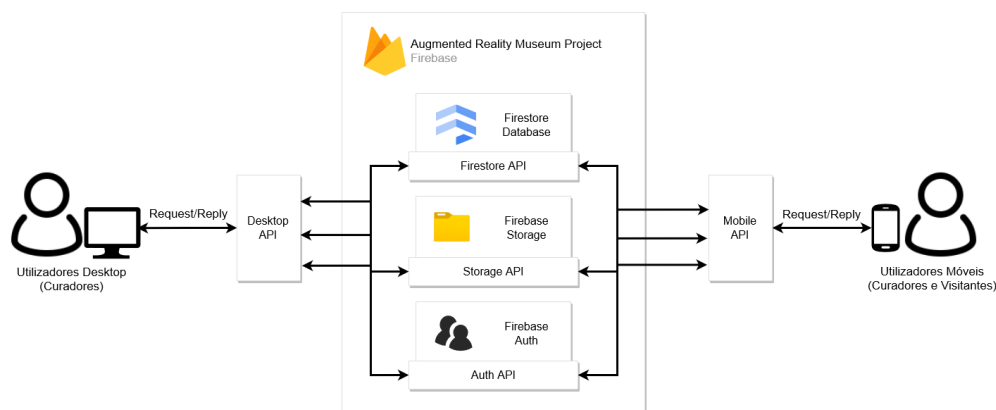


Figura 3. Arquitetura do sistema

5.2 A *Firebase* como *Backend-as-a-Service* (BaaS)

Como parte central do sistema temos a *Firebase*. A *Firebase* consiste num sistema *backend* que funciona como um serviço e que pode ser utilizado por diversas categorias de aplicações tais como aplicações móveis e aplicações *web*, daí ter a sua designação de *Backend-as-a-Service*.

Uma das grandes vantagens da *firebase* consiste no facto desta libertar muita da responsabilidade do desenvolvedor, permitindo que o mesmo se foque em garantir uma boa experiência de utilização dos diferentes utilizadores. Ao utilizar a *firebase*, o desenvolvedor não necessita de gerir servidores, não necessita de ter grandes preocupações relativamente a autenticação, nem é necessário utilizar um outro serviço para guardar os dados. A *firebase* consegue tratar de muitas das responsabilidades dos projetos, com muito pouca necessidade de configuração.

5.3 *Firestore Authentication*

Um dos recursos oferecidos pela *Firestore* consiste na *Firestore Authentication*. Esta permite adicionar, de forma fácil, mecanismos de autenticação e segurança à nossa aplicação. Para este efeito a *Firestore Authentication* fornece diversas formas de autenticação, tais como autenticação via email/password, número de telemóvel e autenticação via outros provedores tais como conta *Google* e outras redes sociais.

Para além destes métodos de autenticação, a *Firestore* fornece também a possibilidade de autenticação anónima, permitindo que seja feita uma conexão temporária de um dado utilizador com a aplicação, garantindo assim que os pedidos ao servidor sejam sempre realizados por um utilizador autorizado e não a partir de fontes externas.

Para além da autenticação, a *Firestore*, fornece também mecanismos de recuperação de palavra-passe, caso o utilizador por ventura se esqueça da mesma.

No sistema em questão, são então utilizados dois métodos de autenticação distintos, sendo eles:

- Autenticação com email e senha, utilizada na aplicação *desktop*, devido à necessidade de manter o registo de quem cria e mantém as exibições interativas.
- Autenticação anónima, utilizada na aplicação móvel, uma vez que esta apenas consome dados, não havendo nenhuma necessidade de manter qualquer tipo de informação acerca do utilizador.

5.4 *Firestore Storage*

Outro recurso fornecido pela *Firestore* é a *Firestore Storage*, que permite que os utilizadores de uma aplicação sejam capazes de efetuar o *upload* e *download* de conteúdo, de forma segura, independentemente da qualidade da rede. Através desta, os utilizadores conseguem então guardar imagens, vídeos, objetos 3D e todo o tipo de arquivos imagináveis, tendo sempre garantida a segurança da *Google*, durante todo o processo.

No sistema implementado, a *Firestore Storage* é utilizada como repositório central de arquivos, permitindo que ambas as aplicações (móvel e *desktop*) utilizem os arquivos carregados pelos curadores.

O *upload* e *download* de arquivos a partir da *Firestore Storage* é feito através de referências, pelo que se adotou uma política de referenciamento que será alvo de esclarecimento na secção de modelo de dados (5.6).

5.5 *Firestore Database*

A *Firestore Database* é um repositório de dados, *noSQL*, flexível e escalável que visa armazenar dados, sincronizando aquilo que se encontra do lado do servidor com aquilo que está do lado do cliente.

Por se tratar de uma base de dados não relacional (*noSQL*), os dados são guardados sob o formato de coleções e essas coleções possuem conjuntos de documentos, onde cada documento pode possuir conjuntos de valores, armazenados sob o formato chave-valor. Estes documentos, por sua vez, podem suportar diversos tipos de dados, que vão desde *strings*, até números e outras coleções.

No sistema implementado, a *Firestore Database* surge como o repositório central de dados, o que permite que todas as informações relativas a utilizadores e conteúdos sejam mantidas na mesma. Toda e qualquer informação ao ser alterada, surtirá efeitos num determinado documento de uma dada coleção em específico.

5.6 O modelo de dados

Pelo facto de o sistema construído ser um sistema que irá ler e escrever dados, de e para diferentes plataformas (móvel e *desktop*), era necessário estruturar os dados segundo uma notação que pudesse ser facilmente manipulada e entendida em ambos os ambientes.

Um dos formatos de estruturação de dados mais utilizados atualmente, sobretudo no desenvolvimento *web* é o JSON (*JavaScript Object Notation*). Este caracteriza-se por apresentar os dados estruturados segundo pares chave-valor. Nestes pares as chaves vão corresponder a elementos do tipo *string* e o valor irá poder representar diversos tipos de dados, tais como *strings*, coleções, valores booleanos, entre outros.

No sistema visado, todos os dados trocados são estruturados segundo o formato JSON e qualquer objeto, seja ele um utilizador ou conteúdo criado, é representado como um objeto *Javascript*.

5.6.1 Dados guardados na *Firestore Database*

Neste sistema teremos então a existência de duas categorias de coleções na *Firestore Database*:

- Os “*Users*”, coleção esta que se encarrega de guardar documentos relativos aos diferentes utilizadores do sistema.
- Os “*Items*”, coleção que se encarrega de guardar documentos relativos aos diferentes conteúdos interativos criados pelos curadores do museu.

Para cada utilizador do sistema, o sistema de autenticação da *Firebase* irá se encarregar de fornecer um identificador único e uma série de outros dados a esse utilizador. No entanto, aquando da criação de um novo utilizador, teremos a criação de um documento na coleção “*Users*”, com um identificador igual ao fornecido pela *firebase*, permitindo assim efetuar uma associação e guardar as informações relevantes, relativas a esse mesmo utilizador na *Firestore Database*. A lista abaixo procura descrever as diferentes informações a serem guardadas para cada utilizador do sistema.

- “*creationDate*”, do tipo *timestamp*, que permite guardar a data em que o utilizador efetuou a criação da sua conta.
- “*dateOfBirth*”, do tipo *timestamp*, que permite guardar a data de nascimento do utilizador em questão.
- “*email*”, do tipo *string*, que permite guardar o email que o utilizador em questão utiliza para entrar no sistema.
- “*firstName*”, do tipo *string*, que permite guardar o primeiro nome do utilizador em questão, definido por este, aquando da criação da sua conta.
- “*lastName*”, do tipo *string*, que permite guardar o apelido do utilizador em questão, definido por este, aquando da criação da sua conta.

- “*uuid*”, do tipo *string*, que permite guardar o identificador único do utilizador, definido pelo sistema de autenticação da *firebase*, no momento em que o utilizador decide criar a sua conta. Apesar de o documento da coleção já ter este mesmo identificador, este surge como par chave-valor por questões de simplificação de acesso.

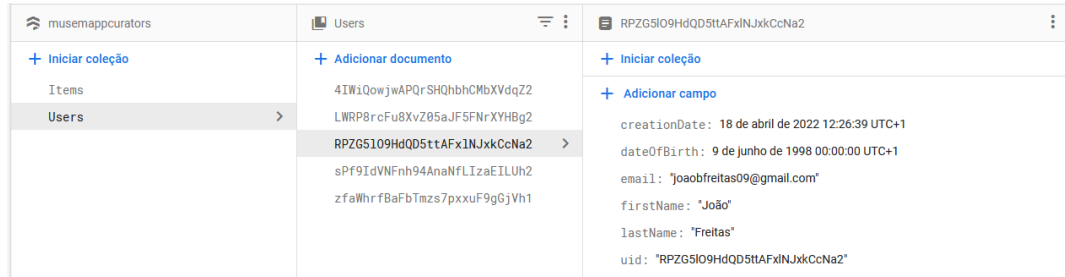


Figura 4. Organização e estrutura de documento do tipo “Users”

Relativamente aos conteúdos interativos criados, estes têm também uma estrutura pré-definida. Nesta estrutura são guardadas duas categorias de dados principais:

- Dados estruturais, isto é, dados que guardam informação estrutural, tais como tamanho da fonte, tamanho do objeto, cor do texto, posição, entre outros.
- Dados propriamente ditos, isto é, dados que guardam informação pura, tais como informação textual ou referências para informação externa, pronta a ser consumida pela aplicação.

No momento em que um novo conteúdo interativo é criado este surge associado a um identificador único, gerado no momento da criação. Para cada novo conteúdo interativo criado, teremos então a criação de um novo documento na coleção “Items”, com um identificador igual ao gerado no momento da criação. Para cada um dos elementos interativos criados, teremos então o seguinte conjunto de informações a serem guardadas na *Firestore Database*:

- “*creationDate*”, do tipo *timestamp*, que permite guardar a data em que o conteúdo interativo foi criado.
- “*editDate*”, do tipo *timestamp*, que permite guardar a data em que o conteúdo interativo foi alterado pela última vez.
- “*creator*”, do tipo *string*, que permite guardar o identificador único do utilizador que criou o conteúdo interativo.
- “*lastEditor*”, do tipo *string*, que permite guardar o identificador único do utilizador que editou o conteúdo interativo pela última vez.
- “*languagesAvailable*”, do tipo *Array*, que permite guardar os idiomas em que o conteúdo interativo se encontra disponível.
- “*status*”, do tipo booleano, que permite indicar se esse mesmo conteúdo está ou não visível para os visitantes.
- “*markerProperties*”, do tipo objeto, que guarda informações estruturais e informações propriamente ditas relativamente ao marcador (código QR) que irá ativar o conteúdo interativo, tais como:

- **“markerImage”**, do tipo objeto, que guarda algumas informações relativas à imagem do marcador, tais como nome da imagem do marcador, localização da imagem do marcador, bem como o *url* que dá acesso ao marcador.
- **“markerRealWidth”**, do tipo *float*, que guarda a dimensão real do marcador, em metros, após impresso.

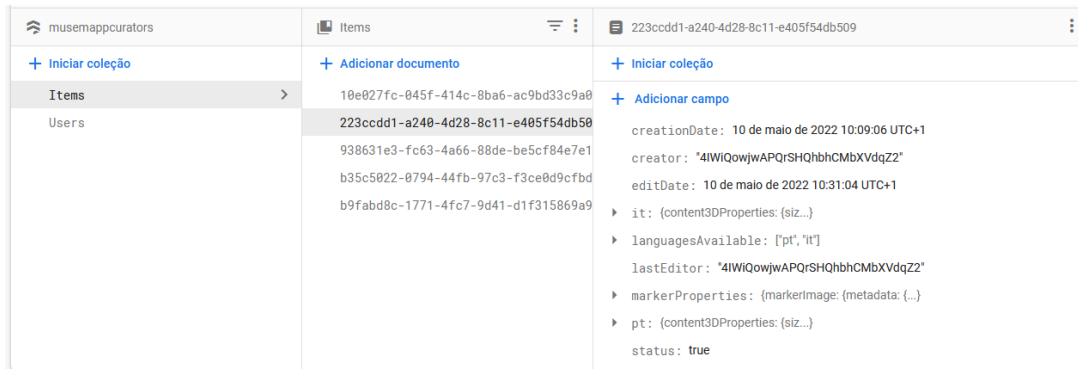


Figura 5. Organização e estrutura de documento do tipo “Items”

Para cada um dos idiomas em que o conteúdo interativo esteja disponível (informação disponível através da propriedade *“availableLanguages”*) teremos também um objeto que irá guardar todas as informações, estruturais e propriamente ditas, relativas ao conteúdo a ser exibido:

- **“hasContent3D”**, do tipo booleano, que indica se existem ou não conteúdos 3D associados ao marcador, para o idioma escolhido.
- **“hasImages”**, do tipo booleano, que indica se existem ou não imagens associados ao marcador, para o idioma escolhido.
- **“hasText”**, do tipo booleano, que indica se existe ou não texto associado ao marcador, para o idioma escolhido.
- **“hasVideos”**, do tipo booleano, que indica se existem ou não vídeos associados ao marcador, para o idioma escolhido.
- **“name”**, do tipo *string*, que indica o nome do conteúdo, para o idioma escolhido.
- **“content3DProperties”**, do tipo objeto, que guarda toda a informação, estrutural e propriamente dita, relativa ao conteúdo 3D, para o idioma escolhido. Exemplos de informações disponíveis são a posição, o tamanho do conteúdo, informações acerca da localização dos objetos 3D, *urls* que permitem o acesso direto aos mesmos, entre outras.
- **“imagesProperties”**, do tipo objeto, que guarda toda a informação, estrutural e propriamente dita, relativa às imagens, para o idioma escolhido. Exemplos de informações disponíveis são a posição, a largura das imagens, altura, informações acerca da localização das imagens, *urls* que permitem o acesso direto às mesmas, entre outras.
- **“textProperties”**, do tipo objeto, que guarda toda a informação, estrutural e propriamente dita, relativa ao conteúdo de texto, para o idioma escolhido. Exemplos de informação disponível são o texto a ser exibido, o tamanho da fonte, a cor do texto, a cor de fundo, a posição do texto, o alinhamento do texto, entre outras.

- “*videosProperties*”, do tipo objeto, que guarda toda a informação, estrutural e propriamente dita, relativa ao conteúdo de vídeo, para o idioma escolhido. Exemplos de informação disponível são a posição, a largura dos vídeos, o comprimento, informações acerca da localização dos vídeos, *urls* que permitem o acesso direto aos mesmos, entre outras.

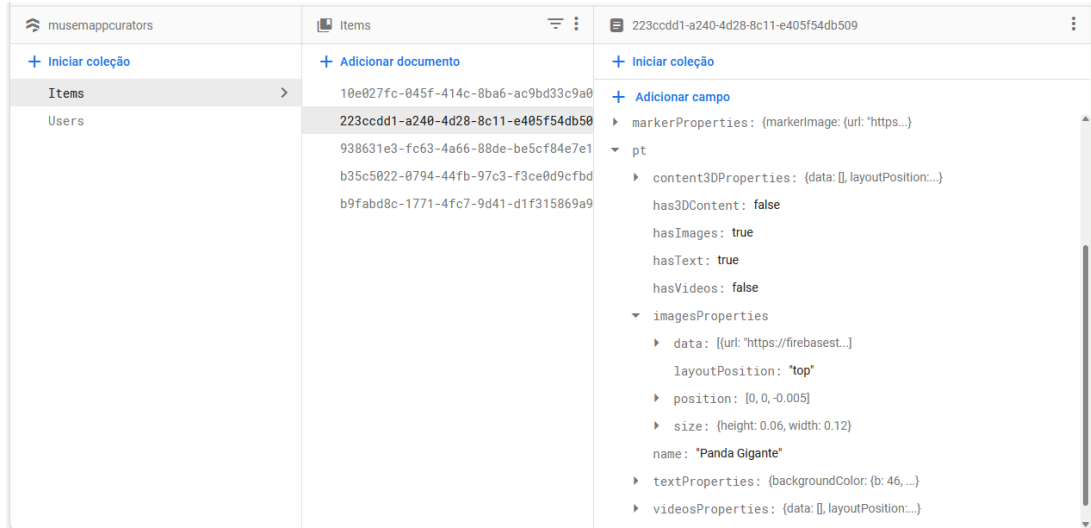


Figura 6. Exemplo de informação guardada para um conteúdo interativo no idioma português

5.6.2 Ficheiros guardados na *Firestore Storage*

Para conseguir manipular ficheiros dentro da *Firestore Storage*, é necessário que seja estabelecida uma referência ao arquivo que queremos manipular. Posto isto, se queremos ser capazes de efetuar o *upload*, *download* ou exclusão de algum ficheiro, ou conjunto de ficheiros é necessário saber a referência/caminho no qual esse ficheiro ou conjunto de ficheiros se encontra.

Com o propósito de facilitar e conseguir o acesso aos ficheiros de um determinado conteúdo interativo, numa dada língua, optou-se por estruturar a *Firestore Storage* com a seguinte hierarquia:

Na raiz de cada conteúdo interativo iremos ter a presença de uma pasta com ID do conteúdo interativo. Todos os conteúdos referentes a um dado conteúdo interativo estarão dentro de uma pasta com o seu ID. Dentro dessa pasta teremos:

- Uma pasta de nome “marker”, que irá guardar a imagem do marcador (código QR) que irá permitir “ativar” o conteúdo interativo em questão.
- Uma pasta para cada um dos idiomas em que existem conteúdos interativos, onde o nome de cada pasta é dado pela abreviatura desse mesmo idioma. Dentro de cada uma dessas pastas teremos:
 - Uma pasta de nome “content3D”, que irá guardar todos os objetos 3D carregados pelos curadores para esse dado conteúdo interativo, para o idioma escolhido.
 - Uma pasta de nome “images”, que irá guardar todas as imagens carregadas pelos curadores para esse dado conteúdo interativo, para o idioma escolhido.
 - Uma pasta de nome “videos”, que irá guardar todos os vídeos carregados pelos curadores para esse dado conteúdo interativo, para o idioma escolhido.

Na imagem abaixo é possível observar um exemplo teórico da estrutura de um dado conteúdo interativo. Este conteúdo está disponível em 3 idiomas: português, espanhol e italiano.

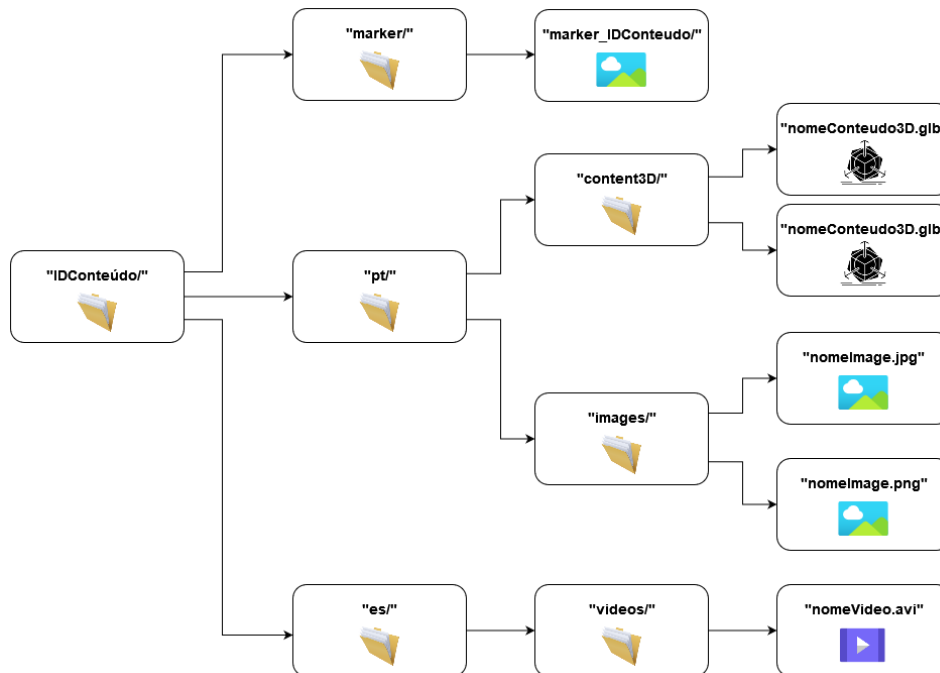


Figura 7. Exemplo de estrutura da “*Firebase Storage*” de um conteúdo interativo

Na “raiz” da hierarquia é possível observar uma pasta com nome igual ao *id* do conteúdo. Dentro dessa pasta é possível observar a pasta “*marker*”, que irá conter a imagem do código QR que irá permitir desbloquear o conteúdo, e duas pastas “*pt*” e “*es*”, que irão conter conteúdo propriamente dito. Apesar de o idioma italiano fazer parte do conjunto de idiomas disponíveis, não existe uma pasta “*it*”, pois o conteúdo em italiano é apenas texto, conteúdo este guardado no próprio documento presente na *Firestore Database*.

Para cada uma das pastas referentes aos diferentes idiomas, teremos diferentes categorias de conteúdos guardados. No caso do idioma português, representado pela abreviatura “*pt*”, temos a presença de duas pastas, “*content3D*” e “*images*”. Na primeira temos a presença de dois modelos 3D enquanto na segunda temos guardadas duas imagens. Já no idioma espanhol, representado pela abreviatura “*es*”, temos apenas uma pasta denominada “*videos*”, onde existe um único vídeo.

Esta página foi deixada intencionalmente em branco.

6 Implementação do sistema

Nesta secção serão apresentadas todas as componentes que compõem o sistema e será explicado todo o código construído, ao pormenor, demonstrando assim a implementação de todo o sistema.

Tal como abordado no capítulo anterior, o sistema é composto por duas plataformas: uma plataforma *desktop*, onde os curadores podem criar, editar, manter e eliminar conteúdos, e uma plataforma móvel, onde os curadores conseguem testar aquilo que introduziram e os visitantes são capazes de contemplar os diferentes conteúdos interativos criados pelos curadores.

A implementação de todo o sistema é feita utilizando quatro bibliotecas (principais) e um serviço de *backend* central:

- *React*: Consiste numa biblioteca *frontend* através da qual é possível construir interfaces reativas, isto é que reagem aos diferentes inputs do utilizador em tempo real. Através desta construiu-se toda a *interface* da plataforma *desktop*, isto é, toda a parte da visível da plataforma *desktop* que está disponível para os curadores.
- *React Native*: É uma biblioteca *frontend* através da qual é possível construir interfaces reativas para dispositivos móveis, recorrendo para isso à biblioteca *React*, permitindo assim obter código nativo do próprio dispositivo a partir de código *Javascript*. Através desta biblioteca, construiu-se toda a *interface* da plataforma móvel, isto é toda a parte visível da plataforma que os curadores poderão utilizar para testar os seus conteúdos interativos criados e onde os visitantes poderão apreciar os diferentes conteúdos.
- *ViroReact*: É uma biblioteca de realidade aumentada e virtual desenvolvida para a biblioteca *React Native*. Esta permite que os desenvolvedores construam rapidamente aplicações sob o formato de realidade aumentada e virtual, fornecendo componentes pré-fabricadas para esse efeito. Através desta biblioteca construiu-se toda a componente de realidade aumentada do sistema, onde curadores e visitantes podem consumir os conteúdos introduzidos, sob o formato de realidade aumentada.
- *Firebase*: Constitui a *backend* do sistema. Tal como abordado em capítulos anteriores, a *Firebase* consiste num sistema de *backend* que funciona como um serviço, isto é, qualquer desenvolvedor pode utilizar esse serviço no seu sistema, incluindo algumas das diferentes funcionalidades que este fornece, consoante necessite. Para o sistema desenvolvido, a *Firebase* fornece ao sistema a funcionalidade de autenticação, através da *Firebase Authentication*, a capacidade de persistência de dados, através da *Firestore Database* e a capacidade de hospedagem de dados (imagens, vídeos e conteúdos 3D), através da *Firebase Storage*.
- *React-Bootstrap*: Consiste numa biblioteca *frontend* que fornece ao desenvolvedor abstrações de componentes prontos a utilizar e através da qual este consegue implementar outros componentes mais complexos sem necessitar de se preocupar com detalhes de mais baixo nível. A utilização desta biblioteca teve como objetivo conseguir criar *interfaces* mais apelativas e intuitivas para aplicação *desktop*.

Para além destas bibliotecas e serviços são também utilizadas algumas outras bibliotecas de menor dimensão, responsáveis por tratar de alguns aspetos de menor importância.

Ao longo deste capítulo serão então explicadas cada uma das componentes desenvolvidas para cada uma das aplicações (móvel e *desktop*), serão explicados os excertos de código mais relevantes

para cada uma das componentes e serão mencionadas e explicadas as funções de cada uma das bibliotecas utilizadas.

6.1 EasyMuseumARCreator

A plataforma de gestão de conteúdos desenvolvida para a componente *desktop* (EasyMuseumAR-Creator) representa grande parte do esforço de desenvolvimento. Esta representa o espaço onde os curadores dos museus, podem criar, editar, manter, eliminar, “traduzir” e obter os marcadores que permitem despoletar os diferentes conteúdos interativos criados.

Para o desenvolvimento desta plataforma, utilizou-se, tal como já mencionado, as bibliotecas *React* e *React-Bootstrap* e o serviço de *backend* fornecido pela *Firebase*

A plataforma de gestão de conteúdos conta com diferentes componentes, onde cada uma deles é responsável por efetuar determinadas tarefas distintas. As múltiplas tarefas, correspondem às tarefas já abordados no capítulo de especificação da solução, tarefas estas que permitiram gerar os seguintes componentes e funcionalidades:

- Autenticação do sistema
 - Componente de registo.
 - Componente de *login*.
 - Componente de recuperação de palavra-passe.
- Perfil do curador
 - Componente de visualização do perfil do curador.
 - Componente de edição do perfil do curador.
- Componente de criação de um conteúdo interativo.
- Componente de gestão dos conteúdos interativos criados.
 - Alteração do estado de um conteúdo interativo.
 - Componente de criação de um conteúdo interativo num outro idioma.
 - Componente de edição de um conteúdo interativo.
 - Componente de alteração do tamanho do marcador do conteúdo interativo.
 - Eliminação de um conteúdo interativo.
 - Componente de obtenção do código QR (marcador) de um conteúdo interativo.

Ao longo deste subcapítulo, teremos então uma explicação da construção de cada uma das componentes e funcionalidades acima descritas, descrevendo de forma pormenorizada toda a implementação e bibliotecas utilizadas.

6.1.1 Autenticação do sistema

A autenticação do sistema *desktop*, é implementada utilizando o serviço da *Firebase Authentication*.

Devido ao facto de o utilizador ser uma informação crucial a manter no sistema e de esta ser necessária em muitos componentes, foi utilizado o conceito de *Provider* e *Context* para lidar com

autenticação. Através deste conceito, temos a presença de um *Provider*, responsável por armazenar todas as propriedades, e dentro deste teremos então todos os componentes que irão partilhar essas mesmas propriedades, isto é, todos os componentes terão acesso a um mesmo contexto, podendo ou não utilizar o mesmo. Este padrão vem simplificar bastante a passagem de certas propriedades, quando as mesmas são necessárias em diversos componentes, evitando que seja necessário estar a passar propriedades de componente em componente como acontece quando este padrão não é utilizado. A figura abaixo procura demonstrar o funcionamento do *Context* e do *Provider* quando comparado com aquilo que é normalmente utilizado.

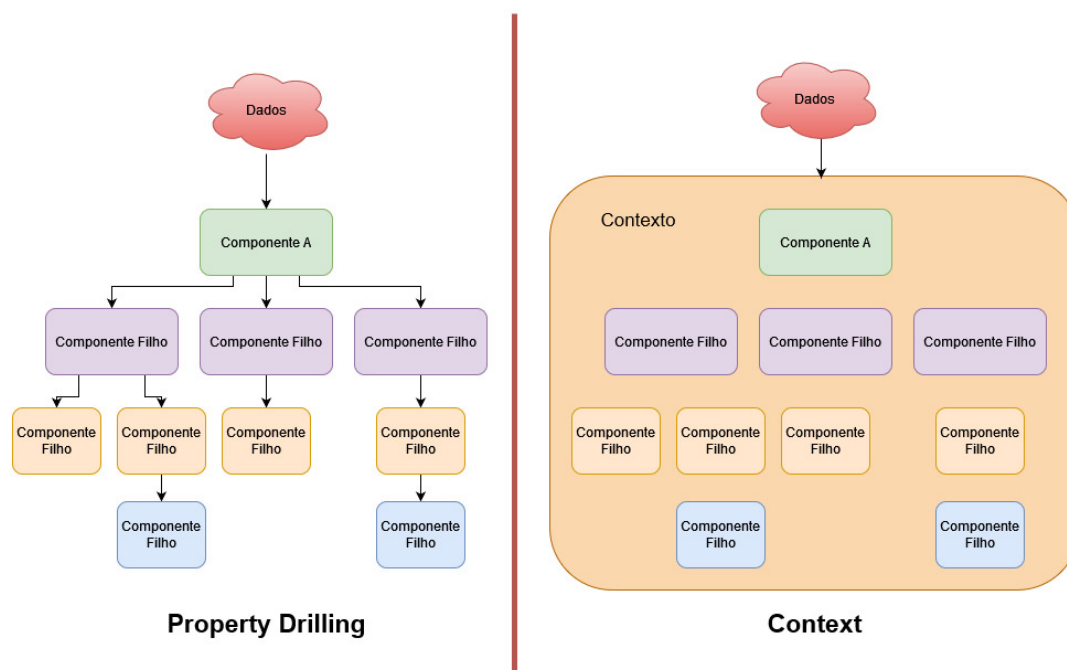


Figura 8. Paralelismo entre o *Property Drilling* e o padrão *Context*

Na aplicação *desktop* temos então a presença de um *AuthProvider*, responsável por armazenar todas as propriedades relativas à autenticação e dentro desse *AuthProvider* temos os componentes filho, que irão ter acesso a essas propriedades.

```

1  const value = {
2    currentUser,
3    signup,
4    login,
5    logout,
6    resetPassword
7  }
8
9  return (
10   <AuthContext.Provider value={value}>
11     {!loading && children}
12   </AuthContext.Provider>
13 )

```

Figura 9. Implementação do *AuthProvider*

6.1.1.1 Componente de registo

A componente de registo, corresponde à componente onde o curador, consegue criar a sua conta de modo a conseguir utilizar a plataforma e assim criar conteúdos interativos. Para o registo na plataforma, é utilizado o método de registo através de *e-mail* e palavra-passe disponibilizado pela *Firebase*. Para além destas informações, são também solicitadas, e guardadas na *Firestore Database*, algumas informações relativas ao curador. Na imagem abaixo é possível verificar a página que permite aos curadores criar a sua conta.

Figura 10. Página de registo da aplicação *desktop*

Após preencher toda a informação necessária, todos os dados são validados e caso estes sejam dados como válidos são submetidos para a *Firebase* através da função *signup* disponível no *AuthContext*. Ao ser criada a conta é então criado o utilizador na *Firebase Authentication*, sendo os dados adicionais do curador guardados na *Firestore Database*. Uma vez que a *Firebase* separa a *Firebase Authentication* da *Firestore Database*, acaba por ser necessário ter uma forma de interligar estes dois serviços de forma a conseguir guardar as informações adicionais do utilizador, que não conseguem ser guardadas apenas com o serviço de autenticação. A imagem abaixo procura demonstrar como é feito este processo de ligação quando o curador realiza o registo.

```

1  const signup = async (email, password, firstName, lastName, dateOfBirth) => {
2    const userCredential = await auth.createUserWithEmailAndPassword(email, password);
3
4    await firestore.collection(COLLECTION_USERS_NAME).doc(userCredential.user.uid).set({
5      uid: userCredential.user.uid,
6      firstName: firstName,
7      lastName: lastName,
8      email: email,
9      dateOfBirth: dateOfBirth,
10     creationDate: getServerDate()
11   });
12
13   return userCredential;
14 }
15

```

Figura 11. Função de *signup* presente no *AuthContext*

6.1.1.2 Componente de *login*

A componente de *login*, ou componente de acesso, é a componente através do qual o curador consegue entrar no sistema, tendo acesso assim a partes do sistema que só estão disponíveis quando a autenticidade do utilizador é garantida. Para efetuar login o utilizador apenas necessita de introduzir o seu *email* e palavra-passe, caso os dados estejam corretos o utilizador é imediatamente redirecionado para a página inicial do gestor de conteúdos interativos. Na imagem abaixo é possível observar a *interface* através da qual os curadores podem entrar no sistema.

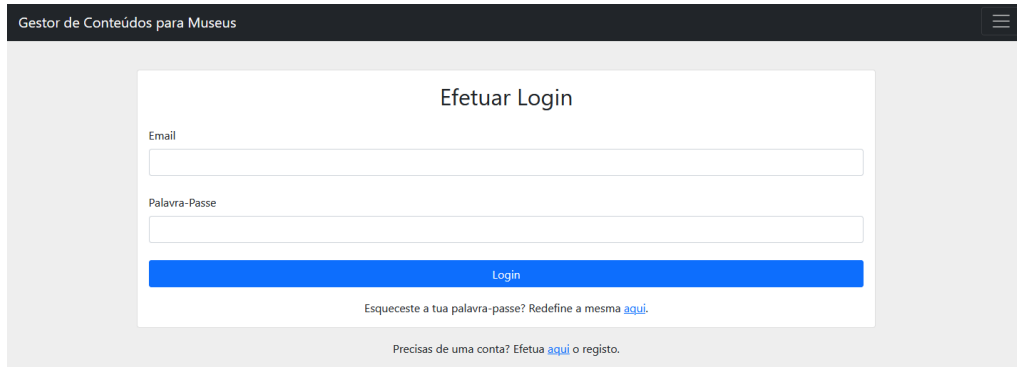


Figura 12. Página de login da aplicação *desktop*

Quando o utilizador preenche os seus dados, os mesmos são tratados pela função *login* disponível no *AuthContext*. Caso exista algum problema durante o processo de *login*, esse mesmo problema será exposto, numa linguagem amigável ao utilizador. Caso não ocorra nenhum erro durante o processo, assim que o serviço de autenticação da *Firebase* detete o pedido de login do utilizador este é redirecionado para a página principal da aplicação e uma referência para o utilizador que fez o *login* é guardada dentro do *AuthProvider*, ficando assim acessível a todos os componentes da aplicação. A imagem abaixo procura mostrar como é feito este processo de login.

```

1  const [currentUser, setCurrentUser] = useState();
2
3  useEffect(() => {
4    const unsubscribe = auth.onAuthStateChanged(async (user) => {
5      setCurrentUser(user);
6      setLoading(false)
7    })
8
9    return unsubscribe;
10 }, []);
11
12 const login = (email, password) => {
13   return auth.signInWithEmailAndPassword(email, password);
14 }

```

Figura 13. Código responsável pelo *login* na aplicação e variável que guarda o utilizador autenticado

Em virtude da referência ao utilizador estar a ser guardada no *AuthProvider*, foi também possível criar rotas privadas, restringindo assim o acesso a determinadas páginas, caso o utilizador não estivesse autenticado.

Para o efeito criou-se uma componente referente a rotas privadas (presente na imagem abaixo), componente esta que faz uso da referência ao utilizador para dar ou não acesso ao mesmo. Se existir uma referência guardada, isto é, um utilizador que foi autenticado com sucesso teremos o componente filho a ser retornado, caso contrário, o utilizador é redirecionado para a página de *login*.

```
1 import React from 'react';
2 import { Navigate } from "react-router-dom";
3 import { useAuth } from '../contexts/AuthContext';
4
5 export default function PrivateRoute({ children }) {
6
7     const { currentUser } = useAuth();
8
9     return currentUser ? children : <Navigate to="/login" />;
10
11 }
```

Figura 14. Código da componente referente às rotas privadas

6.1.1.3 Componente de recuperação de palavra-passe

A componente de recuperação de palavra-passe, tal como o nome indica, permite que o curador consiga restaurar a sua palavra-passe quando se esquecer da mesma. Nesta componente, após o utilizador introduzir o seu endereço eletrónico, receberá um *email* através do qual poderá redefinir a sua palavra-passe e assim entrar novamente no sistema. Na imagem seguinte é possível observar a componente responsável por este procedimento.



A imagem mostra a interface de recuperação de palavra-passe de um sistema de gestão de conteúdos para museus. O cabeçalho da página indica "Gestor de Conteúdos para Museus". O formulário principal, intitulado "Restaurar Palavra-Passe", contém uma mensagem de sucesso em verde: "O email para resturar a palavra passe foi enviado. Segue o mesmo para mais instruções." Abaixo desta mensagem, há um campo de texto rotulado "Email" com o endereço "utilizador001@gmail.com" preenchido. Um botão azul "Enviar" está posicionado abaixo do campo. Abaixo do botão, há um link azul "Efetuar Login.". Na base do formulário, há uma mensagem: "Precisas de uma conta? Efetua [aqui](#) o registo."

Figura 15. Componente para a recuperação da palavra-passe

Quando o curador introduz o seu email, este é submetido para o serviço de autenticação da *Firebase*, através da função *resetPassword* disponível no *AuthContext*. Esta função, presente na

imagem abaixo, tem um propósito simples, solicitar à *Firebase* um *link* através do qual o curador consiga recuperar a sua senha.

```

1  const resetPassword = (email) => {
2      auth.useDeviceLanguage();
3      return auth.sendPasswordResetEmail(email);
4  }

```

Figura 16. Função que se encarrega de efetuar o pedido de recuperação de palavra-passe

Caso o *email* esteja registado e seja válido, o curador irá receber então um *email*, semelhante ao exibido abaixo, onde terá um *link* que lhe permitirá restaurar a sua palavra-passe. Caso seja fornecido um endereço eletrónico inválido o sistema alertará para essa situação, solicitando um *email* válido.

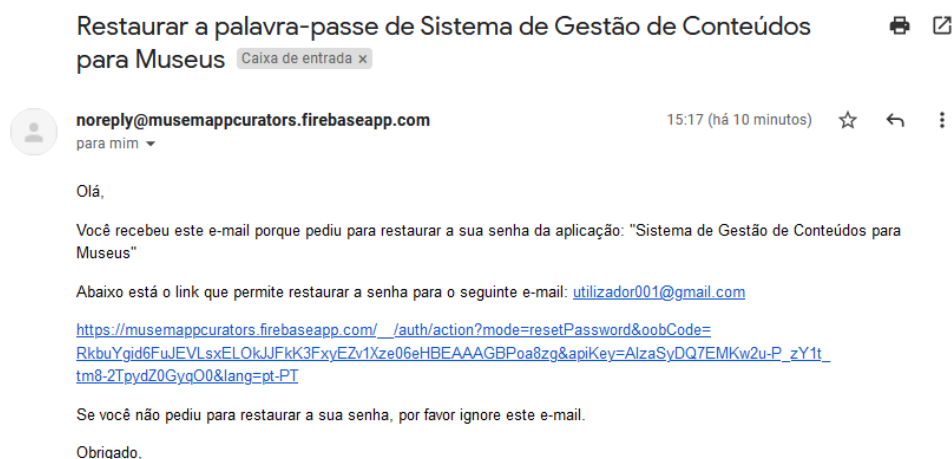


Figura 17. *Email* que permite recuperar a palavra-passe, recebido pelo curador

6.1.2 O perfil do curador

O perfil do curador corresponde ao local onde os curadores podem pré-visualizar os seus dados pessoais, introduzidos no momento do registo.

O propósito deste espaço é permitir que os curadores consigam visualizar e editar os seus dados pessoais, no futuro, caso necessitem. Estes poderão então, sempre que necessitem, visualizar e alterar os seguintes dados:

- Email (não é possível alterar)
- Palavra-passe (é possível alterar)
- Data de nascimento (é possível alterar)

- Data de criação da conta (não é possível alterar)
- Primeiro nome (é possível alterar)
- Último nome (é possível alterar)

6.1.2.1 Visualização do perfil

O componente de visualização do perfil, permite que o utilizador consiga visualizar os dados anteriormente introduzidos. Na figura abaixo é possível observar a *interface* através da qual os curadores podem visualizar as informações da sua conta.

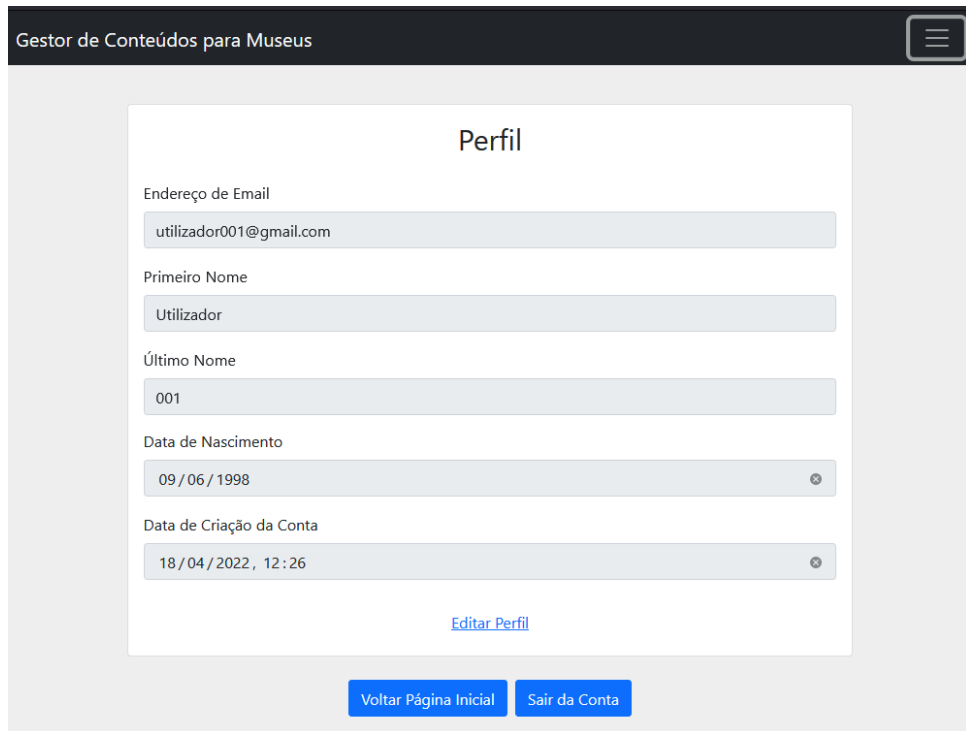


Figura 18. *Interface* de visualização do perfil

Este é um componente bastante simples, onde os dados do utilizador são obtidos por meio da função *getUser* que irá receber o identificador do utilizador como parâmetro. De seguida estes dados serão tratados e mostrados de forma bastante simples e intuitiva ao curador.

```

1  export const COLLECTION_USERS_NAME = "Users";
2
3  export const getUser = (userID) => {
4    return firestore.collection(COLLECTION_USERS_NAME).doc(userID).get();
5  }

```

Figura 19. Função que permite a obtenção do utilizador através do seu identificador

6.1.2.2 Edição do perfil

Através da página de visualização do perfil, o curador pode a qualquer momento optar por editar o seu perfil, através da hiperligação “Editar Perfil”.

Na página de edição de perfil, o utilizador pode então editar as suas informações, sendo estas apresentadas através de caixas de texto editáveis, tal como é possível observar através da imagem abaixo.

Figura 20. Interface de edição do perfil do curador

De forma a conseguir alterar os seus dados, o curador deve sempre introduzir a sua palavra-passe atual, de modo a confirmar a sua identidade. Caso a sua identidade seja confirmada qualquer caixa de texto que sofra alterações será atualizada no momento de edição. Quanto às restantes informações, estas permanecerão inalteradas. Na figura abaixo é possível verificar um excerto da função *handleChanges* que se encarrega de verificar quais os campos que foram alterados e de efetuar a alteração desses mesmos dados na *Firebase*.

```

1 // Login to ensure that user typed the real password and to get the user credential
2 const userCredential = await login(userData.email, currentPasswordRef.current.value);
3
4 if(firstNameRef.current.value !== userData.firstName) {
5   userData.firstName = firstNameRef.current.value;
6 }
7
8 if(lastNameRef.current.value !== userData.lastName) {
9   userData.lastName = lastNameRef.current.value;
10 }
11
12 if(birthDateRef.current.value !== userData.dateOfBirth.toDate().toLocaleDateString('en-CA')) {
13   userData.dateOfBirth = createTimestampFromDate(new Date(birthDateRef.current.value));
14 }
15
16 if(passwordRef.current.value.length !== 0){
17   userCredential.user.updatePassword(passwordRef.current.value);
18 }
19
20 await postUserDocument(userCredential.user.uid, userData);
21
22 navigate("/profile")

```

Figura 21. Excerto de código que verifica quais as informações a alterar

6.1.3 Componente de criação de um conteúdo interativo.

O componente de criação de um conteúdo interativo consiste num dos componentes mais importantes do sistema de gestão de conteúdos. Este é o componente através do qual os curadores podem

criar um conteúdo interativo, associá-lo a um determinado código QR e carregar todos os conteúdos que desejem.

Figura 22. Interface de criação de conteúdo interativo

Tal como podemos observar na imagem acima, a cada um dos conteúdos o curador pode associar as seguintes informações:

- Nome do conteúdo
- Marcador (código QR, gerado através da biblioteca *React-QR-Code*)
- Tamanho do marcador do conteúdo (em centímetros)
- Tipos de conteúdos a carregar (imagens, vídeos, textos e conteúdos 3D)
- Definições dos conteúdos a colocar (exibido sob o formato de um menu expansível)

Figura 23. Menu expansível disponível para cada conteúdo ativo

Cada tipo de conteúdos ativo é então subdividido em duas secções, onde o curador pode introduzir as informações:

- Secção onde é colocado o conteúdo propriamente dito (destacada a verde na imagem).

- Secção onde são colocadas as propriedades do conteúdo a ser colocado (destacada a vermelho na imagem).

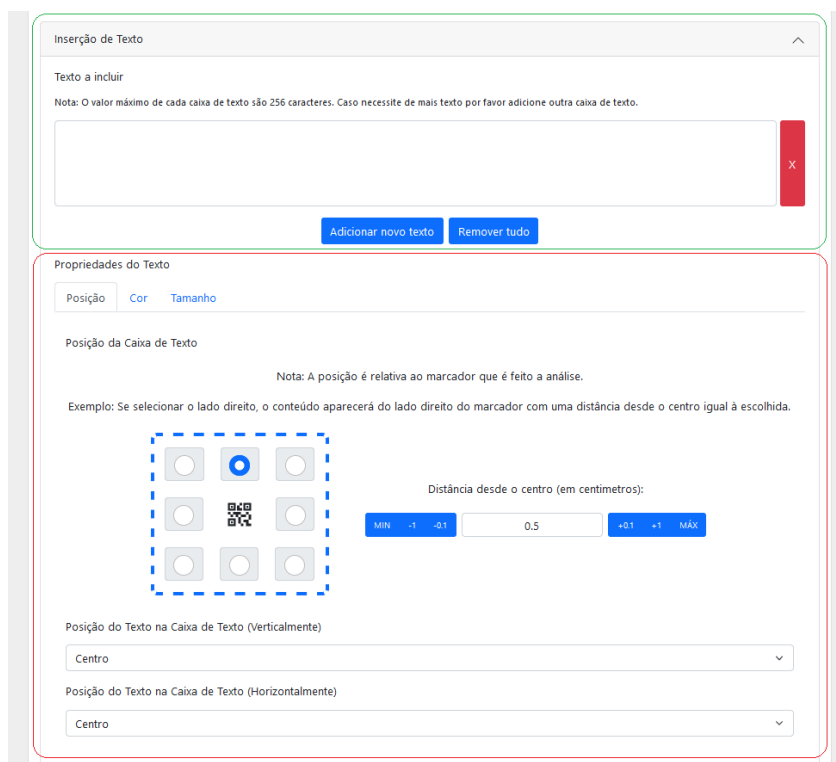


Figura 24. Menu expansível aberto para um conteúdo do tipo texto

Para as propriedades de cada um dos tipos de conteúdos, consoante o tipo de conteúdo em questão, o curador tem a possibilidade de editar diferentes grupos de propriedades, exibidos sob o formato de abas.

Dentro de cada uma destas abas teremos algumas propriedades que estão disponíveis apenas para alguns tipos de conteúdos, tal como pode ser constatado na tabela abaixo:

Tipo conteúdo	Propriedades Disponíveis								
	Aba Posição				Aba Tamanho			Aba Cor	
	Posição conteúdo	Distância desde centro	Posição texto (horizontal)	Posição texto (vertical)	Largura conteúdo	Altura conteúdo	Profundidade conteúdo	Cor Texto	Cor Fundo
Texto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Vídeos	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não
Imagens	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não
Conteúdo 3D	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não

Tabela 1. Tipos de propriedades disponíveis para cada conteúdo interativo

6.1.3.1 Validação da informação introduzida

Após o curador introduzir todas as informações, conteúdos e propriedades, o conteúdo passa por um processo de validação. Neste processo de validação são verificados diversos aspetos:

- Tamanho do marcador
 - O tamanho do marcador deve estar entre os 4 e 12 centímetros (6 a 12 centímetros antes dos testes).
- Tamanho dos conteúdos introduzidos
 - O tamanho dos conteúdos nunca pode ser superior ao tamanho definido para o tamanho do marcador.
- Conteúdo devidamente carregado
 - Caso um conteúdo esteja ativo, esse mesmo conteúdo deve ser submetido.
- Existe conteúdo a ser carregado
 - É necessário introduzir pelo menos um tipo de conteúdo.
- Posições dos conteúdos
 - Os conteúdos devem estar em posições distintas, isto é, dois conteúdos não podem ocupar a mesma posição.
- Campos obrigatórios
 - Os campos obrigatórios devem ser preenchidos

The screenshot shows a web application interface titled "Gestor de Conteúdos para Museus". The main heading is "Criar novo conteúdo interativo". There are three input fields: "Nome do Conteúdo" (empty), "Marcador do Item" (containing a QR code), and "Tamanho Real do Marcador (em centímetros)" (containing the value "1"). The "Tamanho Real do Marcador" field has a red border and a red error message below it: "O tamanho escolhido para o marcador não é válido. Este deve estar entre 4 e 12 centímetros." The interface also includes a "Gerar Novo QRCode" button and a navigation menu icon in the top right corner.

Figura 25. Exemplo de verificação do conteúdo introduzido pelo curador

Durante este processo de verificação e validação caso o conteúdo introduzido possua erros, os menus expansíveis e abas com erros são automaticamente selecionados e abertos através das funções *selectTabsWithErrors* e *openAccordionsWithErrors*, garantindo assim um aumento da usabilidade do sistema.

```

1 // Used to check if there is any form component with invalid content and then open the accordions with that invalid content f
  or better usability
2 const openAccordionsWithErrors = () => {
3
4   const accordionsToOpen = [...openAccordions];
5
6   const textAccordion = addText ? document.getElementById("textAccordion").querySelector(":invalid") : null;
7
8   const videosAccordion = addVideos ? document.getElementById("videosAccordion").querySelector(":invalid") : null;
9
10  const imagesAccordion = addImages ? document.getElementById("imagesAccordion").querySelector(":invalid") : null;
11
12  const content3DAccordion = add3DContent ? document.getElementById("content3DAccordion").querySelector(":invalid") : null;
13
14  if(textAccordion && !accordionsToOpen.includes("textAccordion")) accordionsToOpen.push("textAccordion")
15  if(videosAccordion && !accordionsToOpen.includes("videosAccordion")) accordionsToOpen.push("videosAccordion")
16  if(imagesAccordion && !accordionsToOpen.includes("imagesAccordion")) accordionsToOpen.push("imagesAccordion")
17  if(content3DAccordion && !accordionsToOpen.includes("content3DAccordion")) accordionsToOpen.push("content3DAccordion")
18
19  setOpenAccordions(accordionsToOpen);
20 }
21
22 // Used to check if there is any form component with invalid content and then select the first tab with that invalid content
  for better usability
23 const selectTabsWithErrors = () => {
24
25   const textPositionTab = addText ? (document.getElementById("textPositionTab").querySelector(":invalid") && "textPosition"
  ) || (document.getElementById("textColorTab").querySelector(":invalid") && "textColor") || (document.getElementById("textSize
  Tab").querySelector(":invalid") && "textSize") : null;
26
27   const videosTab = addVideos ? (document.getElementById("videoPositionTab").querySelector(":invalid") && "videoPosition")
  || (document.getElementById("videoSizeTab").querySelector(":invalid") && "videoSize"): null;
28
29   const imagesTab = addImages ? (document.getElementById("imagePositionTab").querySelector(":invalid") && "imagePosition")
  || (document.getElementById("imageSizeTab").querySelector(":invalid") && "imageSize"): null;
30
31   const content3DTab = add3DContent ? (document.getElementById("content3DPositionTab").querySelector(":invalid") && "conten
  t3DPosition") || (document.getElementById("content3DSizeTab").querySelector(":invalid") && "content3DSize") : null;
32
33   if(textPositionTab) setTextTab(textPositionTab);
34   if(videosTab) setVideosTab(videosTab);
35   if(imagesTab) setImagesTab(imagesTab);
36   if(content3DTab) setContent3DTab(content3DTab);
37 }

```

Figura 26. Funções responsáveis por selecionar as abas e abrir os menus expansíveis

6.1.3.2 Upload do conteúdo e criação

Após todo o conteúdo ser devidamente verificado é iniciado o processo de gravação. Primeiramente é efetuado o *upload* do documento que representa o conteúdo interativo, tal como indicado na subsecção 5.6.1. Na componente de criação de um conteúdo interativo o conteúdo é sempre criado por defeito no idioma português, por se tratar do idioma padrão dos museus.

Posteriormente para cada um dos tipos de conteúdos que necessitam de *upload*, isto é, imagens, vídeos e conteúdo 3D, esses mesmos conteúdos são carregados para a *Firebase Storage* através da função *uploadFiles*, seguindo a estrutura indicada na subsecção 5.6.2. Após todos os conteúdos serem carregados, são retornados como resposta ao *upload* os *urls* que permitem aceder aos mesmos.

Seguidamente é efetuado o *upload* da imagem do marcador (código QR) que irá despoletar o conteúdo interativo, sendo esta também guardada na *Firebase Storage*, seguindo a estrutura

indicada na subsecção 5.6.2, e obtendo-se também como resposta a hiperligação que permite dar acesso ao marcador.

Por fim, todos os *urls* obtidos são colocados no documento que representa o conteúdo interativo, atualizando o mesmo, garantindo assim um menor tempo de acesso quando estes conteúdos são requisitados.

Durante todo este processo caso ocorra algum problema, o curador é alertado, a operação é abortada, o processo é interrompido e os procedimentos por ventura já efetuados são revertidos, mantendo assim o estado do sistema sempre consistente. Após o conteúdo ser criado com sucesso, o curador é automaticamente redirecionado para a página principal do gestor de conteúdos.

```

1  if(errorMessages.length) return setUploading(false);
2
3  // Upload the content to the DB without the content urls
4  await postDocument(currentId, newItem);
5
6  // Upload content and get the urls from the content uploaded
7  if(addImages) imagesData = await uploadFiles(currentId, "pt", "images", imagesDataToStore);
8  if(addVideos) videosData = await uploadFiles(currentId, "pt", "videos", videosDataToStore);
9  if(add3DContent) content3DData = await uploadFiles(currentId, "pt", "content3D", content3DDataToStore);
10
11 // Upload the QR code marker and get the url from it
12 markerImageData = await uploadFiles(currentId, "pt", "marker", markerToStore);
13
14 // Upload the final content to DB with creation date and all the urls of the content uploaded for easy access
15 await postDocument(currentId, {
16   ...newItem,
17   creationDate: getServerDate(),
18   lastEditor: null,
19   markerProperties: {
20     ...newItem.markerProperties,
21     markerImage: markerImageData[0]
22   },
23   pt: {
24     ...newItem.pt,
25     imagesProperties: {
26       ...newItem.pt.imagesProperties,
27       data: imagesData
28     },
29     videosProperties: {
30       ...newItem.pt.videosProperties,
31       data: videosData
32     },
33     content3DProperties: {
34       ...newItem.pt.content3DProperties,
35       data: content3DData
36     }
37   }
38 })
39
40 setUploading(false);
41
42 navigate("/")

```

Figura 27. Excerto de código responsável por criar o conteúdo interativo

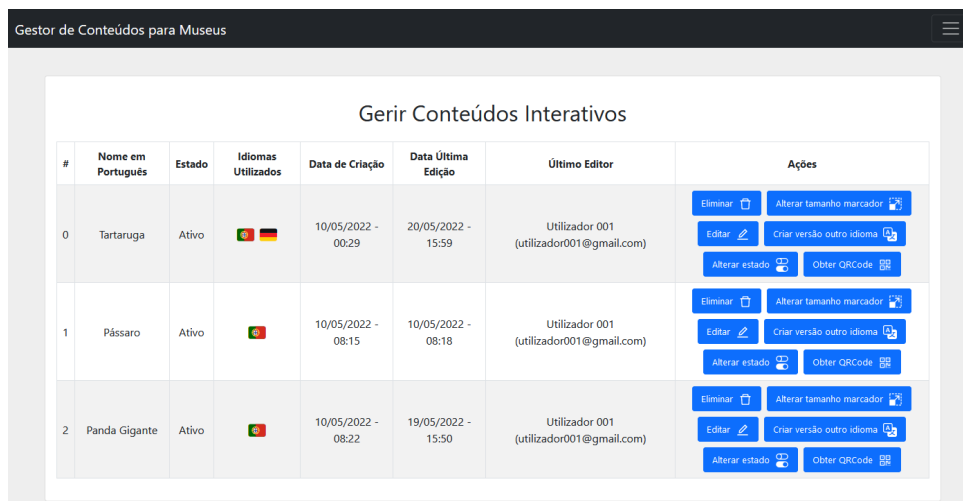
6.1.4 Componente de gestão de conteúdos

O componente de gestão de conteúdos interativos é o componente através do qual os curadores podem gerir os conteúdos já criados. Neste os conteúdos interativos aparecem numa tabela, onde cada uma das linhas desta representa um determinado conteúdo interativo. A partir desta tabela os curadores podem efetuar uma série de ações tais como:

- Alterar o estado de um conteúdo interativo.
- Criar uma versão do conteúdo interativo noutra idioma.
- Editar um conteúdo interativo.

- Alterar o tamanho do marcador do conteúdo interativo.
- Apagar um conteúdo interativo.
- Obter o código QR (marcador) do conteúdo interativo.

Para além disso os curadores podem também verificar uma série de informações relativas aos diferentes conteúdos interativos tais como: o nome do conteúdo, o estado, os idiomas em que este está disponível, as datas de criação e edição e o último editor do conteúdo.



The screenshot shows a web application titled "Gestor de Conteúdos para Museus". The main section is "Gerir Conteúdos Interativos", which displays a table of content items. Each row represents an item with columns for ID, Name in Portuguese, Status, Languages Used, Creation Date, Last Edit Date, and Last Editor. To the right of each row is a set of action buttons: Eliminar, Alterar tamanho marcador, Editar, Criar versão outro idioma, Alterar estado, and Obter QRCode.

#	Nome em Português	Estado	Idiomas Utilizados	Data de Criação	Data Última Edição	Último Editor	Ações
0	Tartaruga	Ativo	PT, ES	10/05/2022 - 00:29	20/05/2022 - 15:59	Utilizador 001 (utilizador001@gmail.com)	Eliminar, Alterar tamanho marcador, Editar, Criar versão outro idioma, Alterar estado, Obter QRCode
1	Pássaro	Ativo	PT	10/05/2022 - 08:15	10/05/2022 - 08:18	Utilizador 001 (utilizador001@gmail.com)	Eliminar, Alterar tamanho marcador, Editar, Criar versão outro idioma, Alterar estado, Obter QRCode
2	Panda Gigante	Ativo	PT	10/05/2022 - 08:22	19/05/2022 - 15:50	Utilizador 001 (utilizador001@gmail.com)	Eliminar, Alterar tamanho marcador, Editar, Criar versão outro idioma, Alterar estado, Obter QRCode

Figura 28. Interface de gestão dos conteúdos interativos criados

6.1.4.1 A alteração do estado de um conteúdo interativo

Tal como referido na secção 4.1.3, a alteração do estado de um conteúdo interativo surge com o propósito de permitir que o curador consiga desativar/ativar temporariamente um determinado conteúdo.

Tendo este aspeto em conta, a alteração de estado do conteúdo interativo é algo bastante simples, que consiste essencialmente na alteração de uma *flag* que irá determinar se um componente está ou não ativo.

Ao clicar no botão “Alterar Estado”, é exibido ao curador um *popup* onde é explicado aquilo que será efetuado, solicitando a confirmação da ação de ativação/inativação.

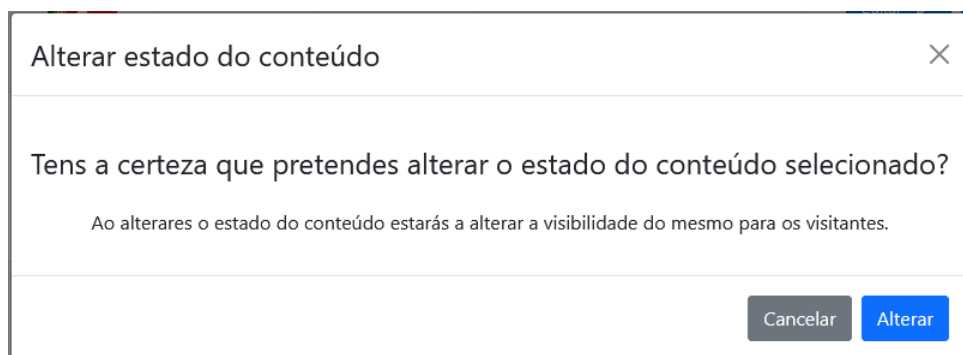


Figura 29. *Popup* de solicitação da alteração de estado

Para efetuar a alteração do estado é chamada a função `changeItemStatus` (presente na imagem abaixo) que se encarrega de comunicar à *Firebase* a alteração a ser efetuada ao documento do conteúdo interativo em questão, modificando assim o estado da propriedade `status`.

```

1 export const changeItemStatus = async (docID) => {
2   const actualValueSnapshot = await getDocument(docID);
3   const actualValue = actualValueSnapshot.data().status;
4
5   return firestore.collection(COLLECTION_NAME).doc(docID).update({status: !actualValue});
6 }

```

Figura 30. Função `changeItemStatus` responsável por alterar o estado de um conteúdo interativo

6.1.4.2 Componente de criação de um conteúdo interativo noutra linguagem

A componente de criação de um conteúdo noutra linguagem, também chamada de componente de “tradução” é uma componente que permite que os curadores consigam definir conteúdos interativos distintos para um mesmo marcador (código QR), tendo por base o idioma do visitante do museu.

Através desta os curadores podem configurar novos conteúdos e propriedades e escolher um novo idioma para os quais esses conteúdos e propriedades estarão disponíveis. Desta forma apenas visitantes com o telemóvel definido para o idioma em questão, ou com o idioma selecionado propositadamente na aplicação móvel, poderão observar os conteúdos para esse idioma.

A imagem seguinte demonstra a *interface* da componente que permite a criação de conteúdos noutra linguagem.

The screenshot shows a web interface titled "Gestor de Conteúdos para Museus". The main heading is "Criar versão do conteúdo noutra linguagem". Below this, there are several input fields and a dropdown menu. The dropdown menu is currently open, showing a list of languages: "EN - Inglês", "ES - Espanhol", "DE - Alemão", "IT - Italiano", and "FR - Francês". The selected language is "EN - Inglês". Below the form, there is a QR code. At the bottom of the form, there is a blue button labeled "Criar versão noutra idioma".

Figura 31. *Interface* para a criação de conteúdo noutra linguagem

É importante salientar que ao ser criado o conteúdo num idioma distinto, este corresponderá a uma nova versão do mesmo conteúdo interativo, pelo que o curador poderá associar conteúdo

totalmente distinto, não sendo necessário definir o mesmo tipo de conteúdos entre idiomas. Por outras palavras o curador poderá, por exemplo, para o idioma português utilizar conteúdos de texto e vídeo e para o idioma italiano utilizar conteúdos 3D e imagens.

Na altura da visualização caso um determinado idioma não esteja disponível para o visitante em questão será sempre utilizado o idioma por defeito do nosso país, isto é o português.

Esta componente é muito semelhante à componente de criação, quer a nível estético, quer ao nível de validações e procedimentos, sendo que a única diferença persiste no momento de criação.

Aquando da criação, o idioma é inicialmente adicionado à lista de idiomas disponíveis (propriedade *languagesAvailable*), mencionada na subsecção 5.6.1. Posteriormente o conteúdo é convertido para metros e é feito o *upload* do documento sem as respetivas *urls*. De seguida consoante os conteúdos ativos, é efetuado o *upload* destes sendo retornado as hiperligações que dão acesso aos mesmos, tal como acontece na componente de criação. Por fim esses *urls* são adicionados ao documento final sendo feito o *upload* do mesmo para a *Firebase* adicionando a data de edição e o identificador do último editor.

```

1  if(errorMessages.length) return setUploading(false);
2
3  // Add the language to the languages array
4  var finalContentToUpload = {...data, languagesAvailable: [...data.languagesAvailable, selectedLanguage]};
5
6  // Add the new document from the new language to the main document
7  finalContentToUpload[selectedLanguage] = contentToUploadFromChosenLanguage;
8
9  // Convert the content again to meters to prepare the upload
10 finalContentToUpload = convertDataInJSON(finalContentToUpload, "centimeterToMeter");
11
12 // Upload the document without the uploads
13 await postDocument(state.itemId, {...finalContentToUpload});
14
15 // Upload the content (images, videos, etc) and get their urls to store in the document for easy access
16 if(addImages) imagesData = await uploadFiles(state.itemId, selectedLanguage, "images", imagesDataToStore);
17 if(addVideos) videosData = await uploadFiles(state.itemId, selectedLanguage, "videos", videosDataToStore);
18 if(add3DContent) content3DData = await uploadFiles(state.itemId, selectedLanguage, "3D", content3DDataToStore);
19
20 // Set the urls in the final JSON object
21 finalContentToUpload[selectedLanguage].imagesProperties.data = imagesData;
22 finalContentToUpload[selectedLanguage].videosProperties.data = videosData;
23 finalContentToUpload[selectedLanguage].content3DProperties.data = content3DData;
24
25 // Edit the editDate and the lastEditor
26 finalContentToUpload = {...finalContentToUpload, editDate: getServerDate(), lastEditor: currentUser.uid}
27
28 // Final upload with all the urls and info
29 await postDocument(state.itemId, finalContentToUpload)
30
31 setUploading(false);
32
33 navigate("/")

```

Figura 32. Excerto de código responsável por criar conteúdo noutra idioma

Caso ocorra algum erro durante o procedimento o curador é alertado para o efeito e o processo é revertido, mantendo o conteúdo no estado anterior ao momento de “tradução”.

Após o conteúdo ser “traduzido” para outro idioma, o curador é redirecionado para a página principal, onde é exibida a presença do novo idioma através de uma bandeira referente ao idioma em questão, tal como mostrado anteriormente na imagem 28.

6.1.4.3 Componente de edição de conteúdos

A componente de edição de conteúdos é a componente através da qual os curadores podem alterar os conteúdos, sempre que necessitem. Para aceder à mesma, os curadores devem através da componente de gestão de conteúdos utilizar o botão “Editar”, destacado a vermelho na imagem seguinte.

#	Nome em Português	Estado	Idiomas Utilizados	Data de Criação	Data Última Edição	Último Editor	Ações
0	Tartaruga	Ativo		10/05/2022 - 00:29	20/05/2022 - 15:59	Utilizador 001 utilizador001@gmail.com	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Eliminar  Alterar tamanho marcado  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Editar  Criar versão outro idioma  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Alterar estado  Obter QRCode  </div>

Figura 33. Botão que permite a edição de um conteúdo interativo

Através desta componente os curadores são capazes de editar todos os conteúdos anteriormente introduzidos, podendo fazer retificações às propriedades dos mesmos, isto é, alterar o seu tamanho, cores, entre outros. Além disso, estes podem também alterar os próprios conteúdos a serem exibidos, podendo remover um tipo de conteúdo por completo e adicionar outro tipo de conteúdo.

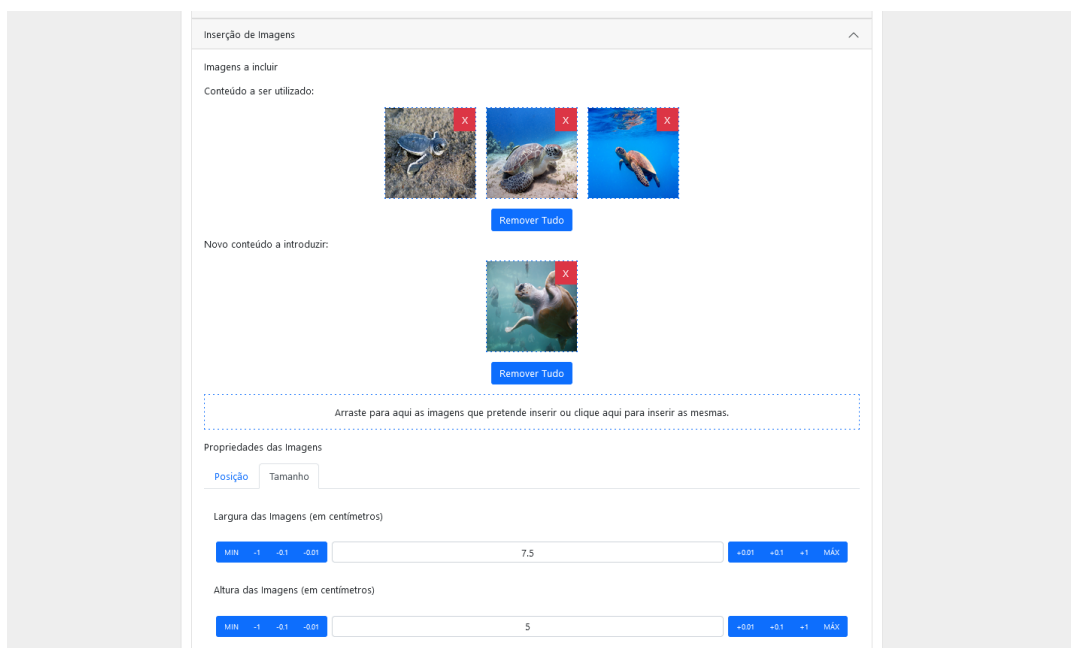


Figura 34. Capacidade de alteração da componente de edição de conteúdos

A *interface* da componente que permite esta edição de conteúdos é muito semelhante à *interface* de criação, pois tentou-se manter um padrão comum entre todas as componentes de modo a facilitar a perceção do curador ao realizar as diferentes tarefas.

A principal diferença, relativamente à *interface* de criação, consiste no seletor de idioma, presente no início da componente de edição. Através deste os curadores são capazes de selecionar, de entre os idiomas disponíveis, o idioma do conteúdo interativo que querem alterar, havendo um carregamento desse conteúdo de forma imediata para *interface*.

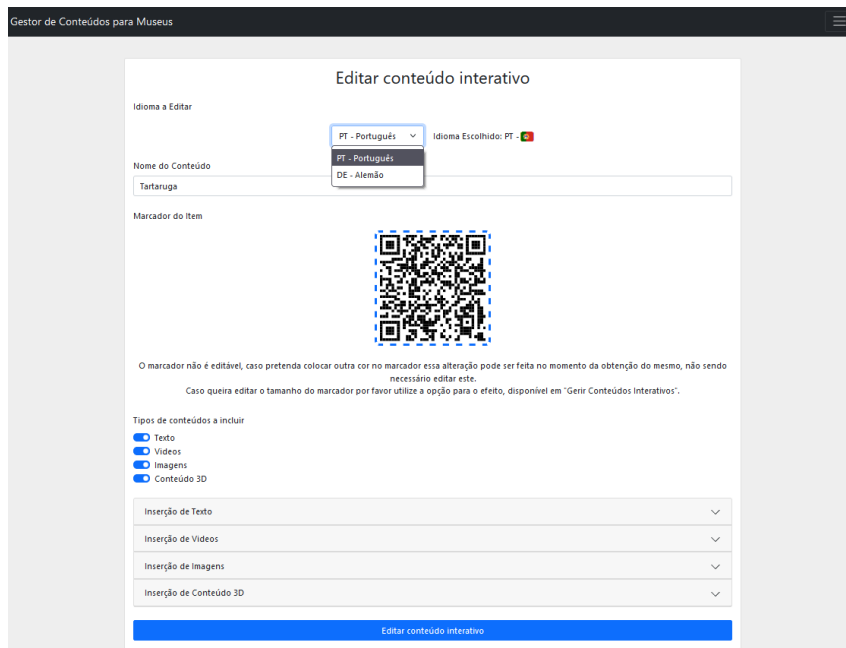


Figura 35. Interface do componente de edição de conteúdos

Assim que o curador entra neste componente, é utilizado o identificador para o conteúdo interativo em questão para obter toda a informação relativa àquele conteúdo. Após isso é criado um objeto com o objetivo de guardar os conteúdos a serem removidos no momento de confirmação de edição. Por fim é criado um conteúdo de *backup* para que caso o utilizador altere outros idiomas se consiga alterar apenas o idioma selecionado no momento de submissão, mantendo todos os outros com o seu estado padrão. Tudo isto é da responsabilidade da função *getData* disponível no próprio componente.

```

1  const getData = async () => {
2    // Get data from DB
3    const itemSnapshot = await getDocument(state.itemId);
4    const actualValue = itemSnapshot.data();
5
6    // Convert data to centimeter for manipulation
7    const convertedData = convertDataInJSON(actualValue, "meterToCentimeter");
8
9    // Create an object to store the content to remove for each language
10   var interactiveContentToRemoveArray = {images: {}, videos: {}, content3D: {}};
11   convertedData.languagesAvailable.forEach((lang) => {
12     interactiveContentToRemoveArray.images[lang] = [];
13     interactiveContentToRemoveArray.videos[lang] = [];
14     interactiveContentToRemoveArray.content3D[lang] = [];
15   })
16
17   setInteractiveContentToRemove(interactiveContentToRemoveArray)
18
19   // Set the data fetched from db
20   setData(convertedData);
21
22   // Get data from db to restore the other changed languages
23   const backupItemSnapshot = await getDocument(state.itemId);
24   const backupItemValue = backupItemSnapshot.data();
25
26   // Convert data to centimeter to manipulation purposes
27   const convertedBackupData = convertDataInJSON(backupItemValue, "meterToCentimeter");
28
29   // Set the backup data fetched from db
30   setBackupData(convertedBackupData);
31 }

```

Figura 36. Função *getData* responsável por obter dados para edição

Após ser feito o carregamento de todas as propriedades e conteúdos interativos, o curador é livre de efetuar todas as alterações que necessitar. Após efetuar todas as alterações, o processo acaba por ser bastante semelhante à componente criação de um conteúdo interativo, tendo apenas algumas alterações muito subtis.

Após ser garantido que os valores e conteúdos introduzidos são válidos, o conteúdo do documento referente a outros idiomas, que não sejam o selecionado, é totalmente restaurado, de modo a preservar possíveis alterações que o curador tenha efetuado num outro idioma que não o selecionado no momento de submissão. Após isso o novo documento alterado é submetido para a *Firebase* possuindo apenas hiperligações antigas que não tenha sido removidas pelo utilizador para o idioma selecionado.

De seguida, consoante o tipo de conteúdos que esteja ativo, são efetuados *uploads* relativos aos novos conteúdos introduzidos, obtendo como resposta hiperligações para esses mesmos conteúdos. Após este processo é também adicionado ao novo documento a data de edição do conteúdo e o identificador do seu último editor, que corresponderá ao utilizador autenticado naquele momento.

Numa fase seguinte são novamente verificados quais os conteúdos ativos, para que caso já existam hiperligações guardadas para esses conteúdos sejam adicionados as novas hiperligações às *urls* já existentes. Caso um determinado conteúdo tenha sido desativado, as hiperligações para esses conteúdos são simplesmente eliminadas durante este processo.

Por fim o novo documento com todas as hiperligações é submetido novamente para a *Firebase* e o conteúdo antigo é eliminado da *Firebase Storage* através da função *deleteOldItems*.

```

1 // If there're troubles we set uploading to false and set data again to centimeters
2 if(errorMessages.length) { setUploading(false); allData = convertDataInJSON(data, "meterToCentimeter"); return };
3
4 // Change the final object to upload only the correct language
5 const dataToUpload = getDataWithChangedLangOnly(allData);
6
7 // First upload without the content urls
8 await postDocument(state.itemId, dataToUpload);
9
10 // Get the urls from the content uploaded
11 if(allData[language].hasImages) imagesData = await uploadFiles(state.itemId, language, "images", newImages);
12 if(allData[language].hasVideos) videosData = await uploadFiles(state.itemId, language, "videos", newVideos);
13 if(allData[language].has3DContent) content3DData = await uploadFiles(state.itemId, language, "content3D", new3DContent);
14
15 // Set the edit date, editor, and the new content in the final object for upload
16 var dataToUpdateWithUrls = {...dataToUpload, editDate: getServerDate(), lastEditor: currentUser.uid}
17
18 // If text is disabled set textProperties to default values (empty) otherwise set the new textProperties
19 dataToUpdateWithUrls[language].textProperties = !allData[language].hasText ?
20   textRemovedLayout
21   :
22   {...dataToUpload[language].textProperties}
23
24 // If images are disabled set imagesProperties to default values (empty) otherwise set the new imagesProperties
25 dataToUpdateWithUrls[language].imagesProperties = !allData[language].hasImages ?
26   objectRemovedLayout
27   :
28   {...dataToUpload[language].imagesProperties, data: dataToUpload[language].imagesProperties.data.concat(imagesData)}
29
30 // If videos are disabled set videosProperties to default values (empty) otherwise set the new videosProperties
31 dataToUpdateWithUrls[language].videosProperties = !allData[language].hasVideos ?
32   objectRemovedLayout
33   :
34   {...dataToUpload[language].videosProperties, data: dataToUpload[language].videosProperties.data.concat(videosData) }
35
36 // If content3D is disabled set content3DProperties to default values (empty) otherwise set the new content3DProperties
37 dataToUpdateWithUrls[language].content3DProperties = !allData[language].has3DContent ?
38   objectRemovedLayout
39   :
40   {...dataToUpload[language].content3DProperties, data: dataToUpload[language].content3DProperties.data.concat(content3DData) }
41
42 // Final upload
43 await postDocument(state.itemId, dataToUpdateWithUrls);
44
45 // Used to delete the content that is not more needed
46 deleteOldItems();
47
48 setUploading(false);
49
50 navigate("/");

```

Figura 37. Excerto de código responsável por efetuar a edição de conteúdos

6.1.4.4 Componente de alteração do tamanho do marcador do conteúdo interativo

O componente para a alteração do tamanho do marcador do conteúdo interativo permite que o curador consiga modificar o tamanho do marcador que irá ativar os conteúdos, após os conteúdos já terem sido criados. Esta opção está disponível para o curador através da página de gestão de conteúdos, através do botão “Alterar tamanho do marcador”, destacado a vermelho na figura abaixo.

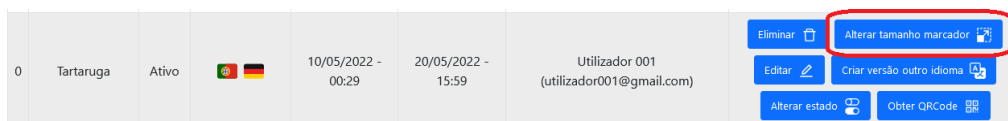


Figura 38. Botão que permite a alteração do tamanho do marcador do conteúdo interativo

Este componente subdivide-se em duas partes, uma (destacada a verde na imagem abaixo) onde o curador consegue visualizar o tamanho atual do marcador, através de um campo que lhe dá a liberdade de editar o mesmo, e outra (destacada a vermelho na imagem abaixo) onde o curador consegue observar o tamanho de todos os conteúdos até então introduzidos para aquele marcador, nos seus diferentes idiomas.

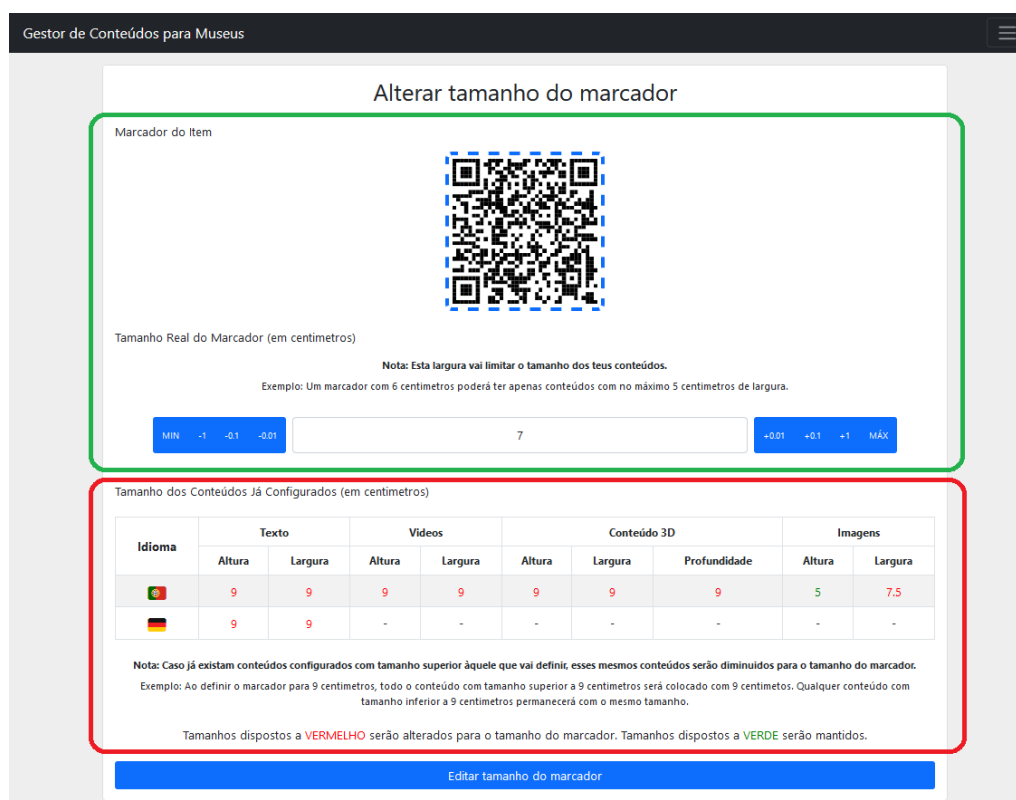


Figura 39. Interface para alteração do tamanho dos marcadores dos conteúdos interativos

Para o curador alterar o tamanho do marcador, o processo é extremamente simples. Este apenas necessita de alterar o tamanho diretamente através do campo apresentado e submeter o pedido através do botão presente no final da página. Um aspeto a ter em conta é que tal como abordado na subsecção 6.1.3.1 os conteúdos introduzidos nunca podem ter dimensões superiores ao tamanho

do marcador do conteúdo interativo. Devido a esta restrição caso o utilizador diminua o tamanho do marcador para um tamanho inferior aos conteúdos já introduzidos, o sistema alertará para o sucedido através da alteração da cor dos números dispostos na tabela de conteúdos presente na parte inferior da *interface*. Desta forma os conteúdos com tamanho superior, serão colocados a vermelho, indicando que serão colocados com um tamanho igual ao do marcador.

Relativamente ao processo de alteração de tamanho, o mesmo segue uma lógica extremamente simples. Primeiramente o conteúdo interativo é carregado através da função *getDocument*, que utiliza para o efeito o identificador do conteúdo.

```

1 export const getDocument = (docID) => {
2   return firestore.collection(COLLECTION_NAME).doc(docID).get();
3 }

```

Figura 40. Função *getDocument* que permite a obtenção de um documento da *Firestore Database*

Posteriormente após o utilizador efetuar alterações ao tamanho do marcador e submeter a alteração de tamanho, é verificado se o tamanho introduzido para o marcador é válido. Após a validação ser concluída é verificado, para cada um dos idiomas, quais os conteúdos que possuem tamanho superior ao marcador, alterando o tamanho desses mesmos conteúdos para o tamanho do marcador, através da função *updateMaxValueFromContent*.

```

1 const updateMaxValueFromContent = () => {
2   const dataToUpload = {...data};
3
4   data.languagesAvailable.forEach((language) => {
5     var dataFromLanguage = dataToUpload[language];
6     Object.keys(INTERACTIVE_CONTENT_TYPES).forEach((contentType) => {
7       var contentTypeFromLanguage = dataFromLanguage[contentType];
8       // If we have text, then update its backgroundSize width and height
9       if(contentType === "textProperties"){
10        if(parseFloat(contentTypeFromLanguage.backgroundSize.width) > parseFloat(data.markerProperties.markerRealWidth))
11          contentTypeFromLanguage.backgroundSize.width = data.markerProperties.markerRealWidth;
12        if(parseFloat(contentTypeFromLanguage.backgroundSize.height) > parseFloat(data.markerProperties.markerRealWidth))
13          contentTypeFromLanguage.backgroundSize.height = data.markerProperties.markerRealWidth;
14        // If we have content3D, then update its size width, height and length
15      }else if (contentType === "content3DProperties"){
16        if(parseFloat(contentTypeFromLanguage.size.width) > parseFloat(data.markerProperties.markerRealWidth))
17          contentTypeFromLanguage.size.width = data.markerProperties.markerRealWidth;
18        if(parseFloat(contentTypeFromLanguage.size.height) > parseFloat(data.markerProperties.markerRealWidth))
19          contentTypeFromLanguage.size.height = data.markerProperties.markerRealWidth;
20        if(parseFloat(contentTypeFromLanguage.size.length) > parseFloat(data.markerProperties.markerRealWidth))
21          contentTypeFromLanguage.size.length = data.markerProperties.markerRealWidth;
22      }
23      // If we have images and videos, then update its size width and height
24    }else{
25      if(parseFloat(contentTypeFromLanguage.size.width) > parseFloat(data.markerProperties.markerRealWidth))
26        contentTypeFromLanguage.size.width = data.markerProperties.markerRealWidth;
27      if(parseFloat(contentTypeFromLanguage.size.height) > parseFloat(data.markerProperties.markerRealWidth))
28        contentTypeFromLanguage.size.height = data.markerProperties.markerRealWidth;
29    }
30  })
31 }
32
33 setData(dataToUpload);
34 }

```

Figura 41. Função *updateMaxValueFromContent* que atualiza o tamanho dos conteúdos

Por fim fica apenas a faltar a conversão dos conteúdos para metros e a submissão para a *Firestore Database*, atualizando o identificador do último editor e a data da última edição. Este tamanho do marcador é posteriormente utilizado para efetuar um conjunto de cálculos, utilizando o *DPI* da impressora e o *pixel ratio* do ecrã que irão então permitir que o curador obtenha o marcador exatamente na dimensão desejada.

```

1 // Convert data again to prepare for upload
2 const finalDataToUpload = convertDataInJSON(data, "centimeterToMeter");
3
4 // Upload the new document with updated sizes
5 await postDocument(state.itemId, {...finalDataToUpload, editDate: getServerDate(), lastEditor: currentUser.uid});

```

Figura 42. Excerto de código responsável por atualizar o tamanho do marcador

6.1.4.5 A eliminação de um conteúdo interativo

Tal como o próprio nome indica, a eliminação de um conteúdo interativo consiste na remoção, de forma permanente, de um conteúdo interativo do sistema. Para efetuar esta eliminação o curador deve dirigir-se à página de gestão de conteúdos e utilizar o botão “Eliminar”, presente no conteúdo interativo que pretende eliminar.

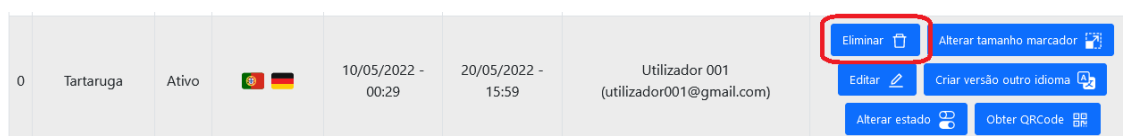


Figura 43. Botão que permite efetuar a eliminação de um conteúdo interativo

Após o curador pressionar o botão de eliminação será exibido um *popup* onde o mesmo é alertado para a eliminação do conteúdo, solicitando uma confirmação de destruição do mesmo.

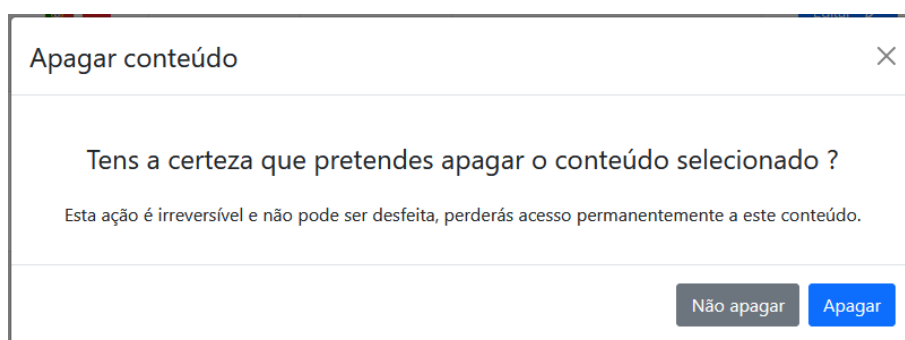


Figura 44. *Popup* de confirmação para eliminar o conteúdo

Caso o curador confirme a eliminação, todos os conteúdos e propriedades dos diferentes idiomas existentes para aquele conteúdo são destruídos, removendo assim aquele conteúdo de forma permanente do sistema.

O processo de eliminação consiste em três simples passos, efetuados pela função *deleteItem*:

1. O documento do conteúdo interativo em questão é removido e com ele todas as suas propriedades e referências para os conteúdos propriamente ditos, através da função `removeDocument`.
2. Os conteúdos daquele conteúdo interativo são removidos da *Firestore Storage*, através da função `removeUploadsFromFile`
3. Os conteúdos adquiridos localmente são atualizados através da função `filter` de forma a atualizar a tabela de todos os conteúdo interativos.

```

1  const deleteItem = async (idItem) => {
2
3    try {
4      await removeDocument(idItem);
5
6      await removeUploadsFromFile(idItem);
7
8      const updatedItems = data.filter((item) => item.id !== idItem);
9
10     setData(updatedItems);
11   } catch {
12     setError("Não foi possível apagar o item, por favor tente novamente.");
13   }
14 }

```

Figura 45. Função `deleteItem` responsável por apagar um conteúdo interativo

6.1.4.6 Componente de obtenção do código QR de um conteúdo interativo

A componente de obtenção do código QR é a componente através da qual o curador pode visualizar e obter o marcador de um determinado conteúdo interativo. Através desta componente o curador pode editar alguns aspetos do marcador tais como, a cor, o título, a cor do título do marcador e o tipo de letra do título (tipo de letra adicionado após testes com curadores), podendo posteriormente efetuar o *download* do mesmo já na dimensão correta para impressão, sem necessitar de qualquer tipo de trabalho acrescido.

De forma a obter o marcador de um determinado conteúdo interativo, o curador deve dirigir-se à opção “Obter QRCode”, presente na página de gestão de conteúdos.

0	Tartaruga	Ativo		10/05/2022 - 00:29	20/05/2022 - 15:59	Utilizador 001 (utilizador001@gmail.com)	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid #007bff; padding: 2px;">Eliminar </div> <div style="border: 1px solid #007bff; padding: 2px;">Alterar tamanho marcador </div> <div style="border: 1px solid #007bff; padding: 2px;">Editar </div> <div style="border: 1px solid #007bff; padding: 2px;">Criar versão outro idioma </div> <div style="border: 1px solid #007bff; padding: 2px;">Alterar estado </div> <div style="border: 1px solid #007bff; padding: 2px; border-color: red;">Obter QRCode </div> </div>
---	-----------	-------	---	--------------------	--------------------	---	--

Figura 46. Botão que permite obter o código QR (marcador) de um conteúdo interativo

A *interface* para a obtenção do marcador do conteúdo interativo é extremamente simples, possuindo apenas cinco campos para personalização e um único botão que permite obter o marcador.

Na parte superior da componente, o curador consegue observar uma pré-visualização do marcador, as dimensões definidas para o mesmo, quer em píxeis, quer em centímetros e pode também observar a referência para a cor que está a ser utilizada. Na parte inferior surgem os campos através dos quais o curador consegue alterar as diferentes partes do marcador, existindo dois campos de seleção de cor, onde o curador consegue alterar a cor do marcador e a cor do título do marcador, um campo de texto, onde o curador consegue alterar o título e existem também dois campos de seleção. Em um dos campos de seleção o curador pode definir o tipo de letra que deseja para o título do conteúdo. No outro campo o curador pode ser escolher a quantidade de pontos por polegada da impressora (DPI) de modo a obter uma imagem exatamente na dimensão correta, pronta para impressão.

The screenshot displays the 'Obter QR Code' interface within the 'Gestor de Conteúdos para Museus' application. The interface is organized into several sections:

- Pré-visualização:** Shows a QR code with a green color scheme. Below it, the text 'Tartaruga' is displayed in pink.
- Dimensão utilizada (em centímetros):** 9cm
- Dimensão resultante (em píxeis):** 340.16px
- Cor utilizada:** #28FF00
- Cor desejada para o código:** A color selection tool with a gradient bar and a green circle indicating the selected color.
- Aplicar Cor ao Código:** A blue button to apply the selected color to the QR code.
- Nome a utilizar para o título:** A text input field containing 'Tartaruga'.
- Cor desejada para o título:** A color selection tool with a gradient bar and a pink circle indicating the selected color.
- DPI a utilizar:** A dropdown menu currently set to '96 DPI'.
- Descarregar QR Code:** A large blue button at the bottom to download the QR code.

Figura 47. Interface de obtenção do marcador de um conteúdo interativo

Após todas as características do marcador serem escolhidas pelo curador e este manifestar o interesse de obter o código QR, através do botão “Descarregar QR Code”, a função *handleGetQRCode* irá se encarregar de obter o marcador, com todas as dimensões e características definidas.

Numa primeira instância é obtida uma referência para a localização do código QR na página *HTML*. Posteriormente, é criado um elemento do tipo *canvas*, onde é definido o tamanho de letra a ser utilizado e o tipo de letra em questão. Ao efetuarmos este processo conseguiremos saber qual a largura total de todo o título introduzido pelo curador, através da função *measureText*. Esta dimensão é bastante importante, pois irá nos permitir centrar o título relativamente ao marcador.

De seguida é utilizada a função *svgAsPngUri*, que nos permitirá obter um *URI* a partir da referência para o código QR, criado inicialmente. Numa fase seguinte, através da função *mergeImages*, iremos juntar o *URI*, obtido a partir da imagem, com o texto introduzido pelo curador, centrando o mesmo através da manipulação da propriedade de *padding* horizontal.

Por fim, através da imagem final do marcador, obtida pela função *mergeImages* e codificada em base 64, é criada uma hiperligação que permite obter o marcador. Para essa hiperligação é então definido o nome para o ficheiro do marcador a ser obtido, sendo estimulada a obtenção do mesmo através de uma ação de clique sobre a hiperligação.

```

1  const handleGetQRCode = async (e) => {
2    e.preventDefault();
3
4    // Get QRCode SVG reference
5    var QRCode = document.getElementById("svgToDownload");
6
7    // Create canvas to measure the text size
8    const canvas = document.createElement("canvas");
9    const ctx = canvas.getContext('2d');
10
11   // Set the font size and type
12   ctx.font = QRCodeFontSize + "px " + fontType
13
14   // Get the text width
15   let text = ctx.measureText(QRCodeName);
16
17   // Get the PNG uri from the QRCode SVG
18   svgAsPngUri(QRCode, {scale: (1 / window.devicePixelRatio)}).then((uri) => {
19
20     // Use the png uri and merge it with the text given by the user
21     mergeImages([uri], {
22       quality: 1,
23       fontColor: QRCodeNameColor,
24       Xpadding: ((data.markerProperties.markerRealWidth * 100 * outputDpi / 2.54) / 2) - (text.width / 2),
25       Ypadding: fontTopPadding,
26       YpaddingLines: 10,
27       fontSize: QRCodeFontSize + "px",
28       fontType: fontType,
29       text: QRCodeName,
30     }).then((b64) => {
31       var a = document.createElement("a"); // Create a link
32       a.href = b64;
33       a.download = "QRCode - " + state.itemId + " - " + parseFloat(parseFloat(data.markerProperties.markerRealWidth * 100).toFixed(2)) + "cm.png";
34       document.body.appendChild(a);
35       a.click(); //Download the final QRCode image file
36       document.body.removeChild(a);
37     });
38
39   });
40
41 }

```

Figura 48. Função *handleGetQRCode* responsável por obter o marcador de um conteúdo interativo

6.2 EasyMuseumARViewer

A aplicação móvel que recorre à realidade aumentada (EasyMuseumARViewer) é a aplicação através da qual os curadores e visitantes podem visualizar os conteúdos previamente introduzidos através da plataforma de gestão de conteúdos.

Para o desenvolvimento desta aplicação, utilizaram-se as bibliotecas *React Native*, *i18next*, *ReactViro*, *React-Navigation* e o serviço de *backend* fornecido pela *Firebase*.

A aplicação móvel conta com duas componentes principais, uma onde é tratada a autenticação e o acesso à aplicação e outra onde os conteúdos interativos são carregados e mostrados ao utilizador

sob o formato de realidade aumentada. A necessidade de autenticação na aplicação móvel deve-se apenas a uma questão de segurança, questão esta que será abordada na secção 6.2.1.1.

Ao longo deste subcapítulo teremos um esclarecimento de como tudo aquilo que está presente na aplicação móvel foi construído, muito à semelhança daquilo que foi efetuado para a aplicação *desktop*.

6.2.1 Página inicial da aplicação

A página inicial da aplicação móvel consiste no primeiro contacto que os utilizadores possuem ao abrir a aplicação. Esta procura, não só, dar aos utilizadores uma visão global daquilo que podem esperar da aplicação, como também possibilitar que estes sejam capazes de se autenticar e alterar o idioma da aplicação, caso desejem.



Figura 49. Interface da página inicial da aplicação móvel

6.2.1.1 Autenticação no sistema *mobile*

Tal como abordado no subcapítulo 5.3, a aplicação móvel recorre a um método de autenticação denominado autenticação anónima. Este tipo de autenticação deve-se ao facto de na aplicação móvel o fluxo de dados ser unidirecional, isto é, os dados fluem apenas num sentido (da *Firebase* para o utilizador).

Tendo isto em conta, a aplicação móvel acaba sendo uma aplicação onde apenas são consumidos dados, pelo que não existe necessidade de guardar qualquer tipo de informação acerca do utilizador que se autenticou.

Como forma de autenticar o utilizador, implementou-se então a funcionalidade de autenticação anónima fornecida pela *Firebase*.

```

1 // Login user with anonymous credentials
2 export const loginUserAnonymously = () => {
3   return signInAnonymously(auth);
4 }

```

Figura 50. Função *loginUserAnonymously*, responsável por autenticar anonimamente o utilizador

Após implementar essa funcionalidade, utilizou-se a mesma como uma forma de redirecionar o utilizador para página de visualização de conteúdos em realidade aumentada, após a autenticação ter sido concluída com sucesso. Como não é necessário guardar qualquer informação acerca do utilizador autenticado, não é necessário mais nenhum passo adicional para a autenticação

```

1 const goToViewObjectPage = () => {
2   loginUserAnonymously().then(() => {
3     navigation.navigate("ViewObject");
4   }).catch((error) => {
5     console.log("Ocorreu um erro a efetuar login na aplicação: " + error);
6   })
7 }

```

Figura 51. Função responsável por redirecionar o utilizador, após se autenticar anonimamente

Apesar de o utilizador não efetuar nenhum tipo de operações de escrita para a *Firebase* a autenticação na aplicação móvel acaba sendo adotada como uma forma de segurança, pois assim conseguimos restringir a leitura e escrita de dados de todo o sistema a utilizadores autenticados garantindo que não existem pedidos ao sistema provenientes de fontes externas.

6.2.1.2 Utilização da biblioteca *i18next* para as traduções

A utilização da biblioteca *i18next* surge no sistema com o propósito de proporcionar uma forma fácil de ter uma internacionalização de toda a *interface*. Aliada à internacionalização da *interface* esta biblioteca permite também um acesso rápido ao idioma em uso pelo que através do mesmo se consegue filtrar o conteúdo a ser recebido da *Firebase*, introduzido pelos curadores, consoante o idioma do utilizador.

De forma configurar a biblioteca *i18next* primeiramente criou-se um ficheiro de configuração, onde são carregados os idiomas a serem utilizados (cada um num ficheiro *JSON* separado) e alguns outros aspetos relacionados à linguagem padrão a ser utilizada.

```

1 import i18n from "i18next";
2 import { initReactI18next } from "react-i18next";
3 import en from './en.json';
4 import pt from './pt.json';
5 import fr from './fr.json';
6 import it from './it.json';
7 import es from './es.json';
8 import de from './de.json';
9
10 i18n
11 .use(initReactI18next) // passes i18n down to react-i18next
12 .init({
13   compatibilityJSON: 'v3',
14   resources: {en: en, pt: pt, de: de, es: es, it: it, fr: fr},
15   lng: "pt",
16   fallbackLng: 'pt',
17   interpolation: {
18     escapeValue: false // react already safes from xss
19   }
20 });
21
22 export default i18n;

```

Figura 52. Ficheiro de configuração da biblioteca *i18next*

Para cada um dos idiomas carregados, o conteúdo dos mesmos deve estar organizado dentro de um objeto com uma chave denominada **“translation”**. Dentro desse objeto teremos então o conteúdo a ser utilizado nas traduções. Cada conteúdo a ser traduzido deverá então surgir com uma chave, que identificará o conteúdo a apresentar e um valor, que corresponderá ao conteúdo a apresentar para aquela chave, naquele idioma em específico. A figura abaixo demonstra dois conteúdos traduzidos para quatro idiomas distintos, a título de exemplo.

```

1 {
2   "translation": {
3     "homepage": "Página Inicial",
4     "seeContent": "Visualizar Conteúdo",
5     .
6     .
7     .
8   }
9 }

```

```

1 {
2   "translation": {
3     "homepage": "Homepage",
4     "seeContent": "View Content",
5     .
6     .
7     .
8   }
9 }

```

```

1 {
2   "translation": {
3     "homepage": "Pagina Iniziale",
4     "seeContent": "Visualizza Contenuto",
5     .
6     .
7     .
8   }
9 }

```

```

1 {
2   "translation": {
3     "homepage": "Startpagina",
4     "seeContent": "Inhoud Bekijken",
5     .
6     .
7     .
8   }
9 }

```

Figura 53. Algumas traduções para idiomas distintos

Após o ficheiro de configuração e os diferentes idiomas estarem finalizados apenas é necessário utilizar o *hook* *useTranslation*. Este *hook*, no que lhe concerne, irá disponibilizar a função *t* e a instância *i18n*, responsáveis por disponibilizar os conteúdos traduzidos e alterar o idioma do sistema respetivamente.

Após ter a função *t*, para obtermos um determinado conteúdo traduzido basta invocar a função, passando como parâmetro para a mesma a chave do conteúdo que queremos obter. Do mesmo modo, caso necessitemos de alterar o idioma, basta invocar a função *changeLanguage* da instância *i18n*.

```

1 <View style={styles.titleContainer}>
2   <Text style={styles.textTitle}>{t("mainPageTitle")}</Text>
3 </View>
4 <View style={styles.infoContainer}>
5   <Text style={styles.infoText}>{t("mainPageDescription")}</Text>
6 </View>

```

Figura 54. Exemplo de conteúdo a ser traduzido

Como forma de facilitar o trabalho do utilizador e de aumentar a usabilidade da solução, implementou-se também um reconhecimento do idioma do aparelho a ser utilizado pelo utilizador. Desta forma quando o utilizador entra na aplicação, o idioma do aparelho é imediatamente reconhecido e o mesmo é carregado, através da função *getCurrentLanguage*. Caso não exista uma configuração para o idioma do aparelho do utilizador o idioma por defeito é carregado, ou seja, o português.

```

1 // Get language used on android and define it as app language
2 const getCurrentLanguage = () => {
3   const locale = NativeModules.I18nManager.localeIdentifier;
4   const language = LANGUAGES_TO_TRANSLATE.filter(item => locale.includes(item));
5   const finallanguage = language.length !== 0 ? language[0] : "pt";
6   return finallanguage;
7 }

```

Figura 55. Função responsável por identificar o idioma do utilizador

Caso o utilizador pretenda alterar o idioma selecionado, este pode também fazê-lo manualmente, através da seleção de idioma presente na parte inferior da página inicial. Esta seleção por sua vez, faz uso da função *changeLanguage* da instância *i18n* mencionada anteriormente.



Figura 56. Seletor de idioma da aplicação móvel

6.2.2 Componente de visualização de conteúdos em realidade aumentada

Esta é a componente responsável por disponibilizar os conteúdos introduzidos pelos curadores, sob o formato de realidade aumentada e a mesma subdivide-se em duas partes:

- O “navegador de cenários em realidade aumentada” (*ViroARSceneNavigator*) e a *interface* que permite controlar os elementos presentes em cena.

- O “cenário” (*ViroARScene*) específico que será carregado e configurado com os elementos sob o formato de realidade aumentada.

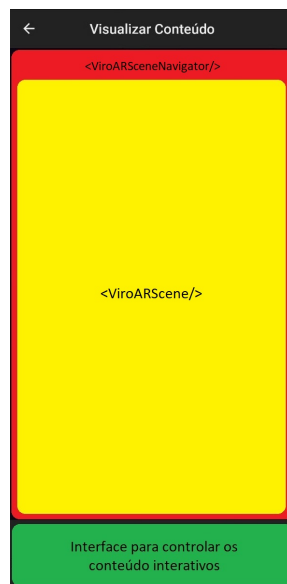


Figura 57. Estrutura da componente de visualização de conteúdos em realidade aumentada

Nos subcapítulos abaixo será explicado a construção de cada uma das partes que compõem a componente de visualização de conteúdos interativos.

6.2.2.1 Navegador de cenários e *interface* de controlo de conteúdos

Como forma de obter os conteúdos interativos carregados pelos curadores, através da aplicação de gestão de conteúdos disponibilizada para *desktop*, é feita um pedido à *Firebase* que procura obter todos os conteúdos assim que o utilizador se autentica na aplicação. Esta ação é efetuada pela função *getDataFromAPI* e posteriormente os dados são armazenados localmente através da função *getMuseumData*.

```

1  const getDataFromAPI = async () => {
2    const museumItemsCol = collection(database, "Items");
3    const museumItemsSnapshot = await getDocs(museumItemsCol);
4
5    const allItems = [];
6
7    museumItemsSnapshot.forEach((doc) => {
8      allItems.push({...doc.data(), id: doc.id})
9    })
10
11   return allItems;
12 }
13
14 const getMuseumData = async () => {
15   const museumItems = await getDataFromAPI();
16
17   setMuseumItems(museumItems)
18 }

```

Figura 58. Funções responsáveis pela aquisição dos dados na aplicação móvel

Após os conteúdos serem armazenados localmente os mesmos são disponibilizados, quer para o navegador de cenários, quer para a *interface* de controlo de conteúdos.

6.2.2.1.1 Navegador de cenários

O navegador de cenários é um componente disponibilizado pela biblioteca *ViroReact* e este é capaz de efetuar transições entre diferentes objetos do tipo *ViroScene*, funcionando basicamente como uma pilha (metodologia LIFO), onde o último cenário a entrar é o primeiro a sair. Cada cenário por sua vez vai representar uma experiência diferente de realidade aumentada.

Na aplicação criada, como temos a criação de um único tipo de experiência, é utilizado um único cenário, pelo que não existe navegação entre cenários, no entanto, continua a ser necessário a utilização de um `<ViroARSceneNavigator>` para efetuar a gestão do único cenário utilizado.

Para a inicialização de um objeto do tipo `<ViroARSceneNavigator/>` é sempre necessário passar o cenário inicial (neste caso o único) e podemos passar uma série de propriedades.

```

1  <ViroARSceneNavigator
2    style={{ flex: 1, height: '100%', width: '100%' }}
3    initialScene={{
4      scene: MuseumARScene,
5    }}
6    hdrEnabled={true}
7    viroAppProps={{
8      items: MuseumItems,
9      allReferences: allReferences,
10     setAllReferences: setAllReferences,
11     setElementOnHover: setElementOnHover,
12     elementOnHover: elementOnHover,
13     videoPaused: videoPaused,
14     setVideoPaused: setVideoPaused,
15     baseContent3DRotation: baseContent3DRotation,
16     setBaseContent3DRotation: setBaseContent3DRotation
17   }}
18   autofocus={true}
19 />

```

Figura 59. Estrutura do seletor de cenários *ViroARSceneNavigator*

Nas propriedades temos a presença de uma propriedade denominada *ViroAppProps* onde podemos passar propriedades a serem usadas pelos diferentes cenários de realidade aumentada a serem utilizados. Na propriedade *ViroAppProps* temos então as seguintes propriedades a serem utilizadas:

- *items*, propriedade responsável por armazenar os conteúdos interativos carregados pelos curadores através da plataforma *desktop*, de gestão de conteúdos.
- *allReferences*, propriedade responsável por armazenar as referências para os diferentes objetos de realidade aumentada criados a partir dos conteúdos carregados pelos curadores.
- *setAllReferences*, função responsável por definir o conteúdo da propriedade *allReferences* citada anteriormente.

- *elementOnHover*, propriedade responsável por armazenar a referência para o marcador em foco.
- *setElementOnHover*, função responsável por definir o conteúdo da propriedade *elementOnHover* citada anteriormente.
- *videoPaused*, propriedade responsável por guardar a informação de se o vídeo a ser exibido, pelo marcador em foco, está ou não em reprodução.
- *setVideoPaused*, função responsável por definir o conteúdo da propriedade *videoPaused* citada anteriormente.
- *baseContent3DRotation*, propriedade responsável por guardar a rotação aplicada ao conteúdo 3D a ser exibido, pelo marcador em foco, naquele momento.
- *setBaseContent3DRotation*, função responsável por definir o conteúdo da propriedade *baseContent3DRotation* citada anteriormente.

A necessidade de grande parte destas propriedades serem definidas no navegador de cenários e não no cenário propriamente dito, deve-se ao facto dessas propriedades serem controladas pela *interface* de controlo de conteúdos, disponível no mesmo nível hierárquico que o navegador de cenários, tal como pode ser inferido através da figura 57. Desta forma temos essas propriedades a poderem ser utilizadas e redefinidas em dois locais: no cenário (através da propriedade *ViroApp-Props*) e na *interface* de controlo de conteúdos, por se tratarem de variáveis locais.

6.2.2.1.2 Interface de controlo de conteúdos

Na parte inferior da aplicação móvel temos então a presença da *interface* de controlo de conteúdos. Esta é uma componente responsável por gerar diferentes páginas para um menu de controlo, onde cada página vai permitir efetuar o controlo de um determinado tipo de conteúdo interativo, do marcador em foco naquele momento. A imagem abaixo procura ilustrar alguns exemplos de páginas de controlo disponíveis, no entanto, é importante ressaltar que consoante o marcador em foco (e o idioma do utilizador) o menu poderá ter ligeiras alterações consoante os tipos de conteúdos que estão ou não disponíveis para aquele marcador.



Figura 60. Exemplos de páginas para o controlo de conteúdos interativos

A construção deste menu paginado é feita de forma dinâmica, utilizando para isso a propriedade *elementOnHover*. Caso nenhum conteúdo esteja em foco, é exibida uma única página onde é apresentada uma mensagem que indica que o utilizador deve apontar o telemóvel para um marcador. Caso um conteúdo esteja selecionado é verificado quais os conteúdos que estão ativos para aquele marcador, através das *flags hasImages, hasVideos, hasText e has3DContent*, citadas na subsecção 5.6.1, sendo criada uma página para cada um desses tipos de conteúdos.

Se porventura um determinado tipo de conteúdos está inativo, é criada uma página indicando que aquele tipo de conteúdos não está disponível para o componente em foco. Por outro lado, se um dado tipo de conteúdos estiver ativo, é verificado se existem vários conteúdos daquele tipo, ativando assim os botões de “anterior” e “seguinte”.

Para além disso, no caso de conteúdos 3D e vídeos, existem duas opções adicionais que permitem dar mais controlo sobre os conteúdos. No que diz respeito aos conteúdos 3D existe um botão que permite que os curadores rodem os mesmos sobre o eixo perpendicular ao marcador (além da possibilidade destes poderem se deslocar à volta dos conteúdos). Já no caso dos vídeos, existe a presença de um botão onde o utilizador pode pausar e reproduzir o vídeo sempre que deseje.

6.2.2.2 Cenário de realidade aumentada

Tal como abordado na subsecção anterior são passados para a *ViroARScene* uma série de propriedades através da propriedade *ViroAppProps* e é em torno destas propriedades que todo o cenário de realidade aumentada é criado.

A construção da *ViroARScene* é efetuada através da utilização do objeto `<ViroARScene/>`, presente na biblioteca *ViroReact*. Associado a esse objeto podemos também ter uma função que irá receber os eventos de atualização do cenário. São esses eventos que irão permitir determinar se o *tracking* se encontra a funcionar corretamente ou se existe algum problema com o mesmo.

```

1  const handleTrackingUpdated = (state) => {
2
3    if (state == ViroConstants.TRACKING_NORMAL) {
4      setTrackingWorking(true);
5    } else if (state == ViroConstants.TRACKING_UNAVAILABLE) {
6      setTrackingWorking(false);
7    }
8  }

```

Figura 61. Função responsável por intercepar os eventos que ditam o estado do *tracking*

Após isso, o cenário já se encontra criado e basta apenas popular o mesmo com conteúdo sob o formato de realidade aumentada, também ele disponível na biblioteca *ViroReact*. O processo de população do cenário através de conteúdo aumentado divide-se em três partes:

- A verificação dos sensores (efetuada pela zona a verde destacada na imagem seguinte).

- A criação dos marcadores que despoletam o conteúdo aumentado (efetuada pela zona a vermelho destacada na imagem seguinte).
- A população dos marcadores com o respetivo conteúdo introduzido pelos curadores (efetuada pela zona a vermelho destacada na imagem seguinte).

```

1  <ViroARScene onTrackingUpdated={(e) => handleTrackingUpdated(e)}>
2    {contentReady && renderARContent()}
3    {trackingWorking ?
4      null
5      :
6      <ViroText
7        text={t("errorTracking")}
8        textVerticalAlign="true"
9        textAlign="center"
10       textClipMode="None"
11       scale={[0.5, 0.5, 0.5]}
12       position={[0, 0, -1]}
13     />
14   }
15 </ViroARScene>

```

Figura 62. Excerto de código responsável pela criação e população do cenário de realidade aumentada

6.2.2.2.1 A verificação dos sensores

Para efetuar a verificação dos sensores, é utilizada a propriedade *trackingWorking*, manipulada através da função responsável por intercepar os eventos que ditam o estado dos sensores. Posto isto, caso o *tracking* não esteja a funcionar corretamente, exibimos uma mensagem sob o formato de realidade aumentada através do objeto `<ViroText/>`, disponibilizado pela biblioteca *ViroReact*. Caso os sensores estejam a funcionar corretamente nenhuma mensagem é exibida.

Relativamente à verificação de sensores não é necessário mais nenhum passo adicional. Pelo facto da propriedade utilizada para guardar o estado dos sensores ser representada na aplicação através de um *React state*. Sempre que esta propriedade se alterar, isto é, o estado dos sensores mudar, o conteúdo é novamente renderizado, garantindo assim uma verificação dos sensores em tempo real.

```

1  const [trackingWorking, setTrackingWorking] = useState(false);

```

Figura 63. Representação do *React state* que guarda o estado dos sensores

6.2.2.2.2 Criação dos marcadores (*QR Codes*) que despoletam o conteúdo

O processo de criação dos marcadores é extremamente simples e faz uso da propriedade que guarda os conteúdos introduzidos pelos curadores.

Para a criação dos marcadores são percorridos os diferentes conteúdos existentes e para cada um dos conteúdos é criado um objeto que irá corresponder a um marcador. Para cada um destes objetos são então fornecidas duas informações essenciais:

- A sua imagem-fonte, que irá corresponder à propriedade *markerImage*, que guarda a *url* para a imagem do marcador na *Firebase*.
- A sua dimensão real em metros, obtida através da propriedade *markerRealWidth*.

Posteriormente, todos estes objetos são guardados num outro objeto onde cada um deles é guardado com uma chave de valor igual ao identificador do conteúdo interativo. Por fim o método *createTargets* pertencente à biblioteca *ViroReact* é invocado com o objetivo de criar os marcadores. A partir desse momento os marcadores estão criados e prontos a serem utilizados.

```

1  museumItems.forEach((museumItem) => {
2
3      var newMarker = {
4          source: {uri: museumItem.markerProperties.markerImage.url},
5          orientation: "Up",
6          physicalWidth: museumItem.markerProperties.markerRealWidth,
7          type: "Image"
8      }
9
10     markers[museumItem.id] = newMarker;
11
12 })
13
14 ViroARTrackingTargets.createTargets(markers);
15 setContentReady(true);

```

Figura 64. Criação dos marcadores que despoletam os conteúdos interativos

6.2.2.2.3 População dos marcadores com o conteúdo

Tal como a criação dos marcadores, a população dos mesmos faz uso da propriedade que guarda os conteúdos interativos introduzidos pelos curadores. Este processo subdivide-se em cinco passos distintos e os mesmos são da responsabilidade da função *renderARContent*.

Os passos que compõem o processo de população dos marcadores podem ser observados na imagem presente abaixo. Nesta além de cada um dos passos efetuados, podem ser observados os procedimentos realizados em cada um destes passos, bem como uma imagem do código que descreve esses mesmos procedimentos.

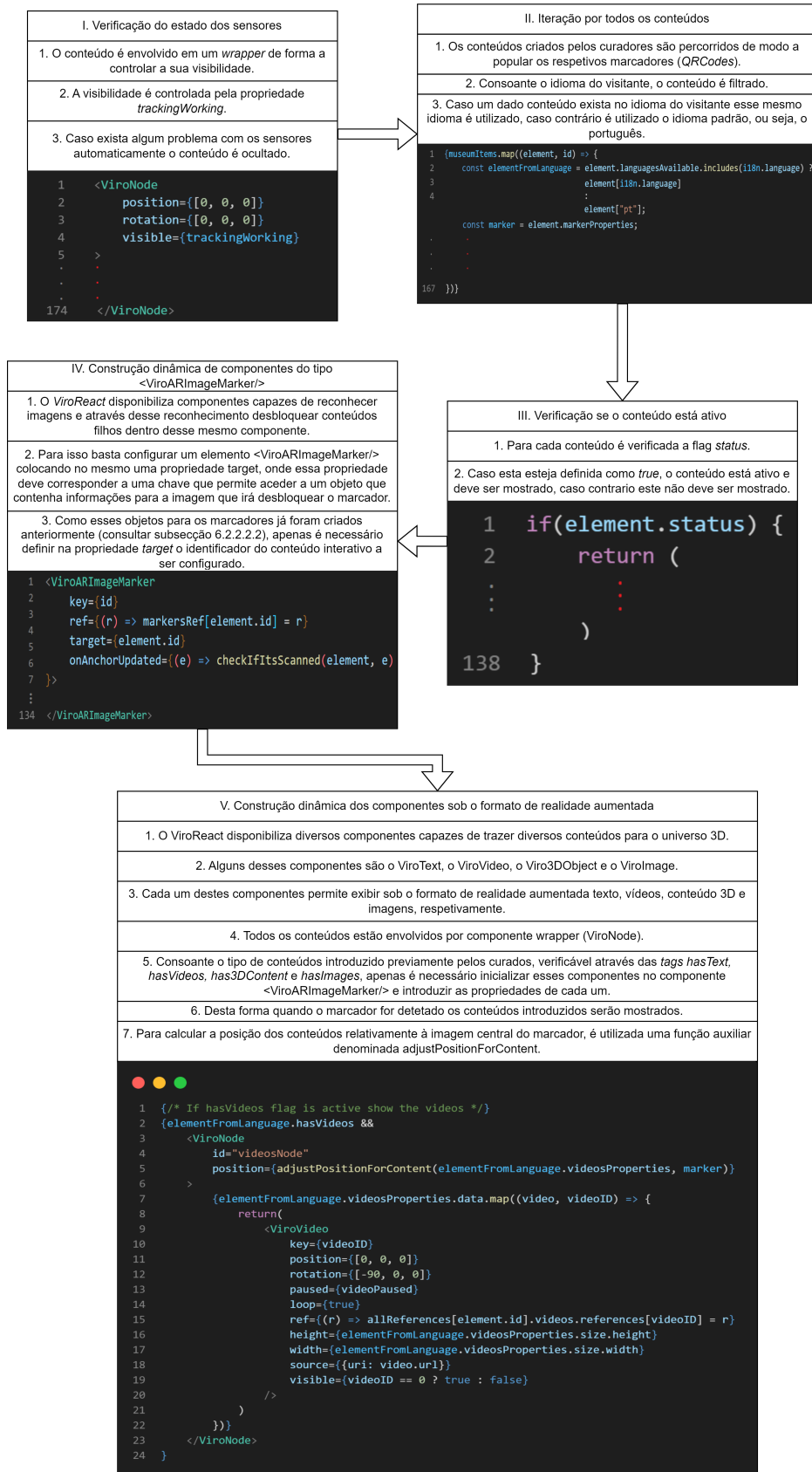


Figura 65. Processo de população dos marcadores com o conteúdo

Após popular todos os marcadores, os conteúdos estão prontos para efetuar o *scan*. Assim que um determinado conteúdo for capturado pela câmara do dispositivo móvel, este irá exibir os conteúdos introduzidos pelo curador nas posições definidas e com as suas respetivas configurações, tal como demonstrado na figura 24, na zona representada a vermelho. A imagem abaixo procura demonstrar alguns conteúdos interativos sendo exibidos através da plataforma móvel.

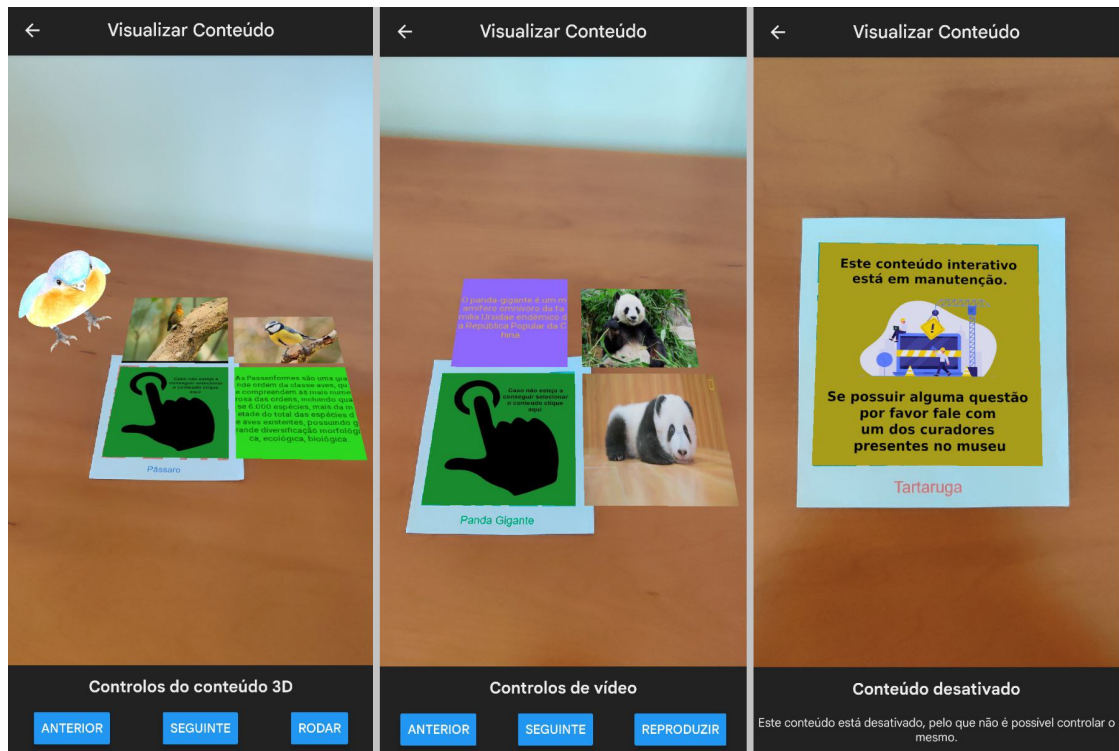


Figura 66. Exemplos de conteúdos aumentados, ao efetuar o *scan* do marcador

7 Comparativo entre soluções existentes e solução desenvolvida

Esta secção visa comparar algumas das soluções atualmente existentes, que permitem a criação de experiências interativas, com a solução desenvolvida nesta dissertação. Tal como referido anteriormente a solução desenvolvida consiste numa aplicação de gestão de conteúdos e uma aplicação móvel que permite exibir os conteúdos criados sob o formato de realidade aumentada.

Ao longo deste capítulo, serão abordadas algumas das soluções gratuitas encontradas e testadas e será feito um conjunto de comparações a diversos níveis. Estas comparações serão quer ao nível da facilidade de utilização, quer a outros níveis mais gerais, tais como a quantidade de conteúdos que podem ser mostrados em simultâneo, os tipos de conteúdos que podem ser criados/introduzidos e a facilidade em criar conteúdos em diversos idiomas. Por fim será feita uma breve conclusão acerca de como a aplicação desenvolvida consegue ter o seu espaço ao lado destas soluções empresariais já existentes. É importante notar que nesta comparação constam apenas aplicações que permitem criar experiências interativas de forma gratuita, uma vez que todas as soluções que aqui constam foram testadas e não havia a possibilidade de testar aplicações que recorriam a serviços de subscrição e pagamento.

7.1 *Metaverse Studio*

O *Metaverse Studio* [55] é uma plataforma desenvolvida pela *GoMeta Inc.*, cujo propósito é o desenvolvimento de experiências com e sem realidade aumentada. Através desta plataforma é possível os utilizadores criarem experiências sem qualquer tipo de programação, incorporando nestas experiências alguns tipos de conteúdos tais como objetos 3D, vídeos 360, tecnologias GPS, fotos e questionários. Para além destes conteúdos é também possível introduzir algumas funcionalidades de programação, tais como blocos lógicos e probabilísticos, blocos de receção de input do utilizador e algumas outras opções.

Uma das grandes vantagens desta plataforma, consiste na enorme variedade de conteúdos e possibilidades que esta permite alcançar, dando a capacidade dos utilizadores realizarem todo o tipo de experiências imagináveis, tais como questionários, minijogos, telas expositivas, entre outros.

Apesar da grande variedade de opções que esta plataforma permite, a mesma torna-se excessivamente complexa quando comparada com a plataforma desenvolvida, justamente pela quantidade de possibilidades que esta disponibiliza, levando muitas vezes a que o utilizador fique num determinado menu sem saber o que tem que realizar. Além disso, foram também detetados muitos problemas ao longo da utilização da plataforma, fazendo com que durante a criação de uma experiência interativa, fosse necessário estar recorrentemente a atualizar a página para conseguir criar o conteúdo.

Outra diferença relativamente à solução desenvolvida consiste no facto do *Metaverse Studio* não transmitir os conteúdos sobre os marcadores gerados, mas sim utilizar os mesmos apenas como uma ativação de experiências. Isto, por sua vez, pode levar a uma perda de identidade daquilo que é a realidade aumentada, pois, acabamos por não estar a aumentar conteúdos, mas sim a permitir que o utilizador disponha os conteúdos pelo local onde se encontra, da forma que achar melhor.

Outra desvantagem do *Metaverse Studio* é incapacidade deste conseguir dispor vários tipos de elementos diferentes (textos, vídeos, imagens, entre outros) em simultâneo, algo que o sistema desenvolvido consegue efetuar sem qualquer tipo de problema.

Outro aspeto também importante a salientar é o facto do sistema construído conseguir lidar, de forma automática e com extrema facilidade, com conteúdos dispostos em diversos idiomas, exigindo do curador apenas um pequeno esforço inicial. Já no *Metaverse Studio* apesar de o mesmo também ser possível, não é possível detetar o idioma do utilizador automaticamente e o esforço para criar uma experiência em vários idiomas é substancialmente grande.

Por fim o aspeto mais negativo presente no *Metaverse Studio* é facto do desenvolvimento deste ter sido encerrado no final de 2021, não havendo mais qualquer tipo suporte ao mesmo desde então.

Em suma o *Metaverse Studio* é um excelente sistema para a criação de experiências interativas, no entanto, este acaba por falhar em alguns aspetos em que o sistema construído se destaca. Devido à sua elevada complexidade e tendo em consideração o público alvo em questão este acaba por não ser uma boa alternativa a adotar em museus, pois a grande maioria dos profissionais que trabalham em museus não têm o conhecimento necessário para utilizar plataformas tão complexas. Outra grande desvantagem é o facto desta plataforma não ter um suporte fácil a múltiplos idiomas o que acaba por dificultar imenso o acesso aos conteúdos por parte de visitantes provenientes de vários locais do planeta, algo muito comum e recorrente em museus.

7.2 *FrameVR*

O *FrameVR* [56] é uma plataforma através da qual é possível criar espaços virtuais sobre os quais os criadores podem dispor diversas categorias de conteúdos, tais como imagens, vídeos, *pdfs*, *meetings* e muitos outros conteúdos. Ao criar estes espaços, o objetivo é permitir que estes conteúdos sejam acedidos por diversos visitantes, fornecendo assim uma visita virtual aos mesmos.

Esta plataforma apesar de bastante simples e intuitiva, é uma plataforma relativamente diferente da criada, no sentido em que permite proporcionar aos utilizadores um ambiente virtual, através do qual podem contemplar o conteúdo.

Relativamente à inserção de conteúdos, a plataforma permite exibir diversos tipos de conteúdos em simultâneo e permite inclusive a interação entre pessoas quer via texto, quer por via de áudio e vídeo. Além disso, através desta os visitantes da sala virtual conseguem se deslocar pela plataforma contemplando os conteúdos da forma que acharem mais conveniente.

No entanto, apesar desta plataforma conseguir proporcionar momentos extremamente imersivos, a sua maior desvantagem quando tentamos aplicá-la à realidade dos museus passa pelo facto desta surgir como um substituto e não como um complemento aos mesmos. Ao estarem em contacto com este tipo de plataformas, os visitantes tendem apenas a utilizar estas e deixam de se dirigir fisicamente aos museus, algo que alguns curadores referem como sendo o seu maior medo.

Resumidamente o *FrameVR* é uma plataforma excelente para a criação de conteúdos interativos, mas não é o estilo de plataforma mais indicado para museus. Quando falamos em museus, queremos atrair e cativar visitantes e ao utilizar o *FrameVR* podemos ter justamente o efeito contrário.

7.3 *Genially*

O *Genially* [57] é uma aplicação *web* que permite que utilizadores criem jogos, guias, apresentações e alguns outros conteúdos de forma fácil e rápida. Através deste é possível obter um conjunto de *templates* e através dos mesmos personalizar e criar conteúdos interativos únicos.

Apesar desta plataforma ser extremamente simples de trabalhar a mesma não fornece uma grande variedade de conteúdos, nem utiliza nenhuma tecnologia de realidade virtual ou aumentada como é o caso de outras plataformas já abordadas e da plataforma construída.

Esta também não recorre a marcadores para ativar o conteúdo, pelo que cada um dos conteúdos é criado sob o formato de uma hiperligação que é posteriormente fornecida ao utilizador.

Posto isto, apesar de a plataforma *Genially* ser extremamente simples de trabalhar esta não cria nenhum aumento da realidade ao utilizador e acaba por funcionar como uma aplicação comum a que todos nós estamos habituados. Além disso, os conteúdos criados são fornecidos através de uma hiperligação pelo que caso o utilizador deseje fornecer um acesso mais rápido aos visitantes deve ser o próprio utilizador a efetuar esse trabalho, ao contrário do que ocorre no sistema criado através desta dissertação.

7.4 WordWall

A plataforma *WordWall* [58] é uma plataforma bastante semelhante à plataforma *Genially* havendo, no entanto, um destaque para a criação de jogos interativos. Através desta é possível escolher uma série de *templates* para jogos bastante conhecidos tais como as palavras-cruzadas, o jogo da memória, *quizzes*, entre outros.

Apesar desta plataforma disponibilizar uma abundante quantidade de jogos, capazes de serem personalizados pelos próprios criadores, não existe a capacidade de introduzir outros tipos de conteúdos mais elementares tais como imagens, vídeos e conteúdos 3D.

Um outro ponto a destacar é o facto de não existir também qualquer tipo de aumento da realidade pelo que os conteúdos são todos eles fornecidos através de uma hiperligação que permite aceder aos conteúdos através de um navegador *web*. Um ponto positivo é a capacidade do *website* fornecer um *QRCode* que permite redirecionar automaticamente para o conteúdo criado, permitindo assim um fácil acesso aos conteúdos.

Em suma, a plataforma *WordWall* é extremamente simples de trabalhar e permite criar com facilidade diversos jogos e elementos educativos. No entanto, a plataforma acaba por não se adequar muito ao ambiente museológico, pois falta-lhe uma componente mais séria como é o caso da criação de conteúdos mais elementares tais como vídeos, imagens e conteúdos 3D. Por fim, a plataforma não recorre também a nenhuma tecnologia que proporcione um aumento da realidade. Tendo em conta todos estes aspetos podemos então considerar que o sistema criado nesta dissertação, sai em clara vantagem relativamente à criação de conteúdos interativos para museus.

7.5 Lapentor

A plataforma *Lapentor* [59] é uma plataforma que permite a criação de conteúdos virtuais adicionando aos mesmos, diversas categorias de conteúdos interativos, tais como, vídeos, imagens, sons, menus *pop-up*, entre outros.

Através desta plataforma *web* é possível criar diferentes cenários virtuais atribuindo a cada um deles, uma imagem de fundo que irá representar o espaço virtual. Após um determinado espaço virtual ter sido criado, passa a ser possível adicionar a qualquer zona do espaço virtual diferentes pontos de acesso. No que lhes concerne, estes pontos de acesso podem ser gatilhos para aceder a

conteúdo interativo, tais como, por exemplo, imagens e vídeos e podem também ser gatilhos que permitem aceder a outros cenários virtuais criados pelo utilizador.

Tendo em conta a usabilidade, a plataforma consegue ser bastante intuitiva e simples de utilizar, falhando apenas na quantidade de idiomas em que é possível colocar a plataforma de edição dos conteúdos. Além disso, a aplicação consegue lidar muito bem com a criação de conteúdos em diversos idiomas não sendo necessário um grande esforço para conseguir efetuar este trabalho. Um ponto negativo a mencionar é o facto de não ser possível detetar o idioma do utilizador automaticamente, tal como ocorre na plataforma criada nesta dissertação, pelo que o utilizador visitante terá sempre que seleccionar, inicialmente, o idioma que pretende utilizar. Outro aspeto bastante positivo é a capacidade de visualização de várias categorias de conteúdos, em simultâneo, num mesmo cenário.

Por fim é importante também salientar que a plataforma em questão é bastante diferente quando comparada com a plataforma desenvolvida nesta dissertação visto que uma utiliza realidade virtual e outra usa realidade aumentada.

Em suma, o *Lapentor* acaba sendo uma boa alternativa a adotar em museus, desde que os responsáveis dos mesmos se sintam à vontade para disponibilizar experiências virtuais. A plataforma disponibilizada é simples de utilizar e apresenta uma boa variedade de opções de personalização. Há, no entanto, por parte da plataforma desenvolvida a capacidade de introdução de elementos tridimensionais, algo que não é possível utilizando o *Lapentor*. Quando comparadas as plataformas acabam por ter funcionalidades bastantes semelhantes, no entanto, estas acabam atuando de forma distinta, pois uma atua no campo da realidade aumentada e outra no campo da realidade virtual.

7.6 Conclusões

Tal como foi possível perceber, existem algumas soluções empresariais capazes de permitir a criação de experiências interativas. Dentro destas soluções existentes, temos soluções que recorrem à realidade virtual (*FrameVR* e *Lapentor*), outras que recorrem à realidade aumentada (*Metaverse Studio*) e outras que não utilizam nenhum tipo de aumento da realidade (*WordWall* e *Genially*). Algumas destas soluções acabam por ser mais simples de utilizar, enquanto outras acabam sendo um pouco mais complexas, devido à quantidade de personalizações e elementos que são possíveis de inserir. Este aspeto, acaba colocando em causa a viabilidade de utilização de algumas das plataformas em museus, dado que muitos curadores tendem a não ter a habilidade necessária para lidar com soluções muito complexas do ponto vista tecnológico.

Quando comparada com as soluções existentes, a plataforma desenvolvida acaba por ter alguns pontos positivos, que poderão ser constatados ao longo do capítulo 8 (casos de estudo e testes realizados), tais como a facilidade de utilização e a boa variedade de personalizações e elementos existentes. Outro aspeto também importante a constatar é o facto da plataforma desenvolvida acabar por ter muito menos funcionalidades do que estas plataformas, já consolidadas no mercado há algum tempo, no entanto, para o tempo de desenvolvido dedicado à plataforma julga-se que esta tem um potencial bastante promissor e consegue competir de forma relativamente satisfatória com as mesmas. Além disso, considera-se que com um desenvolvimento e melhoramentos contínuos, a plataforma pode facilmente ganhar espaço entre estas plataformas já existentes.

8 Casos de estudo e testes realizados

Nesta secção serão apresentados todos os casos de estudo e testes realizados de modo a conseguir responder às questões de investigação propostas.

Para a realização de todos os testes foram abordados um total de 3 museus (Museu de História Natural do Funchal, Museu “A Cidade do Açúcar” e Museu da Quinta das Cruzes), tendo sido abordados um total de 9 curadores, com idades compreendidas entre os 22 e 58 anos, durante todo o processo. Ainda com o objetivo de testar se os conteúdos criados pelos curadores, através do sistema desenvolvido, permitiam aumentar o interesse dos visitantes, efetuou-se um conjunto de intervenções, onde um dos curadores do Museu de História Natural do Funchal criou conteúdos interativos que puderam ser visualizados por 59 visitantes desse mesmo museu, tendo estes visitantes idades compreendidas entre os 12 e 70 anos.

Para cada um dos curadores, foi coletado o seu nome substituído neste documento por um identificador (C1-C9), de modo a manter o anonimato, a sua profissão/especialidade enquanto curador, o seu tempo de serviço, a sua idade e género. De igual forma foram também coletadas informações relativas aos visitantes que visitaram o Museu de História Natural do Funchal, tais como o seu nome, profissão, género, idade e país de origem, sendo estes também representados através de identificadores (V1-V59). As tabelas presentes nas secções C e D do apêndice permitem verificar a amostra total de curadores e visitantes que participaram neste estudo, respetivamente.

8.1 Intervenções com curadores da cidade do Funchal

Nesta subsecção irão ser abordados e detalhados os testes e estudos realizados com os 9 curadores provenientes de 3 diferentes museus, da cidade do Funchal, sendo eles o Museu de História Natural do Funchal, o Museu “A Cidade do Açúcar” e o Museu da Quinta das Cruzes.

8.1.1 Objetivos das intervenções

Neste estudo com curadores, pretendia-se responder às questões de investigação 1 e 2. Posto isto, cada uma das intervenções tinha dois objetivos principais:

- Em primeiro lugar pretendia-se perceber se o sistema desenvolvido permitia que os curadores fossem capazes de desenvolver conteúdos interativos de forma fácil e intuitiva.
- Em segundo lugar pretendia-se apurar qual era opinião de cada um dos curadores quanto ao sistema desenvolvido e se estes ao utilizar o sistema sentiam-se motivados e com vontade de utilizar o mesmo no futuro.

8.1.2 Procedimento das intervenções

De forma a garantir que nenhum dos curadores estava em vantagem relativamente a outro, dentro do mesmo museu, optou-se por realizar cada uma das intervenções separadamente. Deste modo, conseguíamos não só obter uma maior quantidade de respostas, como também evitaríamos que outros curadores pudessem ter respostas semelhantes devido a influências de terceiros.

Para cada uma das intervenções realizadas, solicitou-se permissão para gravar o áudio da reunião, como forma de obter um registo digital de tudo aquilo que era abordado, e solicitou-se o preenchimento de consentimentos informados, presentes na secção II dos anexos, de modo a estes

confirmarem a sua intenção de participar no estudo. Além disso, seguiu-se o mesmo procedimento com todos os intervenientes, garantindo assim que todos os curadores eram expostos ao mesmo tipo de estímulos:

- Em primeiro lugar mostrou-se um conteúdo interativo previamente construído, de forma a que cada um dos curadores fosse capaz de perceber a perspetiva do visitante. Com isto pretendia-se aumentar, logo à partida, o interesse dos mesmos fazendo-os perceber aquilo que poderiam criar para os visitantes.
- Posteriormente foi feita uma breve explicação de toda a plataforma *desktop*, indicando como funcionava cada componente da mesma. O objetivo aqui era dar a conhecer o sistema de uma forma bastante superficial indicando assim como poderiam utilizar o mesmo para criar os conteúdos que tinham acabado de visualizar na aplicação móvel.
- De seguida solicitou-se que o curador efetuasse uma série de tarefas, utilizando as plataformas móvel e *desktop*.
- Após ter sido feita a manipulação de ambas as plataformas (móvel e *desktop*) solicitou-se então a realização de um questionário tendo em conta a SUS (*System Usability Scale*) e procedeu-se à realização de uma entrevista semiestruturada.

É importante notar que durante a manipulação do sistema foi efetuado um registo das dificuldades sentidas por cada um dos curadores, através de observação e gravação de áudio, percebendo assim possíveis aspetos da *interface* que pudessem suscitar algumas dúvidas.

8.1.3 Utilização da plataforma por parte dos curadores

O propósito de solicitar que os curadores realizassem tarefas utilizando a plataforma desenvolvida e, em simultâneo, ir efetuando um registo daquilo que estes realizavam, era perceber possíveis elementos da *interface* que pudessem não estar muito bem conseguidos. Ao não estarem muito intuitivos, estes elementos poderiam suscitar algum tipo de dúvida e comprometer a experiência de utilização da plataforma por parte do curador. Desta forma ditou-se o seguinte conjunto de tarefas a serem realizadas por cada participante (curador):

- Primeiramente foi solicitado que estes utilizassem a plataforma para criar um novo conteúdo interativo. Como forma de agilizar o processo, foi preparado um conjunto de conteúdos (textos, vídeos, imagens e conteúdos 3D) de tal forma que estes pudessem utilizar os mesmos e não necessitassem de estar a criar conteúdo do zero naquele momento.
- Após o conteúdo ser criado, foi solicitado que estes obtivessem o código QR do conteúdo criado.
- De seguida, foi solicitado que estes utilizassem a aplicação móvel para apontar para o código QR obtido e assim conseguissem visualizar e interagir com o conteúdo previamente criado.
- Após visualizarem o conteúdo criado, foi solicitado que efetuassem uma alteração ao mesmo, através da componente para o efeito, na aplicação *desktop*.
- Foi novamente solicitado que utilizassem a aplicação móvel para efetuar o *scan* do código QR obtido inicialmente, para assim ver as alterações efetuadas pelos mesmos.
- Posteriormente foi solicitado que criassem conteúdo para o mesmo código QR, no entanto, num idioma distinto, utilizando para o efeito a opção disponível na aplicação *desktop*.

- Após o conteúdo ter sido criado noutra idioma, efetuou-se a alteração do idioma do telemóvel para idioma em questão e pediu-se ao curador que iniciasse a aplicação e efetuasse o *scan* do código QR anteriormente gerado. O objetivo era este perceber que ao alterar o idioma do dispositivo o visitante conseguiria visualizar o conteúdo guardado para esse mesmo idioma.
- Já numa fase final solicitou-se que o curador alterasse o tamanho do código QR para um tamanho inferior ao introduzido inicialmente. Com isto pretendia-se que os mesmos verificassem que os conteúdos com tamanho superior ao novo tamanho do marcador seriam diminuídos automaticamente.
- Por fim solicitou-se que apagassem o conteúdo interativo criado, utilizando a opção para o efeito, disponível na aplicação para computador.

Na figura abaixo é possível visualizar algumas fotografias retiradas a curadores, pertencentes a diferentes museus, a utilizar a plataforma para realizar as tarefas.

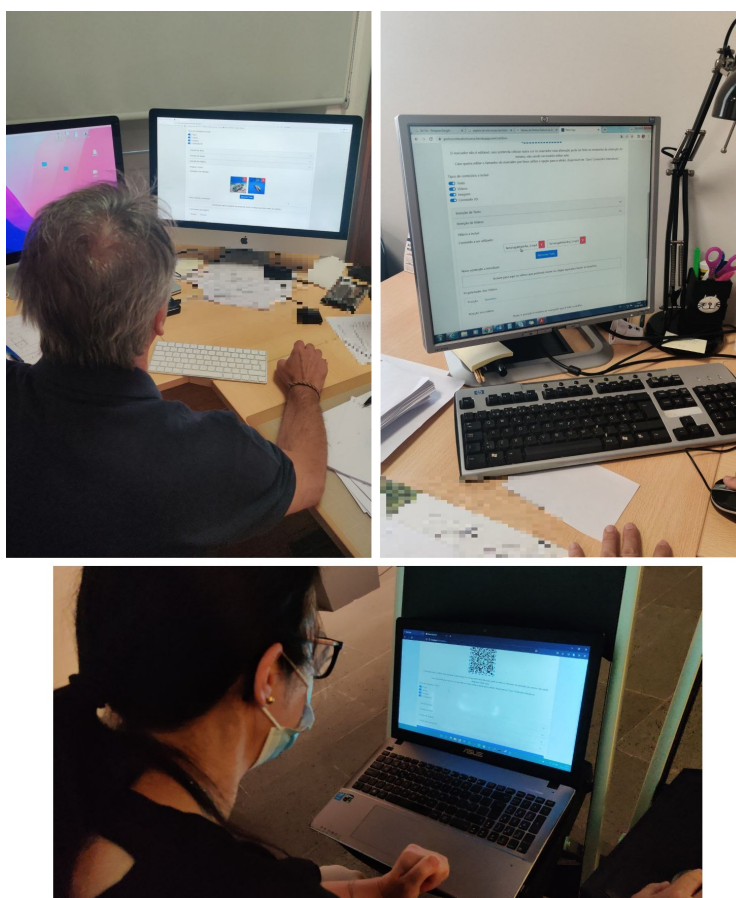


Figura 67. Curadores a utilizar o sistema para realização das tarefas

8.1.4 Entrevistas semiestruturadas

O objetivo da realização das entrevistas semiestruturadas passava por perceber quais os aspetos que os curadores tinham mais e menos gostado, bem como perceber quais as melhorias que este sugeriam para tornar o sistema melhor. Além disso, pretendia-se também perceber se estes gostariam de utilizar o sistema no futuro para efetuar exposições interativas. Tendo em conta estes objetivos, foi possível então formalizar o seguinte conjunto de questões:

- Quais as 3 coisas que mais gostou no sistema?
- Quais as 3 coisas que menos gostou no sistema?
- Que melhorias faria no sistema para este ficar ainda mais apelativo?
- Suponhamos que possuía este sistema aqui no museu, após algumas melhorias, usaria o mesmo no seu dia a dia no museu para efetuar exposições interativas? Se sim, porquê? Se não, porquê?

8.1.5 Utilização da *System Usability Scale* (SUS)

Com o propósito de conseguir medir a usabilidade da solução desenvolvida optou-se por utilizar a *System Usability Scale*.

A *System Usability Scale* é uma das escalas mais utilizadas quando o assunto é usabilidade e esta é capaz de medir quantitativamente a usabilidade de um sistema, fornecendo um valor entre 0 e 100 [80]. Valores próximos de 100 indicam sistemas com uma usabilidade muito boa e que não suscitam grandes dúvidas aos seus utilizadores. Por outro lado, valores abaixo de 68, indicam sistemas com uma baixa usabilidade e que necessitam de atenção e alterações por parte dos seus criadores, pois encontram-se abaixo da média dos valores obtidos em diversos estudos, tal como sugerido em [84–87].

O cálculo da *System Usability Scale* é feito da seguinte forma [80]: para perguntas ímpares (1, 3, 5, 7 e 9) a contribuição é dada pelo valor da posição na escala subtraindo uma unidade, para perguntas pares (2, 4, 6, 8 e 10) a contribuição é dada através da subtração do valor da posição na escala ao valor 5. Após este processo apenas é necessário somar o valor de todas as contribuições e multiplicar esse mesmo valor por 2.5. Aliada à classificação obtida através da *System Usability Scale* é também possível inferir uma classificação qualitativa, transpondo a classificação quantitativa para uma classificação segundo notas e adjetivos, sugerida por Bangor et al. [84, 85].

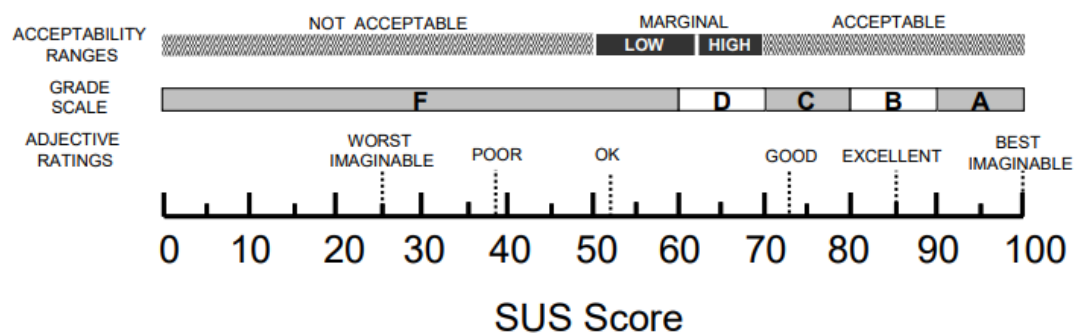


Figura 68. Escala qualitativa para a SUS, retirada de “Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale”, de Bangor et al.

Apesar de originalmente a *System Usability Scale* ter sido desenvolvida na língua inglesa, neste caso particular, por se tratarem de curadores portugueses foi utilizada a versão portuguesa da escala, que obteve a sua validação em 2015 por Martins et al. [88]. Tendo todos estes aspetos em conta e com o objetivo de determinar se o sistema desenvolvido tinha ou não uma boa usabilidade, forneceu-se então a cada um dos curadores a *System Usability Scale* após estes terem estado em contacto com o sistema e realizado as tarefas propostas.

8.1.6 Caso de estudo I, os curadores do Museu de História Natural do Funchal

Nesta secção irão ser detalhados todos os resultados e análises relativos ao estudo efetuado com os curadores do Museu de História Natural do Funchal (C1-C6).

8.1.6.1 Resultados da utilização da plataforma por parte dos curadores e respetiva análise

A tabela abaixo permite verificar um pequeno resumo, daquilo que foram os apontamentos, realizados aos nove curadores do Museu de História Natural do Funchal, aquando da realização de cada uma das tarefas:

Objetivos	Curador (Identificador)					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Conseguiu criar um conteúdo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Teve dúvidas na adição de algum conteúdo?	Não	Poucas	Não	Poucas	Poucas	Não
Conseguiu obter o código QR?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Teve dúvidas na obtenção do código QR?	Não	Não	Não	Não	Não	Poucas
Conseguiu visualizar e interagir com o conteúdo criado?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Teve dúvidas na visualização do conteúdo criado?	Poucas	Não	Não	Não	Não	Não
Conseguiu editar o conteúdo criado anteriormente?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Teve dúvidas na edição do conteúdo?	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Conseguiu visualizar e interagir com o conteúdo editado?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Teve dúvidas na visualização do conteúdo editado?	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Conseguiu criar o conteúdo num outro idioma?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Teve dúvidas na criação do conteúdo no novo idioma?	Não	Não	Poucas	Não	Não	Não
Conseguiu visualizar e interagir com o conteúdo no novo idioma?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Teve dúvidas na visualização do conteúdo no novo idioma?	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Foi capaz de alterar o tamanho do código QR?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Percebeu que códigos menores, diminuem o conteúdo criado?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Foi capaz de eliminar o conteúdo criado?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Teve dúvidas na eliminação do conteúdo?	Não	Não	Não	Não	Não	Não

Tabela 2. Síntese dos resultados da análise da utilização da plataforma

Todos os dados referentes à utilização da plataforma por parte dos curadores do Museu de História Natural do Funchal podem ser observados, na sua totalidade, na secção E do apêndice.

Como se pôde constatar, através da análise das diferentes sessões de utilização do sistema por parte dos curadores do Museu de História Natural do Funchal, foi possível perceber uma grande facilidade de manipulação por parte destes. Nenhum dos participantes efetuou qualquer tipo de erros graves, isto é, erros que comprometessem por completo a experiência, tendo surgido apenas algumas dúvidas momentâneas que eram facilmente desfeitas passados alguns segundos/minutos, através da leitura atenta das indicações fornecidas pela *interface*.

Todos os utilizadores conseguiram concluir com sucesso todas as tarefas propostas, fator esse que permite dar fortes indicadores de que o sistema parece ser simples e intuitivo, isto é, fácil de utilizar, tal como sugerido pela RQ1. Além disso, a grande maioria dos utilizadores não teve grandes dúvidas durante a utilização do sistema, sendo que a grande maioria das questões colocadas ao longo do procedimento ia ao encontro de aspetos que estavam corretos. Isto é, as dúvidas não surgiam como uma dúvida em concreto, mas sim como uma forma de ter a certeza daquilo que estavam a realizar, indicando que o sistema está fácil de utilizar e compreender, algo que vai também ao encontro do proposto na RQ1.

8.1.6.2 Resultados das entrevistas semiestruturadas e respetiva análise

Na tabela abaixo é possível verificar, de forma bastante resumida, alguns dos aspetos mencionados pelos curadores do Museu de História Natural do Funchal durante as entrevistas realizadas:

Aspetos mencionados	Curadores que referiram (Identificador)
Considerou fácil e intuitivo.	C1, C2, C3, C4, C5, C6
Considerou chamar à atenção pela positiva.	C2
Gostou de poder ser utilizado por várias pessoas em simultâneo	C3
Considerou muito difícil de se enganar ao utilizar.	C4
Gostou da possibilidade de adicionar vários idiomas facilmente.	C4
Considerou o texto um pouco pequeno.	C5
Considerou os marcadores um pouco grandes.	C4, C5
Sugeriu a adição de links.	C2
Sugeriu a adição de conteúdo áudio.	C4
Sugeriu a possibilidade de edição do tipo de letra dos conteúdos.	C2
Sugeriu a adição de <i>feedback</i> para quando o conteúdo estivesse inativo.	C3
Sugeriu mais caracteres para os nomes e marcadores.	C5
Considerou que convida à utilização.	C6
Considerou uma mais-valia.	C2, C4, C5
Gostaria de utilizar o sistema o museu no futuro.	C1, C2, C3, C4, C5, C6

Tabela 3. Diferentes aspetos referidos pelos curadores, durante as entrevistas

De igual forma, toda a informação obtida, foi transcrita e pode ser consultada na secção H do apêndice.

Como foi possível observar, grande parte dos comentários obtidos através das diferentes entrevistas semiestruturadas foram extremamente positivos. Todos os curadores ao serem abordados, consideraram o sistema extremamente simples e intuitivo de utilizar. Alguns curadores referiram também que o programa, por estar extremamente intuitivo, fazia com que qualquer pessoa com conhecimentos mínimos de informática conseguisse utilizar o mesmo.

Foi possível verificar que grande parte das funcionalidades foi bem-aceite e não suscitou qualquer tipo de dúvidas, por parte dos curadores, em como utilizar o sistema. A funcionalidade de “tradução de conteúdos” foi também alvo de elogios, pois para os curadores esta permite que haja “um maior grau de satisfação dos visitantes”.

Relativamente a aspetos mais negativos, a grande maioria dos curadores teve imensas dificuldades em apontar aspetos negativos, o que pode ser um indicador de que a plataforma já possui uma maturidade suficiente para começar a ser utilizada no imediato. Foram, no entanto, identificados alguns aspetos menos bons, tais como a impossibilidade de conseguir obter códigos QR de dimensão menor. Este é um aspeto a considerar, pois, segundo os mesmos em certas situações códigos com 6 centímetros podem ainda ser muito grandes. Outros referiram que, para certas pessoas e situações, o conteúdo poderia ser muito pequeno, no entanto, dependia muito do público em questão.

Foram também referidas algumas adições que poderiam fazer sentido tais como a adição de conteúdo áudio, ao conteúdo já existente (texto, imagens, vídeos e conteúdo 3D), a possibilidade de colocação de *links* para páginas externas, a capacidade de alterar o tipo de letra do conteúdo de texto, a capacidade de ter um maior número de caracteres na legenda do marcador que desbloqueia o conteúdo e também a possibilidade de ter uma mensagem a informar que o conteúdo está em manutenção quando o mesmo está inativo, fornecendo assim uma melhor informação ao visitante.

Através das entrevistas semiestruturadas realizadas podemos então concluir que existem indícios fortes de que o sistema desenvolvido permite a construção de exposições interativas por parte dos curadores, de forma fácil de utilizar, tal como sugerido pela RQ1.

Podemos também concluir que o sistema desenvolvido, permitiu aumentar a motivação dos curadores envolvidos, pois foi possível apurar que de entre os curadores abordados, todos eles manifestaram interesse e vontade de utilizar o sistema desenvolvido num futuro próximo, algo que corrobora o proposto na RQ2.

8.1.6.3 Resultados da aplicação da *System Usability Scale* e respetiva análise

Na tabela presente na secção K do apêndice, é possível visualizar todas as perguntas e resultados que compõem a *System Usability Scale*, para cada um dos curadores participantes, do Museu de História Natural do Funchal.

Analisando esta tabela podemos observar que a grande maioria dos curadores obteve uma pontuação bastante satisfatória na *System Usability Scale*. Todos os curadores obtiveram resultados iguais ou superiores a 75, valores estes acima do valor médio (68) indicado por Sauro em [86] e iguais ou acima da nota “C” e classificação *Excellent* (Excelente) sugerida por Bangor et al. [84,85].

A melhor classificação é proveniente da curadora C5, tendo esta obtido um total de 100 pontos, resultado este que se enquadra na nota “A” e classificação *Best imaginable* (Melhor imaginável). Por outro lado, a pior classificação é proveniente da curadora C1, com uma nota de 75 pontos, que se enquadra na nota “C” e classificação *Excellent* (Excelente).

O valor médio obtido para o sistema através da análise da pontuação dos 6 curadores é de 90,417, um valor que se enquadra na nota “A” e classificação *Best imaginable* (Melhor imaginável). Para além disso temos o desvio padrão da amostra como sendo aproximadamente igual a 9,002 e temos um erro padrão de 3,675, o que permite indicar pouca dispersão nos resultados obtidos.

Tendo em conta estes resultados temos indícios de que o sistema possui uma usabilidade elevada, corroborando a ideia proposta pela RQ1 que nos sugere que o sistema desenvolvido permite a construção de exposições interativas por parte dos curadores de forma fácil de utilizar. A figura abaixo apresenta um gráfico através do qual podemos observar os resultados obtidos para a *System Usability Scale* para cada um dos curadores abordados.

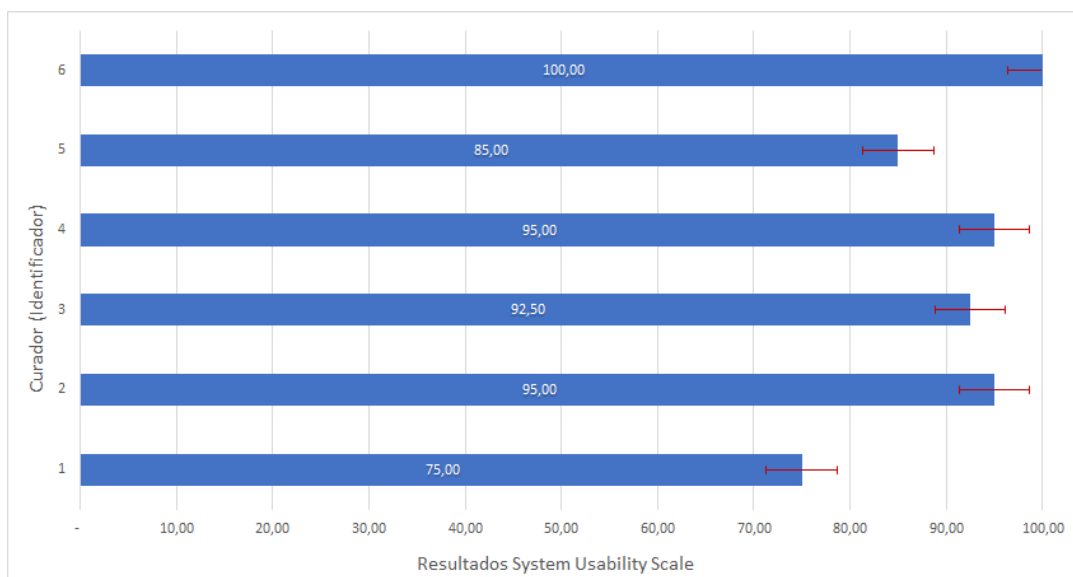


Figura 69. Resultado SUS para curadores do Museu de História Natural do Funchal

8.1.7 Caso de estudo II, as profissionais do Museu “A Cidade do Açúcar”

Nesta secção será detalhado o estudo efetuado com as profissionais do museu “A Cidade do Açúcar” (C7-C8).

8.1.7.1 Resultados da utilização da plataforma por parte das curadoras e respetiva análise

Na tabela abaixo é possível visualizar de forma sintetizada todas as informações coletadas para cada uma das duas curadoras abordadas, aquando da realização de cada uma das tarefas propostas. Informações pormenorizadas relativas a este procedimento podem ser encontradas na secção F do apêndice.

Objetivos	Curador (Identificador)	
	C7	C8
Conseguiu criar um conteúdo?	Sim	Sim
Teve dúvidas na adição de algum conteúdo?	Muito Poucas	Não
Conseguiu obter o código QR?	Sim	Sim
Teve dúvidas na obtenção do código QR?	Não	Não
Conseguiu visualizar e interagir com o conteúdo criado?	Sim	Sim
Teve dúvidas na visualização do conteúdo criado?	Poucas	Não
Conseguiu editar o conteúdo criado anteriormente?	Sim	Sim
Teve dúvidas na edição do conteúdo?	Não	Não
Conseguiu visualizar e interagir com o conteúdo editado?	Sim	Sim
Teve dúvidas na visualização do conteúdo editado?	Não	Não
Conseguiu criar o conteúdo num outro idioma?	Sim	Sim
Teve dúvidas na criação do conteúdo no novo idioma?	Muito Poucas	Não
Conseguiu visualizar e interagir com o conteúdo no novo idioma?	Sim	Sim
Teve dúvidas na visualização do conteúdo no novo idioma?	Não	Não
Foi capaz de alterar o tamanho do código QR?	Sim	Sim
Percebeu que códigos menores, diminuem o conteúdo criado?	Sim	Sim
Foi capaz de eliminar o conteúdo criado?	Sim	Sim
Teve dúvidas na eliminação do conteúdo?	Não	Não

Tabela 4. Síntese da utilização da plataforma por parte das curadoras do museu “A Cidade do Açúcar”

Como é possível observar, para as curadoras do museu “A Cidade do Açúcar”, não existiram grandes dúvidas na utilização do sistema desenvolvido e foi possível verificar uma quantidade de erros irrisória.

A curadora C7 teve umas pequenas dúvidas iniciais na interação com a aplicação móvel e constatou-se também alguma dificuldade de interação, com alguns elementos, nas primeiras tarefas a serem realizadas na plataforma de gestão. No entanto, é importante ressaltar que apesar das dificuldades identificadas, as mesmas acabaram por não comprometer a realização das tarefas e a curadora em questão conseguiu concluir as tarefas com sucesso. Quanto à curadora 8, esta conseguiu utilizar o sistema de forma plena, não apresentando nenhuma dificuldade durante todo o processo.

Analisando estes dados podemos concluir que as duas curadoras, não apresentaram grandes dúvidas na realização das tarefas propostas. Este fator permite dar fortes indícios que o sistema parece ser bastante simples e intuitivo de utilizar. Além disso, é possível observar que apesar da existência de algumas dúvidas, de pequena dimensão, todas as tarefas acabaram por ser concluídas com sucesso o que permite evidenciar que o sistema possui um carácter autoexplicativo. Estes dois fatores identificados permitem indicar que o sistema é simples e intuitivo, tal como sugerido pela RQ1.

8.1.7.2 Resultados obtidos através das entrevistas semiestruturadas e respetiva análise

Na tabela abaixo é possível verificar uma síntese daquilo que foi possível obter através das entrevistas com as duas curadoras do museu “A Cidade do Açúcar” (consultar secção I do apêndice para um maior detalhe).

Aspetos mencionados	Curadores que referiram (Identificador)
Gostou bastante do sistema.	C7, C8
Gostou da interação com os objetos.	C7, C8
Gostou de toda a personalização existente.	C7, C8
Considerou o sistema fácil de utilizar e se adaptar.	C7, C8
Gostou da possibilidade de adicionar vários idiomas facilmente.	C7
Sugeriu a adição de especificidades aos conteúdos já existentes.	C7
Referiu ser uma forma de colocar mais informação no museu, sem ocupar muito espaço.	C7
Sugeriu a adição de outros tipos de conteúdos tais como jogos, questionários.	C8
Sugeriu mais caracteres para os nomes e marcadores	C7
Referiu que qualquer pessoa com conhecimentos mínimos de informática conseguiria utilizar o sistema.	C8
Referiu que iria permitir atrair público mais jovem.	C8
Gostaria de utilizar o sistema no museu no futuro.	C7, C8

Tabela 5. Síntese das entrevistas semiestruturadas realizadas com as curadoras

Através das respostas apresentadas pelas curadoras do museu “A Cidade do Açúcar” é possível constatar que ambas consideraram o sistema como sendo simples e intuitivo de utilizar. Para além disso estas referiram que o sistema permite dar uma liberdade de personalização bastante

agradável, permitindo dar a capacidade do curador personalizar o conteúdo a seu gosto, dando-lhe assim alguma identidade própria.

Para estas curadoras todas as funcionalidades apresentadas estavam bem conseguidas e ambas tiveram imensa dificuldade em apontar aspetos negativos àquilo que tiveram a oportunidade de visualizar. O único aspeto negativo surgiu por parte da curadora 7, que referiu que a quantidade de caracteres reservada ao nome do conteúdo era muito reduzida e que esta deveria ser aumentada, pois, existem muitos conteúdos num museu que podem facilmente exceder essa quantidade.

Relativamente ao interesse em utilizar a plataforma, ambas as curadoras revelaram uma grande vontade em utilizar a plataforma no futuro, após esta sofrer alguns melhoramentos, e identificaram esta como sendo uma mais-valia, não só para o museu em questão mas também para qualquer outro museu que esteja a procura de se modernizar.

Através das entrevistas realizadas às curadoras do museu “A Cidade do Açúcar” podemos então concluir que o sistema desenvolvido é considerado pelas mesmas como sendo fácil e intuitivo de utilizar, algo que vai ao encontro daquilo que é sugerido pela questão de investigação 1. É também possível concluir que ambas as curadoras manifestaram interesse em utilizar a plataforma no futuro, algo que permite dar força ao sugerido pela RQ2.

8.1.7.3 Resultados obtidos pela aplicação da *System Usability Scale* e respetiva análise

A tabela presente na secção L do apêndice permite observar todos os resultados obtidos para as curadoras do Museu “A Cidade do Açúcar”.

Como pudemos observar, as duas curadoras obtiveram uma pontuação bastante acima da média apresentada por Sauro em [86], obtendo resultados iguais ou superiores aos 80 valores. Além disso, estes resultados ao serem transpostos para as classificações qualitativas, conseguem situar-se acima da nota “B” e classificação *Excellent* (Excelente), sugerida por Bangor et al. [84, 85].

A melhor classificação surge por parte da curadora C8, tendo esta obtido um total de 97,5 pontos, resultado este que se situa na nota “A” e classificação *Best Imaginable* (Melhor imaginável). Por outro lado, o pior resultado, é proveniente da outra curadora abordada e situa-se nos 80 pontos, resultado este que se enquadra na nota “B” e classificação *Excellent* (Excelente).

O valor médio obtido para o sistema por parte das duas curadoras do museu “A Cidade do Açúcar”, situa-se nos 88,75, um valor que equivale à nota “B” e classificação *Best Imaginable* (Melhor imaginável). Relativamente à análise do erro e da dispersão dos dados, é possível observar um desvio padrão aproximadamente igual a 12,374 e um erro padrão de cerca de 8,75, o que permite indicar uma baixa dispersão nos dados, tendo em conta que a amostra utilizada corresponde a apenas 2 curadoras.

Analisando todos estes resultados, podemos concluir que temos indícios fortes de que o sistema possui uma boa usabilidade e que o mesmo é fácil de utilizar, reforçando aquilo que foi proposto pela RQ1. Através da figura abaixo podemos observar, de forma sintetizada e recorrendo a um gráfico de barras, os resultados da *System Usability Scale*, para as duas curadoras do Museu “A Cidade do Açúcar”.

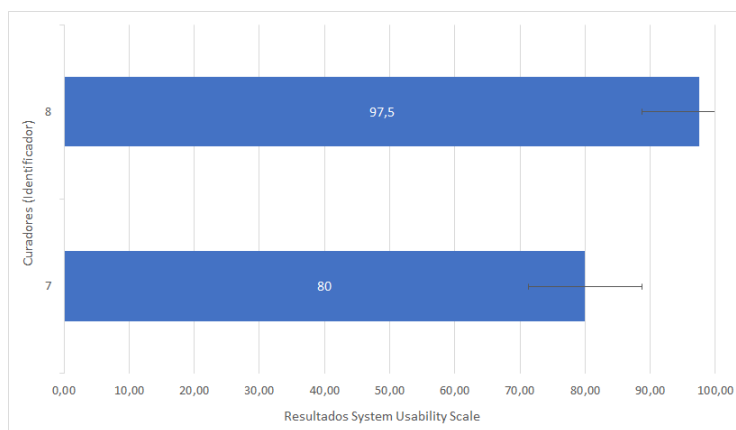


Figura 70. Resultado SUS para curadores do Museu “A Cidade do Açúcar”

8.1.8 Caso de estudo III, a curadora do Museu da Quinta das Cruzes

Nesta secção será detalhado o estudo efetuado com uma das curadoras do “Museu da Quinta das Cruzes” (C9).

8.1.8.1 Resultados da utilização da plataforma por parte da curadora e respetiva análise

Na tabela abaixo é possível observar um resumo daquilo que foi a informação adquirida para a curadora em questão, ao longo da realização das tarefas (consultar secção G do apêndice para um maior nível de detalhe).

Objetivos	Curador (Identificador)
	C9
Conseguiu criar um conteúdo?	Sim
Teve dúvidas na adição de algum conteúdo?	Não
Conseguiu obter o código QR?	Sim
Teve dúvidas na obtenção do código QR?	Não
Conseguiu visualizar e interagir com o conteúdo criado?	Sim
Teve dúvidas na visualização do conteúdo criado?	Poucas
Conseguiu editar o conteúdo criado anteriormente?	Sim
Teve dúvidas na edição do conteúdo?	Não
Conseguiu visualizar e interagir com o conteúdo editado?	Sim
Teve dúvidas na visualização do conteúdo editado?	Não
Conseguiu criar o conteúdo num outro idioma?	Sim
Teve dúvidas na criação do conteúdo no novo idioma?	Não
Conseguiu visualizar e interagir com o conteúdo no novo idioma?	Sim
Teve dúvidas na visualização do conteúdo no novo idioma?	Não
Foi capaz de alterar o tamanho do código QR?	Sim
Percebeu que códigos menores, diminuem o conteúdo criado?	Sim
Foi capaz de eliminar o conteúdo criado?	Sim
Teve dúvidas na eliminação do conteúdo?	Não

Tabela 6. Síntese dos resultados da análise da utilização da plataforma por parte da curadora

Como podemos observar, para a curadora do museu da Quinta das Cruzes, não existiram praticamente quaisquer dúvidas ao utilizar a plataforma.

A principal dúvida existente incidiu sobre a utilização da plataforma móvel, tendo sido detetada uma pequena dificuldade inicial ao interagir com os conteúdos interativos. Apesar desta pequena dificuldade, nas iterações posteriores a curadora foi capaz de interagir de forma bastante satisfatória com os conteúdos, não tendo sido detetada qualquer dificuldade nas tarefas subsequentes.

Pelo facto da curadora do museu da Quinta das Cruzes não ter apresentado dúvidas na utilização da plataforma de gestão de conteúdos, podemos concluir que a mesma apresenta indícios de estar bastante intuitiva. Tal como ocorreu com os restantes curadores de outros museus, a curadora inquirida, conseguiu também concluir todas as tarefas propostas, o que indica que o sistema, por si só, é simples e esclarecedor. Este dois aspetos permitem indicar que o sistema é simples e intuitivo, tal como sugerido pela RQ1.

8.1.8.2 Resultados obtidos através da entrevista semiestruturada e respetiva análise

Na tabela abaixo é possível observar uma síntese daquilo que foi possível obter após entrevistar a curadora da Quinta das Cruzes (para um maior detalhe consultar secção J do apêndice).

Aspetos mencionados	Curadores que referiram (Identificador)
Achou intuitivo e fácil de utilizar.	C9
Gostou da capacidade de conseguir ter vários tipos de conteúdos.	C9
Considerou que existe alguma dificuldade em acertar no tamanho ideal para alguns conteúdo à primeira tentativa.	C9
Considerou que era interessante ter a possibilidade de criar objetos 3D a partir de conjuntos de imagens, através da plataforma	C9
Considerou que poderia ser facilmente utilizado nos museus e que tinha bastante pertinência.	C9
Considerou a plataforma bem construída.	C9
Gostou da capacidade de poder ter conteúdo em várias línguas.	C9
Utilizaria o sistema no futuro no museu, pois considera o mesmo uma mais valia.	C9

Tabela 7. Síntese da entrevista realizada com a curadora do Museu da Quinta das Cruzes

Interpretando as respostas dadas pela curadora do museu da Quinta das Cruzes, podemos concluir que esta considera o sistema intuitivo e fácil de utilizar. Esta teceu vários elogios ao sistema, referindo que o mesmo é bastante completo devido à sua capacidade ter vários tipos de conteúdos, em diversos idiomas. Para além disso esta referiu o mesmo como sendo bastante pertinente e como algo que poderia ganhar facilmente espaço entre os diferentes museus existentes.

Relativamente a aspetos menos positivos, a curadora referiu que apesar de simples, a interface de inserção de conteúdos poderia gerar alguma confusão a alguns utilizadores menos experientes, pelo que seria interessante complementar a mesma com algumas orientações, reforçando assim a ideia do que seria cada um dos aspetos a serem introduzidos. A título de exemplo foi sugerido demonstrar através de imagens, o que seria a “largura”, a “profundidade” e a “altura” de um determinado conteúdo 3D. A curadora referiu também que seria interessante ter a possibilidade de gerar conteúdos 3D a partir de imagens de uma determinado artefacto, pois isso daria ao curador uma maior independência relativamente a terceiros.

Tendo em conta estes aspetos identificados através da entrevista semiestruturada, podemos concluir que a curadora considera o sistema simples e intuitivo, tal como sugerido pela RQ1.

Para além disso, podemos também concluir que para a curadora abordada o sistema aumenta a motivação e o interesse em realizar exposições interativas no futuro pois ao ser abordada, esta refere o sistema como sendo uma mais valia e que utilizaria o mesmo no futuro caso existisse essa possibilidade, corroborando assim aquilo que é sugerido pela RQ2.

8.1.8.3 Resultados obtidos pela aplicação da *System Usability Scale* e respetiva análise

A tabela presente na secção M do apêndice permite observar os valores obtidos para a curadora do Museu da Quinta das Cruzes que foi inquirida.

Como é possível observar, a curadora do museu da Quinta das Cruzes obteve uma pontuação bastante acima do valor médio apresentado por Sauro em [86], obtendo um resultado igual a 87.5. Ao transpor esta classificação para uma classificação qualitativa este resultado situa-se na nota “B” e classificação *Best Imaginable* (Melhor imaginável), sugerida por Bangor et al. [84,85].

Tal como os os restantes museus abordados, a intervenção com este museu, vem sugerir que o sistema possui uma alta usabilidade e que o mesmo é auto-explicativo e fácil de utilizar, tal como sugerido pela RQ1.

8.1.9 Conclusões relativas ao estudo com os curadores da cidade do Funchal

Tendo em conta os resultados obtidos para os três tipos de procedimentos efetuados com os nove curadores, pertencentes a três diferentes museus da cidade do Funchal, existem alguns aspetos a considerar.

Relativamente à análise da utilização da plataforma foi possível constatar que todos os curadores abordados conseguiram concluir todas as tarefas propostas. Para além disso, 8 dos 9 curadores abordados não teve praticamente quaisquer dúvidas durante a realização das tarefas, sendo que uma das curadoras (C7), teve uma quantidade de dúvidas superior a todos os restantes curadores. No entanto as dúvidas levantadas pelos curadores deveram-se essencialmente a aspetos que os mesmos quiseram confirmar antes de realizar determinadas tarefas, talvez por medo de fazerem algo que pudesse não ser aquilo que esperavam. Existiram também algumas dificuldades iniciais de interação com a aplicação móvel, constatadas através da análise das curadoras C1, C7 e C9, no entanto, todas essas dificuldades acabaram por desaparecer em interações posteriores.

No que diz respeito às entrevistas semiestruturadas, todos os curadores consideraram que um dos aspetos que mais gostaram no sistema foi o facto deste ser simples, intuitivo e fácil de utilizar. Outro aspeto também unânime entre os 9 curadores abordados foi o facto de todos eles terem o desejo de utilizar o sistema no futuro.

Relativamente a algumas opiniões isoladas, um dos curadores referiu que o sistema estava feito de tal forma que era muito difícil de um utilizador se equivocar (C4), outro referiu que o sistema convida à sua utilização (C6) e outros referiram que a plataforma está bem construída (C9), tem pertinência (C9) e que qualquer pessoa com conhecimentos mínimos de informática conseguiria utilizar a mesma (C8).

Relativamente à *System Usability Scale*, ao analisar todos os 9 curadores, podemos tirar diversas considerações:

- A pontuação mais baixa foi obtida pela curadora 1, com uma pontuação de 75 pontos. Ao transpor esta pontuação, para uma escala qualitativa temos a obtenção de uma nota “C” e classificação *Excellent* (Excelente).
- A pontuação mais alta foi obtida pela curadora 6, com uma pontuação de 100 pontos, valor este equivalente à nota “A” e classificação *Best Imaginable* (Melhor imaginável).
- Para as curadoras do sexo feminino o valor médio obtido situa-se nos 89.643 pontos. Este valor corresponde a uma nota “B” e classificação de *Best Imaginable* (Melhor imaginável).
- Os curadores do sexo masculino possuem uma média a situar-se nos 90 pontos, valor este que se enquadra na nota “A” e classificação *Best Imaginable* (Melhor imaginável).
- O valor médio para os 9 curadores corresponde a 89.722. Este valor ao ser transporto enquadra-se na nota “B” e classificação *Best Imaginable* (Melhor imaginável).
- A melhor classificação média, de entre os 3 museus abordados, foi obtida pelo Museu de História Natural com uma pontuação de 90.417 valores.
- O museu com pior classificação, foi o museu da Quinta das Cruzes, com uma pontuação de 87.5. No entanto é importante ressaltar que este museu contou apenas com um único curador na sua amostra.

Na tabela 8 é possível consultar todos os dados obtidos para os diferentes grupos de curadores abordados.

Curadores	Quantidade	Pior Resultado	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão
Femininos	7	75.0	100	89.643	9.290	3.511
Masculinos	2	85.0	95.0	90.000	7.071	5.000
Museu História Natural	6	75.0	100	90.417	9.002	3.675
Museu A Cidade do Açúcar	2	80.0	97.5	88.750	12.374	8.750
Museu Quinta das Cruzes	1	87.5	87.5	87.500	N.A	N.A
Todos	9	75.0	100	89.722	8.427	2.809

Tabela 8. Síntese de resultados relativos à *System Usability Scale*

Após uma análise cuidada, de todos os resultados obtidos, podemos então concluir que:

- Todos os curadores, dos 3 museus abordados, conseguiram terminar todas as tarefas propostas e as dúvidas levantadas durante todo o processo foram praticamente nulas. Isto dá-nos fortes indicadores de que o sistema parece ser simples, intuitivo e fácil de utilizar, tal como sugerido pela questão de investigação 1.
- Durante as entrevistas semiestruturadas, foi também possível perceber que todos os curadores demonstraram ter gostado da facilidade de utilização do sistema e referiram que este chamava à atenção pela positiva, pelo facto de ser bastante intuitivo. Este facto dá-nos também fortes indícios de que o sistema é simples e intuitivo tal como sugerido pela questão de investigação 1.
- Ainda durante as entrevistas foi também possível apurar por unanimidade que todos os curadores tinha o interesse em utilizar o sistema no futuro, caso este fosse disponibilizado no museu em que os mesmos trabalham. Também por unanimidade foi referido que o sistema era

simples e intuitivo, tendo sido referido pela curadora C6 que o mesmo convidava à sua utilização pelo que não seria apenas mais um sistema e que o mesmo seria efetivamente utilizado. A junção destes aspetos permitem-nos dar fortes indicadores que o sistema construído permite aumentar a motivação dos curadores em realizar exposições interativas em museus de forma mais frequente, tal como sugerido pela questão de investigação 2.

8.2 Caso de estudo IV, intervenções com visitantes do Museu de História Natural do Funchal

Nesta subsecção serão detalhados os testes efetuados com os diferentes visitantes da cidade do Funchal, que visitaram o Museu de História Natural do Funchal (V1-V59).

8.2.1 Objetivo das intervenções

Neste estudo com visitantes, pretende-se responder à questão de investigação 3, que procura apurar se as exposições criadas com o sistema desenvolvido permitem aumentar o interesse dos visitantes. Tendo em conta este aspeto, esta intervenção tem dois objetivos principais:

- Em primeiro lugar, perceber como varia o tempo que os visitantes passam a contemplar os diferentes artefactos do museu, com a utilização da plataforma.
- Em segundo lugar, perceber como é que as exposições interativas, criadas por um dos curadores, afetam o envolvimento, as aprendizagens, a qualidade da experiência e a conexão dos visitantes com o museu.

8.2.2 Procedimento das intervenções

De forma a conseguir testar como a solução desenvolvida influenciava o interesse dos visitantes realizou-se um conjunto de intervenções com visitantes do Museu de História Natural do Funchal. Nesta intervenção solicitou-se também a intervenção de um dos curadores do Museu de História Natural do Funchal, para a criação dos conteúdos interativos através da plataforma desenvolvida.

Para cada uma das intervenções realizadas, com cada visitante, solicitou-se permissão para efetuar um registo, por meio de fotos e áudio, daquilo que era efetuado pelo mesmo, pois deste modo era possível captar todos os pormenores da sua experiência. Além disso, solicitou-se também o preenchimento de consentimentos informados, presentes nas secções III e IV dos anexos, de modo a estes puderem confirmar a sua intenção de participar no estudo em questão.

Este estudo foi realizado apenas com quatro artefactos e procurou efetuar duas categorias de análise, uma análise de aspetos mais qualitativos do visitante, obtidos através da *Museum Experience Scale* e uma análise mais quantitativa através do cálculo do índice de retenção do visitante. A escolha da *Museum Experience Scale* relaciona-se com facto de Othman et al. terem introduzida a mesma com o propósito desta ser uma escala utilizada para formar uma opinião acerca da experiência geral do visitante ao visitar um museu [81]. Além disso, diversos estudos recentes com realidade aumentada utilizam a *Museum Experience Scale* como forma de avaliação, tais como [5] Cesário et al. (2018), [78] Khan et al. (2021) e [89] Gong et al. (2022) fator que permite inferir que esta acaba por ser uma boa opção para avaliar este tipo de experiências interativas. Relativamente à análise do índice de retenção do visitante, considerou-se a mesma uma boa escolha pois esta encontra-se descrita por Bollo et al. [90] e Bitgood [91] como o poder que um determinado artefacto possui em manter o interesse do visitante. Por sua vez, este índice de retenção pode ser

obtido através do quociente entre o tempo médio que o utilizador fica a parado em frente a um determinado artefacto (analisando o mesmo) e o tempo necessário à compressão daquele artefacto (tempo obtido através de especialistas do museu que conseguem saber o tempo necessário para compreender uma determinada peça) [90].

8.2.3 Aplicação da *Museum Experience Scale*

A *Museum Experience Scale*, tal como abordado anteriormente, procura dar uma noção geral de como as exposições interativas, criadas por um dos curadores do museu usando a plataforma desenvolvida, influenciaram o envolvimento, as aprendizagens, a qualidade da experiência e a conexão com os visitantes.

Para isso solicitou-se o preenchimento de um questionário referente à *Museum Experience Scale*, após os visitantes estarem em contacto com os artefactos complementados com experiências interativas. Estes questionários, dispostos em português e inglês, podem ser visualizados nas secções V e VI dos anexos.

Após todos os resultados serem coletados, efetuou-se uma média aritmética a cada uma das componentes da escala, efetuando uma análise e interpretando cada um desses resultados.

8.2.4 Análise do índice de retenção dos visitantes

Para efetuar uma análise mais quantitativa do nível de interesse dos visitantes, optou-se por utilizar um procedimento muito semelhante ao realizado por Hammady et al. [46], que utiliza o conceito de índice de retenção do visitante introduzido por Bollo et al. [90] em 2005. Para isso realizou-se o seguinte conjunto de ações:

1. Para os quatro objetos escolhidos, anotou-se o tempo médio que os visitantes convencionais passavam a contemplar esses objetos na sua forma natural, isto é, sem a utilização de realidade aumentada.
2. Para um dos curadores presentes no museu questionou-se qual o tempo que este achava que seria necessário para que os visitantes conseguissem ler e compreender perfeitamente cada um dos conteúdos dispostos.
3. O quociente entre a média dos valores obtidos no ponto 1 e 2, daria o índice de retenção dos visitantes, para os objetos escolhidos, quando não é utilizada realidade aumentada.
4. Associou-se a cada um dos quatro objetos escolhidos, conteúdos interativos criados por um dos curadores do museu (estes conteúdos podem ser consultados através da figura 71).
5. Para cada um dos objetos escolhidos, anotou-se o tempo médio que os visitantes, que decidiram participar no estudo, passavam a contemplar esses objetos complementados com conteúdos interativos sob o formato de realidade aumentada (imagens de alguns visitantes a consumir o conteúdo podem ser vistas na figura 73).
6. Ao tempo médio que os visitantes despenderam a contemplar os artefactos complementados com conteúdos interativos sob o formato de realidade aumentada retirou-se 15 segundos, tempo este que se considerou o tempo máximo necessário para uma habituação à interface da aplicação móvel.
7. O quociente entre a média dos valores obtidos no ponto 6 e 2, daria o índice de retenção dos visitantes, para os objetos escolhidos, quando é utilizada realidade aumentada.

8. Por fim comparou-se estes dois índices obtidos nos pontos 3 e 7. Ao existir um aumento significativo, seria possível concluir que o tempo de retenção dos objetos aumentou com a utilização de conteúdos interativos criados através do sistema desenvolvido.



Figura 71. Conteúdos elaborados por curador

8.2.5 Resultados da Museum Experience Scale e respetiva análise

A tabela presente na secção N do apêndice, permite que o leitor possa consultar toda a informação referente aos resultados da *Museum Experience Scale* para os visitantes do Museu de História Natural do Funchal, de forma pormenorizada.

A figura abaixo procurar sintetizar toda a informação obtida. Nesta podemos observar as diferentes médias obtidas para cada uma das componentes da escala, bem como a média total.

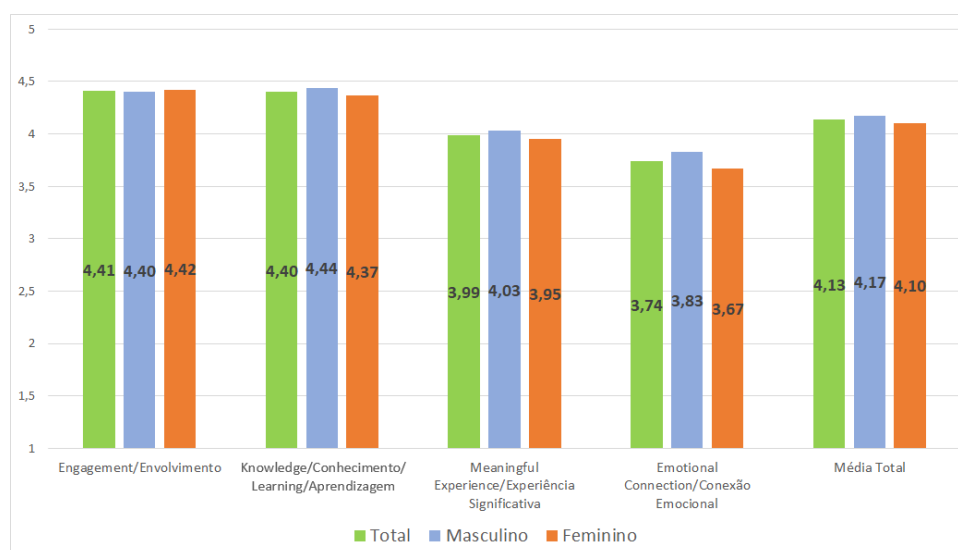


Figura 72. Resultados *Museum Experience Scale*

Analisando os resultados obtidos, podemos observar resultados bastante favoráveis. Um aspeto que pode ser imediatamente constatado é o facto de os dados obtidos serem praticamente invariáveis de acordo com o género, tendo sido obtidos resultados bastante semelhantes, quer para visitantes do sexo masculino, como feminino.

Relativamente à análise individual de cada componente podemos constatar que as componentes que tiveram melhores resultados foram as componentes de *Engagement/Envolvimento* e *Conhecimento/Aprendizagem*, tendo sido obtido médias de 4.41 e 4.40 (de um máximo de 5) para toda a amostra. Apesar destas componentes terem sido aquelas que mais se destacaram pela positiva,

a componente de *Meaningful Experience*/Experiência Significativa teve também bons resultados atingindo praticamente os 4 valores. Já a componente de *Emotional Connection*/Conexão Emocional foi a que possuiu piores resultados, atingindo apenas os 3.74 valores.

Relativamente a valores globais, foi possível obter valores a rondar os 4.13 para todos os visitantes, tendo-se obtido valores de 4.17 e 4.10 para visitantes masculinos e femininos respetivamente.

Estes resultados são bastante encorajadores e permitem dar indicadores de que as exposições desenvolvidas, utilizando o sistema introduzido nesta dissertação, permitem proporcionar uma boa experiência aos visitantes, sobretudo a nível de envolvimento e conhecimento/aprendizagem.

8.2.6 Resultados do índice de retenção dos visitantes e respetiva análise

Para a análise do índice de retenção dos visitantes, foi inicialmente questionado o tempo que o curador do Museu de História Natural do Funchal, que criou as exposições interativas, considerava que seria necessário que os visitantes dedicassem a ler as informações de cada uma das peças presentes na sala onde seria realizada a investigação, de forma a compreender estas na perfeição. O valor reportado por este, como sendo o tempo ideal necessário, foi de 120 segundos.

Além destes tempos, foi também analisado ao longo de 2 dias, o tempo médio que cada um dos artefactos, presentes na sala onde decorreu a investigação, era visto pelos visitantes, tendo-se obtido uma média de 18.591 segundos.

Visando analisar a influência do sistema desenvolvido no interesse e retenção dos visitantes, procedeu-se ao registo do tempo que cada visitante, que decidiu participar no estudo, despendeu a contemplar cada um dos artefactos, após estes serem complementados com realidade aumentada. Estes tempos podem ser consultados através da tabela presente na secção O do apêndice, onde é exibido o tempo que cada visitante despendeu a contemplar cada um dos artefactos.

Por meio da média aritmética é possível concluir que a média dos tempos que os diferentes visitantes do museu levaram a contemplar as diferentes peças foi de 78.119 segundos. Retirando os 15 segundos que se considera ser o tempo máximo necessário para uma habituação à interface obtém-se cerca de 63.119 segundos. Levando em consideração todos estes aspetos temos que:

- O índice de retenção para os objetos escolhidos, quando não é utilizada realidade aumentada é dado por $18.591/120$, sendo aproximadamente igual a 0.155.
- O índice de retenção dos objetos escolhidos, quando é utilizada realidade aumentada é dado por $63.119/120$, isto é, cerca de 0.526.
- O quociente entre o índice de retenção utilizando realidade aumentada e o índice de retenção sem utilização de realidade aumentada é dado por $0.526/0.155$, sendo aproximadamente igual a 3.4.

Através do valor obtido (3.4), para o quociente entre os dois índices de retenção, podemos concluir que a retenção do visitante aumentou cerca de 3 vezes. Consecutivamente é possível inferir que as exposições desenvolvidas, com o sistema apresentado, permitiram aumentar o interesse dos visitantes, tal como sugerido pela questão de investigação 3.

8.2.7 Aspetos referidos pelos visitantes e respetiva análise

Através de cada um dos aspetos referidos por cada um dos visitantes procurou-se perceber qual a opinião dos mesmos, relativamente à experiência que estes tinham acabado de ter, e procurou-se

também perceber possíveis melhorias para o futuro. A tabela abaixo procura resumir e agrupar toda a informação adquirida ao longo das conversas com os diferentes visitantes.

Aspetos Referidos	Visitantes que referiram (Identificador)
Gostaram da capacidade de ver vídeos e consultar os restantes conteúdos em simultâneo.	V1, V31
Gostaram da ideia ou consideraram a mesma excelente e/ou interessante e/ou engraçada.	V1, V2, V5, V7, V25, V27, V29, V30, V31, V33, V36, V37, V39, V40, V41, V47, V51, V52, V53
Referiram que os museus precisam de se modernizar e que a tecnologia é importante.	V1, V4, V43
Referiram que a capacidade de ter o conteúdo fixo, sem necessitar de estar constantemente a apontar para o marcador seria uma boa opção.	V1, V3, V18, V24, V25, V32, V50
Referiram que seria bom conseguir clicar nos conteúdos e através do clique seleccionar os mesmos.	V2, V6, V20
Gostaram da capacidade de ouvir/ver vídeos.	V3, V9, V13, V15, V17, V23, V33, V36, V42, V54, V56
Referiram que permite ter uma quantidade infinita de informação e/ou que é bom para quem quer ter acesso a mais informação.	V4, V27, V29, V34, V48, V49, V58
Referiram que seria uma boa forma de transmitir informação às crianças/jovens e que os mesmos iriam gostar.	V5, V35, V41, V59
Considerou intuitivo e fácil de utilizar.	V7, V8, V20, V23, V29, V44, V45, V48, V55, V58
Considerou como algo que utilizaria se estivesse presente em museus.	V8
Considerou que os conteúdos tinham excesso de texto e precisariam de ser melhor trabalhados.	V9, V15, V17, V28, V53, V57
Referiram gostar da forma de como as coisas eram controladas.	V10, V13, V19, V23, V27
Sugeriu a capacidade de colocar determinados conteúdos em tela cheia para permitir uma melhor observação.	V11, V25, V49
Teve alguma dificuldade inicial ao manusear a aplicação.	V12, V15, V17, V22
Gostou da capacidade de conseguir ter imagens dos animais expostos.	V12, V17
Referiu nunca ter visto nada parecido.	V14, V21, V26, V55
Referiu que permite cativar as pessoas.	V16
Sugeriu a capacidade de aproximar os conteúdos sem ser necessário se aproximar fisicamente do marcador.	V18, V46
Considerou que para algumas pessoas o texto introduzido poderia ser difícil de ler.	V21, V26, V28, V32, V49, V54
Sugeriu a adição de uma indicação de quantos conteúdos existem de um determinado tipo e qual o conteúdo que estamos atualmente.	V36
Referiu que é capaz de transmitir uma experiência diferente do habitual.	V37
Referiu como sendo algo que tem potencial.	V40

Tabela 9. Síntese de aspetos referidos pelos visitantes

Todos os aspetos referidos pelos visitantes que fizeram parte do estudo, foram transcritos e podem ser consultados de forma pormenorizada na secção P do apêndice. É importante notar que para alguns dos visitantes as conversas foram feitas em inglês, pelo que se traduziu cada uma dessas

opiniões para o português. Após analisar os aspetos referidos pelos 59 visitantes é possível concluir que:

- O tipo de conteúdo que funcionou melhor com os visitantes foram os vídeos, tendo 11 visitantes referido explicitamente que gostaram dos mesmos.
- Existiu alguma facilidade de utilização da aplicação, tendo sido referido por 10 participantes (V7, V8, V20, V23, V29, V44, V45, V48, V55, V58) que a mesma era intuitiva e fácil de utilizar.
- A forma como o conteúdo de texto é apresentado necessita de alguns ajustes no futuro, visto 6 visitantes (V21, V26, V28, V32, V49, V54) terem referido que os conteúdos de texto podem em algumas situações ser difíceis de consumir.
- A forma de interação atualmente utilizada dá indícios de funcionar bem, pois 5 visitantes (V10, V13, V19, V23 e V27) referiram gostar da forma como os conteúdos eram controlados. No entanto existiram algumas sugestões de interação tais como a capacidade de colocar alguns conteúdos em *fullscreen* para uma melhor leitura (sugerido pelos visitantes V11, V25, V49) e a capacidade de efetuar um clique para selecionar os conteúdos a controlar (sugerido pelos visitantes V2, V6, V20).
- A capacidade de fixar os conteúdos num determinado local após efetuar o *scan* dos marcadores deve também ser algo a ter em conta uma vez que 7 visitantes (V1, V3, V18, V24, V25, V32 e V50) referiram ter alguma dificuldade em estar constantemente a apontar para o marcador enquanto consomem os conteúdos.
- A aplicação para alguns visitantes (V4, V27, V29, V34, V48, V49, V58) é vista como uma boa forma de ter acesso a mais informação e de permitir acesso a uma quantidade informação infinita.
- Alguns aspetos da aplicação necessitam de uma análise de usabilidade mais profunda uma vez que 4 visitantes (V12, V15, V17 e V55) relataram ter alguma dificuldade inicial de manuseamento.

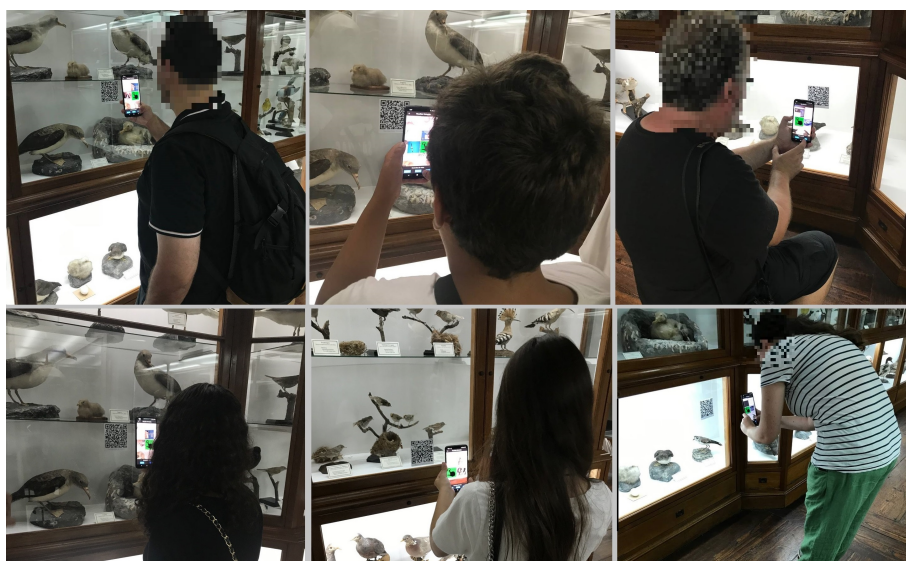


Figura 73. Visitantes a consumir conteúdos criados

9 Conclusões Finais

Nesta secção será apresentado um resumo dos objetivos desta dissertação (secção 9.1), serão mencionadas algumas dificuldades sentidas ao longo da realização da mesma (secção 9.2), serão dadas algumas sugestões de trabalho futuro (secção 9.3) e serão sintetizados e concluídos alguns aspetos relativamente a todo o trabalho efetuado (secção 9.4).

9.1 Objetivo da dissertação

Após uma análise e revisão do estado atual da arte, foram detetadas uma série de dificuldades. Ao efetuar uma análise das tecnologias utilizadas em museus, foi possível perceber a existência de diversos tipos de tecnologias a serem utilizadas. Um dos problemas encontrados foi o facto de grande partes destas tecnologias serem frequentemente desenvolvidas por empresas externas e os PPC possuem um papel passivo na elaboração destas. Tendo isto em conta através desta dissertação pretendia-se desenvolver uma plataforma através da qual os curadores conseguissem construir experiências interativas aos seus visitantes, sem a necessidade de intervenção de pessoal técnico especializado.

Ao analisar as aplicações existentes para que os PPC/curadores conseguissem criar exposições interativas, foi possível perceber que este era um tema que vinha com um interesse crescente há já alguns anos, existindo já algumas categorias de plataformas. Foi possível constatar plataformas para a criação de conteúdos sob mesas interativas [25–27], plataformas para a exibição de conteúdos sob realidade aumentada e virtual [28–30, 49], plataformas de programação visual [53] onde os curadores podem criar exposições interativas de forma independente e algumas plataformas comerciais [55–59], elaboradas por empresas privadas, disponíveis para serem utilizadas, sob o formato de subscrição (gratuitas e pagas). Levando em conta todos os aspetos já constatados nas secções de estado da arte e metodologia optou-se por construir uma plataforma de gestão de conteúdos através da qual os PPC dos museus conseguissem construir, de forma independente, experiências interativas sob o formato de realidade aumentada. Optou-se também por construir uma plataforma móvel, onde os visitantes dos museus, fossem capazes de visualizar as experiências construídas pelos PPC.

Para a construção destas duas plataformas procurou-se ter em conta as dificuldades sentidas pelos PPC e a recetividade, quer dos PPC, quer dos visitantes, considerando todos os aspetos encontrados e estudados, ao longo dos restantes capítulos do estado atual da arte.

Atendendo a estes objetivos traçados, definiu-se 3 questões de investigação, já mencionadas na secção 1.2. Estas questões visavam verificar três aspetos principais: observar como a motivação dos curadores era afetada, ao utilizar a plataforma, verificar o quão fácil era para os curadores utilizar a plataforma desenvolvida e verificar como o interesse dos visitantes era afetado, quando estes visualizavam as experiências interativas criadas pelos PPC.

Relativamente às plataformas, foi possível construir quer a plataforma de gestão de conteúdos para *desktop*, quer a aplicação móvel, utilizando para o efeito muito do conhecimento adquirido. No que diz respeito às questões de investigação, foi possível concluir que:

- **RQ1:** *O sistema desenvolvido permite a construção de exposições interativas por parte dos curadores de forma fácil de utilizar?*: O sistema desenvolvido é fácil de utilizar e permite a construção de exposições interativas sem levantar grandes dificuldades. Através da elaboração

de questionários da *System Usability Scale* foi possível obter resultados bastante motivadores nos três museus onde ocorreram intervenções. Através de observação foi possível verificar uma facilidade da grande maioria dos curadores ao realizar as tarefas propostas, tendo todos eles conseguido concluir todas as tarefas. Analisando também as entrevistas semiestruturadas, foi possível verificar a existência de alguns comentários que referem uma grande facilidade em trabalhar com o sistema.

- **RQ2:** *Um sistema de gestão de conteúdos, user-friendly pode aumentar a motivação dos curadores em realizar exposições interativas em museus de forma mais frequente?*: O sistema desenvolvido apresenta fortes indícios de motivar os curadores. De acordo com os resultados apurados através das entrevistas semiestruturadas foi possível observar que os curadores demonstram uma grande vontade de utilizar o sistema no futuro. Apesar destes resultados não indicarem que os curadores realmente iriam utilizar o sistema, pois isso implicaria a realização de testes de grande duração, este aspeto permite dar fortes indícios de que o sistema poderia vir a ter uma boa adesão caso fosse implementado.
- **RQ3:** *As exposições desenvolvidas permitem aumentar o interesse dos visitantes?*: O sistema desenvolvido apresenta indícios de que é capaz de aumentar o interesse dos visitantes dos museus. Através da análise do índice de retenção dos visitantes, foi possível observar um aumento do tempo que os visitantes passam a observar as peças do museu em cerca de 3 vezes. Estes resultados foram alcançados através da utilização de exposições interativas sob o formato de realidade aumentada, criadas por um dos curadores do museu de História Natural do Funchal, através da plataforma desenvolvida. Foi também possível obter resultados motivadores através da utilização da *Museum Experience Scale* tendo os visitantes do Museu de História Natural do Funchal, obtido médias de valores de 4.41, 4.4, 3.99 e 3.74 nas 4 diferentes componentes da escala. Estes resultados permitem indicar uma boa experiência dos visitantes no museu aquando da utilização do sistema móvel, introduzido nesta dissertação.

Posto isto, considera-se que todos os objetivos inicialmente traçados foram alcançados e julga-se ter feito contribuições importantes para a temática da criação de exposições interativas, por parte PPC nos museus.

9.2 Dificuldades encontradas

As principais dificuldades no decorrer desta dissertação, estiveram ligadas essencialmente à componente de testes, uma vez que a presente dissertação exigiu muitos testes individuais com diferentes museus, curadores e visitantes. Devido à existência de poucos equipamentos de teste e há necessidade de conciliar os horários dos vários intervenientes, foram necessários marcar vários dias, com diferentes museus, para a realização dos testes, o que acabou por atrasar e dificultar um pouco o processo de realização da dissertação.

Além disso, existiu também alguma dificuldade inicial, relativamente à leitura de algumas publicações científicas ligadas à temática dos museus e do património cultural, no entanto, essa dificuldade foi facilmente ultrapassada com o decorrer do tempo.

9.3 Trabalho futuro

Esta dissertação possui alguns aspetos detetados e passíveis de serem melhoradas em trabalho futuro. Em primeiro lugar, no modelo atual, sempre que um utilizador inicia a aplicação móvel esta

tem a responsabilidade de carregar todos os conteúdos interativos referentes a um determinado idioma. Isto faz com que a cada inicialização seja consumida uma largura de banda igual à quantidade total de conteúdos introduzidos pelos curadores para aquele idioma. Em trabalhos futuros seria interessante contornar este aspeto, permitindo que houvesse uma requisição de conteúdos apenas quando um determinado marcador fosse capturado. Isto permitiria ter um menor consumo de largura de banda, o que tornaria a aplicação mais económica. Este aspeto obviamente acabaria por dar origem à introdução de alguma latência na interação utilizador-conteúdo. Dado este facto, esta seria uma questão interessante a ser analisada, pois conseguiríamos fazer uma análise comparativa do *feedback* dos utilizadores utilizando estas duas categorias de abordagem.

Considerando também o facto de o sistema introduzido nesta dissertação ter sido tão bem recebido pela comunidade museológica, seria interessante analisar como a introdução de outros tipos de conteúdos, sugeridos pelos curadores e existentes em outras aplicações, afetariam quer os curadores, quer o público. No modelo de dados atual este tipo de conteúdos poderia ser facilmente introduzido, sem grande esforço, pelo que seria interessante analisar a adição de sons, jogos e outros tipos de conteúdos em trabalho futuro. Para além disso seria também importante rever alguns conceitos e sugestões apresentadas pelos visitantes, tais como a capacidade carregar num determinado tipo de conteúdos para o selecionar, tornando assim o sistema mais intuitivo, o melhoramento dos conteúdos de texto, tornando-os mais legíveis, a capacidade de não necessitar de estar constantemente a apontar para um determinado marcador para conseguir visualizar o conteúdo, e a possibilidade de colocar os conteúdos em *fullscreen*, dando ao visitante uma maior comodidade na visualização.

Um outro aspeto também bastante relevante a ser testado, seria a criação de uma aplicação móvel que não utilizasse realidade aumentada, mas sim que permitisse introduzir conteúdos sob o formato mais comum. Devido à grande recetividade demonstrada pelos curadores relativamente à plataforma de gestão de conteúdos, considera-se que a possibilidade de introduzir outros tipos de conteúdos (não aumentados) seria extremamente bem recebida e proporcionaria um ambiente propício a testes.

Por fim, seria também bastante relevante a realização de uma análise comparativa mais detalhada entre o sistema desenvolvido e os sistemas já anteriormente mencionados e comparados, uma vez que por motivos de tempo, essa mesma comparação não foi possível de ser realizada com um maior nível de detalhe.

9.4 Síntese e conclusões

A possibilidade de permitir que os PPC, presentes nos museus, consigam criar exibições interativas em museus, sem depender de terceiros é um tema de interesse crescente nos últimos anos. Do lado dos curadores, existe uma grande dificuldade em executar este tipo de exibições, de forma independente, pelo que as exibições interativas existentes são na sua grande maioria, introduzidas por empresas externas contratadas para o efeito. Uma das melhores formas de contornar essa necessidade de externalização passa pela criação de ferramentas de gestão de conteúdos que consigam ser utilizadas pelos curadores de forma fácil e intuitiva.

Esta dissertação, planeou e executou duas aplicações, uma aplicação de gestão de conteúdos disponibilizada para *desktop* e uma aplicação móvel onde os conteúdos criados podem ser consumidos pelos visitantes. Além disso, foram também levantadas algumas questões de investigação. Duas

das questões procuraram analisar quer a facilidade de utilização, quer motivação dos curadores ao utilizar a plataforma de gestão. Outra questão procurou analisar como a motivação dos visitantes dos museus foi afetada, através da utilização da plataforma desenvolvida.

Foi possível concluir que os curadores consideram a aplicação de gestão de conteúdos intuitiva e fácil de utilizar e estes revelaram-se bastante interessados em utilizar o sistema no futuro, tal como sugerido pelas questões de investigação 1 e 2, respetivamente. Do lado dos visitantes foi também possível verificar um aumento do interesse. Ao analisar os índices de retenção, foi possível verificar um aumento do tempo que os visitantes passavam a contemplar os artefactos do museu, em cerca de 3 vezes. Também utilizando a *Museum Experience Scale* foi possível verificar bons resultados nas 4 diferentes componentes da escala.

Foram também analisadas e comparadas algumas plataformas existentes, semelhantes à plataforma desenvolvida, e foi possível concluir que o sistema desenvolvido pode facilmente ganhar espaço entre estas plataformas já existentes.

Referências

- [1] L. Ciolfi and D. Petrelli, “Walking and designing with cultural heritage volunteers,” *Interactions*, vol. 23, no. 1, pp. 46–51, Dec. 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/2848979>
- [2] —, “Studying a community of volunteers at a historic cemetery to inspire interaction concepts,” in *Proceedings of the 7th International Conference on Communities and Technologies*, ser. C&T ’15. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Jun. 2015, pp. 139–148. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/2768545.2768547>
- [3] L. Ciolfi and M. McLoughlin, “Designing for meaningful visitor engagement at a living history museum,” in *Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design*, ser. NordiCHI ’12. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Oct. 2012, pp. 69–78. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/2399016.2399028>
- [4] “The Interrelationships Between Adult Museum Visitors ’ Learning Identities and Their Museum Experiences Chapter 2: Learning Literature Review Chapter 7: Conclusions,” 2007.
- [5] V. Cesário, A. Coelho, and V. Nisi, “Cultural heritage professionals developing digital experiences targeted at teenagers in museum settings: lessons learned,” in *Proceedings of the 32nd International BCS Human Computer Interaction Conference 32*, 2018, pp. 1–12.
- [6] L. A. Maye, F. E. McDermott, L. Ciolfi, and G. Avram, “Interactive exhibitions design: what can we learn from cultural heritage professionals?” in *Proceedings of the 8th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Fun, Fast, Foundational*, ser. NordiCHI ’14. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Oct. 2014, pp. 598–607. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/2639189.2639259>
- [7] F. McDermott, L. Clarke, E. Hornecker, and G. Avram, “Challenges and opportunities faced by cultural heritage professionals in designing interactive exhibits,” *Proceedings of NODEM*, pp. 19–26, 2013, publisher: Interactive Institute Swedish ICT Stockholm.
- [8] J. H. Falk, *Identity and the Museum Visitor Experience*. New York: Routledge, Jun. 2016.
- [9] T. Caulton, *Hands-On Exhibitions: Managing Interactive Museums and Science Centres*. Routledge, Apr. 2006, google-Books-ID: TTf8hctWb24C.
- [10] L. A. Maye, D. Bouchard, G. Avram, and L. Ciolfi, “Supporting Cultural Heritage Professionals Adopting and Shaping Interactive Technologies in Museums,” in *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems*, ser. DIS ’17. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Jun. 2017, pp. 221–232. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3064663.3064753>
- [11] C. Dindler, O. S. Iversen, R. Smith, and R. Veerasawmy, “Participatory design at the museum: inquiring into children’s everyday engagement in cultural heritage,” in *Proceedings of the 22nd Conference of the Computer-Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer-Human Interaction*, 2010, pp. 72–79.

- [12] M. Roussou, E. Kavalieratou, and M. Doulgeridis, “Children designers in the museum: applying participatory design for the development of an art education program,” in *Proceedings of the 6th international conference on Interaction design and children*, ser. IDC ’07. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Jun. 2007, pp. 77–80. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/1297277.1297292>
- [13] V. Cesário, A. Coelho, and V. Nisi, “Co-designing gaming experiences for museums with teenagers,” in *Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation*. Springer, 2018, pp. 38–47.
- [14] G. Taxén, “Introducing participatory design in museums,” in *Proceedings of the eighth conference on Participatory design: Artful integration: interweaving media, materials and practices - Volume 1*, ser. PDC 04. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Jul. 2004, pp. 204–213. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/1011870.1011894>
- [15] O. S. Iversen and R. C. Smith, “Connecting to Everyday Practices: experiences from the Digital Natives exhibition,” *Heritage and Social Media*, pp. 126–144, 2012, publisher: Routledge, London, UK.
- [16] C. Bailey-Ross, S. Gray, J. Ashby, M. Terras, A. Hudson-Smith, and C. Warwick, “Engaging the museum space : mobilizing visitor engagement with digital content creation.” *Digital scholarship in the humanities.*, vol. 32, no. 4, pp. 689–708, Dec. 2017, num Pages: 0 Number: 4 Publisher: Oxford University Press. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1093/llc/fqw041>
- [17] . L. S. NW, S. . Washington, and D. . U.-.-. |. M.-.-. |. F.-.-. |. M. Inquiries, “Demographics of Mobile Device Ownership and Adoption in the United States.” [Online]. Available: <https://www.pewresearch.org/internet/fact-sheet/mobile/>
- [18] “Teens, Social Media & Technology 2018,” May 2018. [Online]. Available: <https://www.pewresearch.org/internet/2018/05/31/teens-social-media-technology-2018/>
- [19] R. Perrin and S. Atske, “About three-in-ten U.S. adults say they are ‘almost constantly’ online.” [Online]. Available: <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2021/03/26/about-three-in-ten-u-s-adults-say-they-are-almost-constantly-online/>
- [20] S. Kemp, “Digital 2022: Portugal - datareportal – global digital insights,” Feb 2022. [Online]. Available: <https://datareportal.com/reports/digital-2022-portugal>
- [21] D. Petrelli, L. Ciolfi, D. Van Dijk, E. Hornecker, E. Not, and A. Schmidt, “Integrating material and digital: a new way for cultural heritage,” *interactions*, vol. 20, no. 4, pp. 58–63, 2013, publisher: ACM New York, NY, USA. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2486227.2486239>
- [22] B. Koleva, S. R. Egglestone, H. Schnädelbach, K. Glover, C. Greenhalgh, T. Rodden, and M. Dade-Robertson, “Supporting the creation of hybrid museum experiences,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2009, pp. 1973–1982.
- [23] J. Halloran, E. Hornecker, G. Fitzpatrick, M. Weal, D. Millard, D. Michaelides, D. Cruickshank, and D. De Roure, “Unfolding understandings: co-designing UbiComp *In Situ*, over time,” in *Proceedings of the 6th conference on Designing Interactive systems*, ser. DIS ’06. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Jun. 2006, pp. 109–118. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/1142405.1142423>

- [24] F. Sparacino, K. Larson, R. MacNeil, G. Davenport, and A. Pentland, "Technologies and methods for interactive exhibit design: From wireless object & body tracking to wearable computers." in *ICHIM*, 1999, pp. 147–154.
- [25] E. Hornecker, "'I don't understand it either, but it is cool' - visitor interactions with a multi-touch table in a museum," in *2008 3rd IEEE International Workshop on Horizontal Interactive Human Computer Systems*, Oct. 2008, pp. 113–120.
- [26] C. Dindler and O. S. Iversen, "Motivation in the museum-mediating between everyday engagement and cultural heritage," in *The Nordes Conference, Oslo*, 2009.
- [27] C. Bossen, C. Dindler, and O. S. Iversen, "Impediments to user gains: experiences from a critical participatory design project," in *Proceedings of the 12th Participatory Design Conference: Research Papers - Volume 1*, ser. PDC '12. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Aug. 2012, pp. 31–40. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/2347635.2347641>
- [28] E. Hornecker, "Interactions around a contextually embedded system," in *Proceedings of the fourth international conference on tangible, embedded, and embodied interaction*, 2010, pp. 169–176.
- [29] S. Reeves, M. Fraser, H. Schnadelbach, and S. Benford, "Engaging augmented reality in public places," in *In Adjunct proceedings of SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, 2005.
- [30] H. Schnädelbach, B. Koleva, M. Flintham, M. Fraser, S. Izadi, P. Chandler, M. Foster, S. Benford, C. Greenhalgh, and T. Rodden, "The augurscope: a mixed reality interface for outdoors," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2002, pp. 9–16.
- [31] V. Tzibazi, "Participatory Action Research with young people in museums," *Museum Management and Curatorship*, vol. 28, no. 2, pp. 153–171, May 2013. [Online]. Available: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09647775.2013.776800>
- [32] L. Ciolfi and M. McLoughlin, "Challenges for the technological augmentation of open-air museums: Bridging buildings, artefacts and activities," *Nordisk Museologi*, no. 1, pp. 15–15, 2011.
- [33] J. McCarthy and P. Wright, "Technology as experience," *interactions*, vol. 11, no. 5, pp. 42–43, 2004, publisher: ACM New York, NY, USA.
- [34] K. Ferris, L. Bannon, L. Ciolfi, P. Gallagher, T. Hall, and M. Lennon, "Shaping experiences in the hunt museum: a design case study," in *Proceedings of the 5th conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*, 2004, pp. 205–214.
- [35] C. Heath, P. Luff, D. V. Lehn, J. Hindmarsh, and J. Cleverly, "Crafting participation: designing ecologies, configuring experience," *Visual Communication*, vol. 1, no. 1, pp. 9–33, 2002, publisher: Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA.
- [36] J. Hindmarsh, C. Heath, D. Vom Lehn, and J. Cleverly, "Creating assemblies in public environments: Social interaction, interactive exhibits and CSCW," *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, vol. 14, no. 1, pp. 1–41, 2005, publisher: Springer.

- [37] S. Sauer and S. Göbel, “Dinohunter: Game Based Learn Experience in Museums,” in *Ichim '03*. Archives & Museum Informatics Europe, 2003, p. 25.
- [38] G. Andritsou, A. Katifori, V. Kourtis, and Y. Ioannidis, “Momap-an interactive gamified app for the museum of mineralogy,” in *2018 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*. IEEE, 2018, pp. 1–4.
- [39] T. Pfeifer, P. Savage, and B. Robinson, “Managing the culloden battlefield invisible mobile guidance experience,” in *Proceedings of the 6th international workshop on Managing ubiquitous communications and services - MUCS '09*. Barcelona, Spain: ACM Press, 2009, p. 51. [Online]. Available: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1555321.1555333>
- [40] D. McGookin, Y. Vazquez-Alvarez, S. Brewster, and J. Bergstrom-Lehtovirta, “Shaking the dead: multimodal location based experiences for un-stewarded archaeological sites,” in *Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction Making Sense Through Design - NordiCHI '12*. Copenhagen, Denmark: ACM Press, 2012, p. 199. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2399016.2399048>
- [41] H. Schnädelbach, A. Galani, and M. Flintham, “Embedded Mixed Reality Environments,” in *The Engineering of Mixed Reality Systems*, E. Dubois, P. Gray, and L. Nigay, Eds. London: Springer London, 2010, pp. 57–78, series Title: Human-Computer Interaction Series. [Online]. Available: http://link.springer.com/10.1007/978-1-84882-733-2_4
- [42] A. Chianese, F. Marulli, V. Moscato, and F. Piccialli, “SmARTweet: A Location-Based Smart Application for Exhibits and Museums,” in *2013 International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems*. Kyoto, Japan: IEEE, Dec. 2013, pp. 408–415. [Online]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6727222/>
- [43] J. Cho, H. Kim, J. Lim, T. Kim, and J. Park, “Interactive exhibition from wall panels in a museum,” in *Proceedings of the 2019 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces*, 2019, pp. 367–372.
- [44] I. Sari and H. Fajrin, “Mobile augmented reality using cloud database for interactive museum guiding system,” in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1193, no. 1. IOP Publishing, 2019, p. 012030.
- [45] L. Kotut, A. Hoang, H. Panda, J. Shenk, P. Newbill, D. Kellogg, and D. Scott McCrickard, “Supporting child–group interactions with hands-off museum exhibit,” *International Journal of Child-Computer Interaction*, vol. 27, p. 100240, Mar. 2021. [Online]. Available: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212868920300489>
- [46] R. Hammady and M. Ma, “Interactive Mixed Reality Technology for Boosting the Level of Museum Engagement,” in *Augmented Reality and Virtual Reality*, M. C. tom Dieck, T. H. Jung, and S. M. C. Loureiro, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 77–91, series Title: Progress in IS. [Online]. Available: https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-68086-2_7
- [47] M. White, N. Mourkousis, J. Darcy, P. Petridis, F. Liarokapis, P. Lister, K. Walczak, R. Wojciechowski, W. Cellary, J. Chmielewski, M. Stawniak, W. Wiza, M. Patel, J. Stevenson, J. Manley, F. Giorgini, P. Sayd, and F. Gaspard, “ARCO - an architecture for digitization,

- management and presentation of virtual exhibitions,” in *Proceedings Computer Graphics International, 2004.*, Jun. 2004, pp. 622–625, ISSN: 1530-1052.
- [48] S. Sylaiou, M. Economou, A. Karoulis, and M. White, “The evaluation of ARCO: a lesson in curatorial competence and intuition with new technology,” *Computers in Entertainment*, vol. 6, no. 2, pp. 1–18, Jul. 2008. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1371216.1371226>
- [49] I. Giangreco, L. Sauter, M. A. Parian, R. Gasser, S. Heller, L. Rossetto, and H. Schuldt, “Virtue: a virtual reality museum experience,” in *Proceedings of the 24th international conference on intelligent user interfaces: companion*, 2019, pp. 119–120.
- [50] B. Sprengart, A. Collins, and J. Kay, “Curator: a design environment for curating tabletop museum experiences,” in *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, 2009, pp. 1–1.
- [51] A. Ohlei, D. Bouck-Standen, T. Winkler, and M. Herczeg, “Infogrid: acceptance and usability of augmented reality for mobiles in real museum contexts,” *Mensch und Computer 2018-Workshopband*, 2018, publisher: Gesellschaft für Informatik eV.
- [52] —, “InfoGrid: an approach for curators to digitally enrich their exhibitions,” *Mensch und Computer 2018-Workshopband*, 2018, publisher: Gesellschaft für Informatik eV.
- [53] A. Stratton, C. Bates, and A. Dearden, “Quando: enabling museum and art gallery practitioners to develop interactive digital exhibits,” in *International Symposium on End User Development*. Springer, 2017, pp. 100–107.
- [54] “Open Exhibits | Multitouch, Multiuser Software for Museums.” [Online]. Available: <http://openexhibits.org/>
- [55] “Metaverse studio website.” [Online]. Available: <https://studio.gometa.io/landing>
- [56] [Online]. Available: <https://framevr.io/>
- [57] “Genially - creating interactive content is easy.” [Online]. Available: <https://genial.ly/>
- [58] “Wordwall - create better lessons quicker.” [Online]. Available: <https://wordwall.net/>
- [59] “Home - lapentor - free 360° virtual tour software,” May 2022. [Online]. Available: <https://lapentor.com/>
- [60] A. Bellucci, T. Zarranandia, P. Díaz, and I. Aedo, “End-user prototyping of cross-reality environments,” in *Proceedings of the Eleventh International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, 2017, pp. 173–182.
- [61] G. Bell, “Making Sense of Museum: The Museum as ‘Cultural Ecology’: A study,” *CIMI whitepaper, Intel Corporation*, 2002.
- [62] A. A. o. Museums, *The Virtual and the Real: Media in the Museum*. American Association of Museums, 1998, google-Books-ID: zXVgQgAACAAJ.
- [63] R. Parry, *Museums in a Digital Age*. Routledge, Jan. 2013, google-Books-ID: fqkQ7p1Xw0IC.
- [64] S. Allen and J. Gutwill, “Designing With Multiple Interactives: Five Common Pitfalls,” *Curator: The Museum Journal*, vol. 47, no. 2, pp. 199–212, 2004, _eprint:

- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.2151-6952.2004.tb00117.x>. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.2151-6952.2004.tb00117.x>
- [65] S. Bitgood, "Suggested Guidelines for Designing Interactive Exhibits," *Visitor Behavior*, vol. 6/4, Jan. 1991.
- [66] B. Gammon, "Everything We Currently Know about Making Visitor-Friendly Mechanical Interactive Exhibits." *Informal Learning*, vol. 39, no. p1, pp. 10–13, 1999, publisher: ERIC.
- [67] L. Wein, "Visual recognition in museum guide apps: do visitors want it?" in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2014, pp. 635–638.
- [68] D. Greenberg, "Technophobia, papyrophilia, and the real thing: barriers to technological innovation in cultural institutions," *ACM SIGUCCS Newsletter*, vol. 26, no. 3-4, pp. 21–28, 1996, publisher: ACM New York, NY, USA.
- [69] M. Dragicovic and A. Bagarić, "Virtual technology in museums and art galleries business practice—the empirical research," in *7th International OFEL Conference on Governance, Management and Entrepreneurship: Embracing Diversity in Organisations. April 5th-6th, 2019, Dubrovnik, Croatia*. Zagreb: Governance Research and Development Centre (CIRU), 2019, pp. 175–183.
- [70] V. Cesário, A. Coelho, and V. Nisi, "Teenagers as experience seekers regarding interactive museums tours," in *Proceedings of the 1st International Conference on Design and Digital Communication*, 2017, pp. 127–134.
- [71] S. Allen, "Designs for learning: Studying science museum exhibits that do more than entertain," *Science Education*, vol. 88, no. S1, pp. S17–S33, 2004, _eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/sce.20016>. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.20016>
- [72] L. Ciolfi and L. Bannon, "Learning from museum visits: Shaping design sensitivities," in *Proceedings of HCI international*, vol. 1, 2003, pp. 63–67.
- [73] S. Macdonald, *A Companion to Museum Studies*. John Wiley & Sons, Aug. 2011, google-Books-ID: oQ8c6kRgH1IC.
- [74] E. Hornecker and M. Stifter, "Learning from interactive museum installations about interaction design for public settings," in *Proceedings of the 20th conference of the computer-human interaction special interest group (CHISIG) of Australia on Computer-human interaction: design: activities, artefacts and environments - OZCHI '06*. Sydney, Australia: ACM Press, 2006, p. 135. [Online]. Available: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1228175.1228201>
- [75] U. B. Ceipidor, C. M. Medaglia, A. Perrone, M. De Marsico, and G. Di Romano, "A museum mobile game for children using qr-codes," in *Proceedings of the 8th international conference on interaction design and children*, 2009, pp. 282–283.
- [76] L. S. Guedes, L. A. Marques, and G. Vitório, "Enhancing interaction and accessibility in museums and exhibitions with augmented reality and screen readers," in *International Conference on Computers Helping People with Special Needs*. Springer, 2020, pp. 157–163.

- [77] M. K. Schultz, “A case study on the appropriateness of using quick response (qr) codes in libraries and museums,” *Library & Information Science Research*, vol. 35, no. 3, pp. 207–215, 2013.
- [78] M. A. Khan, S. Israr, A. S. Almogren, I. U. Din, A. Almogren, and J. J. Rodrigues, “Using augmented reality and deep learning to enhance taxila museum experience,” *Journal of Real-Time Image Processing*, vol. 18, no. 2, pp. 321–332, 2021.
- [79] I. Paliokas, A. T. Patenidis, E. E. Mitsopoulou, C. Tsita, G. Pehlivanides, E. Karyati, S. Tsarfaras, E. A. Stathopoulos, A. Kokkalas, S. Diplaris *et al.*, “A gamified augmented reality application for digital heritage and tourism,” *Applied Sciences*, vol. 10, no. 21, p. 7868, 2020.
- [80] J. Brooke *et al.*, “Sus-a quick and dirty usability scale,” *Usability evaluation in industry*, vol. 189, no. 194, pp. 4–7, 1996.
- [81] M. K. Othman, H. Petrie, and C. Power, “Engaging Visitors in Museums with Technology: Scales for the Measurement of Visitor and Multimedia Guide Experience,” in *Human-Computer Interaction – INTERACT 2011*, ser. Lecture Notes in Computer Science, P. Campos, N. Graham, J. Jorge, N. Nunes, P. Palanque, and M. Winckler, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011, pp. 92–99.
- [82] C. Gackenheim and A. Paul, *Introduction to React*. Springer, 2015, vol. 52.
- [83] B. Eisenman, *Learning react native: Building native mobile apps with JavaScript*. "O'Reilly Media, Inc.", 2015.
- [84] A. Bangor, P. Kortum, and J. Miller, “The system usability scale (sus): An empirical evaluation,” *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 24, no. 6, pp. 574–594, 2008.
- [85] ———, “Determining what individual sus scores mean: Adding an adjective rating scale,” *Journal of usability studies*, vol. 4, no. 3, pp. 114–123, 2009.
- [86] J. Sauro, *A practical guide to the system usability scale: Background, benchmarks & best practices*. Measuring Usability LLC, 2011.
- [87] J. Brooke, “Sus: a retrospective,” *Journal of usability studies*, vol. 8, no. 2, pp. 29–40, 2013.
- [88] A. I. Martins, A. F. Rosa, A. Queirós, A. Silva, and N. P. Rocha, “European portuguese validation of the system usability scale (sus),” *Procedia Computer Science*, vol. 67, pp. 293–300, 2015.
- [89] Z. Gong, R. Wang, and G. Xia, “Augmented reality (ar) as a tool for engaging museum experience: a case study on chinese art pieces,” *Digital*, vol. 2, no. 1, pp. 33–45, 2022.
- [90] A. Bollo and L. Dal Pozzolo, “Analysis of visitor behaviour inside the museum: an empirical study,” in *Proceedings of the 8th international conference on arts and cultural management*, vol. 2. Citeseer, 2005.
- [91] S. Bitgood, “Museum fatigue: A critical review,” *Visitor Studies*, vol. 12, no. 2, pp. 93–111, 2009.

Apêndice

A Questões e respostas obtidas relativamente ao sistema a construir

- Como funcionam as exposições do vosso museu? São vocês que as fazem?
 - “O museu conta com dois tipos de exposições, as exposições permanentes que se mantém inalteradas desde 1933 e as exposições temporárias.”.
 - “As exposições temporárias normalmente compreendem períodos que vão desde alguns meses a alguns anos.”.
 - “Por norma as exposições temporárias podem surgir de duas formas, podem ser sugeridas pelos curadores do próprio museu e depois é decidido quais são efetivamente expostas ou surgem a partir de entidades externas como por exemplos escolas ou investigações da universidades.”.
- Que tipos de informação é que costumam guardar para os diferentes artefactos do museu e como a costumam guardar ? O espólio/informação está toda no museu?
 - “Normalmente cada curador tem um registo daquilo que normalmente tem que referir e depois consoante o público alvo este escolhe que tipo de informação é que deve ser transmitida.”.
 - “Por norma a informação é guardada no computador, temos registos de conteúdos de texto, imagens, alguns vídeos, sons de animais, entre outros.”.
 - “Para além desta informação que temos exposta existem muitas coleções e informações que não estão disponíveis pois acabamos por ter um espaço finito e se fosse para colocar tudo seria impossível.”.
 - “Para ter noção o nosso museu conta com cerca de 200 mil exemplares de espécimes de peixes, aves, mamíferos, repteis, insetos, plantas e temos ainda uma coleção considerável de rochas e minerais. Destas 200 mil temos julgo que 1000 expostas, como pode imaginar se fosse para conseguirmos expor tudo isto, da forma que gostaríamos, tínhamos que ter um museu quase tão grande como a própria cidade do Funchal.”.
 - “O que acaba por acontecer é que para muitas espécimes apenas referimos a existência das mesmas e o público acaba por não as ver, infelizmente.”.
 - “Para além de informações acerca das peças em si, guardamos também informações em papel acerca dos visitantes tais como nacionalidade, opiniões, faixa etária.”.
- Que tipo de visitas é que possuem? Já têm rotas pré-estabelecidas?
 - “Temos visitas com turistas, visitas com escolas, universidades (...), por vezes acontece de alguém ligar a requisitar uma visita direcionada a um tema específico e reservamos uma data e hora com essa pessoa ou conjunto de pessoas.”.
 - “Para além disso temos também os visitantes ocasionais, qualquer pessoa que tenha interesse pode entrar no museu e ver o mesmo, não tendo necessariamente que ter uma visita guiada.”.

- “As visitas ocasionais acabam sendo as que mais acontecem, e temos facilmente sempre entre 30 a 40 visitantes diários.”.
 - “Por norma não existem rotas pré-estabelecidas, aquilo que normalmente acontece é que quando é marcada uma visita e esse determinado grupo de pessoas tem o intuito de se focar num determinado aspeto em específico, por exemplo na vida marinha, existe um maior foco relativamente a essas exposições.”.
- Por se tratar de um museu, suponho que tenham uma grande quantidade de visitantes estrangeiros. Costumam efetuar visitas em diferentes idiomas ?
- “Claro, temos sempre alguns turistas, apesar de os museus não serem a sua atração principal costumam vir sempre alguns.”.
 - “Temos ingleses com alguma frequência, alemães, franceses e quando isso acontece temos sempre alguém que os consegue dar apoio ou responder a alguma questão. No entanto na maior parte das vezes acabamos por falar em inglês com os estrangeiros.”.
- Costumam utilizar o *feedback* dos visitantes como uma forma de melhoramento ou para elaborar exposições?
- “Normalmente costumamos registar em papel as opiniões dos visitantes, eles por vezes deixam algumas sugestões e o que fazemos é ler essas sugestões e tentar melhorar das próximas vezes, mas normalmente o *feedback* é sempre *à posteriori* e nunca antes.”.
- Costumam fornecer algum tipo de informação adicional aos visitantes durante as visitas?
- “Dependendo dos casos às vezes temos alguns panfletos, relativos a exposições temporárias, que são fornecidos aos visitantes, mas tirando esses panfletos toda a restante informação é apenas a que se encontra no museu e a que é referida pelos curadores durante algumas visitas.”.
- No passado, já tiveram contacto com algum tipo de exposição que recorresse a tecnologias? Que tipos de tecnologias utilizaram ?
- “Sim tivemos algumas exposições com tecnologias, que eu me esteja a lembrar tivemos exposições com realidade virtual, realidade aumentada e tivemos também livros interativos, onde tínhamos um *tablet* presente numa das salas do museu e as pessoas podia lá ir e consultar.”.
 - “Normalmente estas exposições com tecnologias acabam surgindo quando existe alguma colaboração com algum investigador.”.
 - “Por vezes acontece também de alguma entidade ou empresa cá vir e instalar equipamentos de uma determinada exposição feita por eles e esta acaba por cá ficar durante algumas semanas ou meses.”.
 - “A título de exemplo tínhamos agora uma exposição que iria utilizar tecnologia e utilizava sons e realidade virtual, no entanto devido à subida dos preços e à escassez de equipamentos eletrónicos essa exposição encontra-se parada.”.
- Qual a vossa opinião relativamente a exposições que recorram a tecnologias ? Tiveram alguma frustração ou detetaram alguma falta de perícia da vossa parte?

- “Na minha opinião eu acho que é bom porque acaba por chamar a atenção das pessoas.”.
 - “Permite que tenhamos coisas novas e que pessoas que já cá vieram tenham o interesse de cá vir novamente pois temos novidades.”.
 - “Eu gosto muito de tecnologias, mas sou apologista que elas devem complementar o museu e não substituir. Se for para ter algo tem que ser algo que seja para ser feito no museu. Se for por exemplo *websites*, não acho necessário, porque se colocarmos lá muita informação depois os visitantes acabam por ver *online* e não vêm cá.”
 - “Mas a tecnologia é sempre bom, permite que se consiga colocar mais informação quando existe falta de espaço que é precisamente um dos nossos problemas. Tem é que ser aplicada da forma correta.”.
 - “Relativamente ao manuseamento de tecnologias, nós aqui no museu gostamos todos de tecnologias e falo por todos quando digo que temos facilidade com tecnologias e respondendo diretamente à questão não me lembro de termos assim frustrações ou problemas.”.
- De que forma é que acham que a tecnologia poderia ajudar o museu?
- “A tecnologia vai permitir que se consiga ter mais informação para um mesmo espaço pois rapidamente se consegue pegar seja num computador, num telemóvel, num *tablet* ou numa *tv* e colocar essa tecnologia a mostrar informação.
 - “Além disso a tecnologia já é aplicada em diversos museus ao redor do mundo e era bom se começamos a aplicá-la mais cá.”.
- De acordo com a literatura, existe alguma dificuldade técnica relativamente à construção de exposições interativas em museus. Muitas vezes acaba por ser necessário recorrer a fontes externas para obter este tipo de exposições. Este tipo de situações é comum no vosso museu?
- “As exposições que recorrem a tecnologias aqui no museu estão sempre associadas a alguma empresa ou organismo.”.
 - “Nós aqui temos mais o trabalho de informar e temos o trabalho de investigação referente a certos espécimes em coleção científica, pelo que a elaboração de exposições com tecnologias não é bem do nosso encargo, nem sabemos bem como fazê-lo.”.
 - “O máximo que temos é por exemplo uma página onde colocamos por exemplo a espécie do mês ou colocamos alguns vídeos e informação acerca de uma determinada espécie.”.
- Tendo em conta esta dificuldade encontrada, a ideia que gostaria de vos apresentar era o desenvolvimento de um sistema através do qual um curador fosse capaz de construir e manter exposições interativas que recorressem a realidade aumentada, tudo isto sem ajuda de terceiros, ou seja de forma completamente autónoma e independente. Qual a vossa opinião acerca de um sistema deste tipo ?
- “Seria ótimo iria permitia que nós próprios conseguíssemos dar novas informação aos visitantes de forma diferente.”.
 - “E a utilização da realidade aumentada sem dúvida iria chamar a atenção claro.”.
- Caso existisse uma plataforma na qual conseguissem criar e editar conteúdos, tinham preferência que esta fosse disponibilizada para computador ou outra plataforma em específico?

- “No computador, sem dúvida, aqui no museu temos todos já uma idade mais avançada, não somos muito velhos mas temos todos mais de 45 anos e para criar e editar conteúdos preferimos um ecrã maior como o do computador.
 - “Já os visitantes, se calhar faria mais sentido utilizar por exemplo um telemóvel ou *tablet*, pois é algo que é portátil e que hoje em dia toda a gente tem. Poderíamos inclusive ter um equipamento cá no museu que os visitantes poderiam utilizar.”.
- Referiram que têm bastante informação guardada para diferentes artefactos, tais como textos, imagens e alguns vídeos, consideram que estes tipos de informação seriam coisas interessantes de serem introduzidas através da plataforma? E conteúdos 3D acham que seria uma boa adição?
- “Toda a informação a introduzir é importante, nós aqui temos guardados algumas fotografias de peixes, alguns sons e vídeos de aves e textos de praticamente tudo aquilo que temos exposto. Texto então é o que sem dúvida temos mais. Portanto estas 3 coisas teria obrigatoriamente que ter.”.
 - “Os conteúdos 3D, não temos ninguém no museu que os consiga fazer, no entanto é sempre algo que é bom ter e que despertaria a atenção do público.”.
 - “Inclusive se existissem outros conteúdos que pudessem ser inseridos seria fantástico, mas o mais importante seria sem dúvida o texto, as imagens e os vídeos, porque é o que temos no museu.”.
- Que aspetos gostariam de conseguir alterar através da plataforma? Talvez tamanhos das imagens e vídeos? Cores? Têm alguma sugestão em concreto?
- “Tudo o que seja possível de alterar é bom, seja tamanhos, cores, a posição, o mais importante seria conseguirmos introduzir a informação e configurá-la de forma a que ficasse apelativa para o visitante.”.
 - “Algo em concreto não sei dizer mas por exemplo era interessante conseguirmos ter vários conteúdos em simultâneo e conseguirmos interagir com estes.”.

B Quadro-resumo com necessidades inferidas

Aspetos mencionados mais relevantes	Necessidades inferidas
Os curadores costumam ter informações textuais, imagens e vídeos relacionados com as peças expostas.	Armazenamento de texto, imagens e vídeos.
Existe muita informação que não consegue ser exposta, devido a falta de espaço.	Armazenar e mostrar grandes quantidades de informação que não é possível mostrar fisicamente.
Atualmente a informação existente é guardada no computador e alguma é utilizada pelos curadores como suporte às visitas guiadas.	Deve ser possível pegar em informação já existente e colocar esta facilmente no sistema.
Existem diferentes faixas etárias de visitantes e existem também bastantes visitantes provenientes de outras nacionalidades.	O sistema deve ser capaz de armazenar e mostrar conteúdos em diferentes idiomas.
Não existem rotas pré-estabelecidas.	Como não existem rotas pré-estabelecidas o sistema não deverá ter preocupações com localização.
Existem diferentes tipos de visitas, sejam com escolas, universidades, turistas, visitantes, visitas marcadas e visitas ocasionais.	O sistema deve permitir criar conteúdos de forma rápida e adaptados a um contexto específico.
É utilizado o feedback dos visitantes “a posteriori” como uma forma de melhoramento.	O sistema deve dar a liberdade de alterar aspetos já efetuados de forma fácil, permitindo uma rápida alteração de conteúdos caso sejam detectados aspetos menos positivos por parte dos visitantes.
As tecnologias devem funcionar como uma forma de completo e não de substituição do museu. A beleza do próprio museu deve ser preservada e deve ser sempre o foco principal.	O sistema deverá atuar como forma de complemento. A realidade virtual pode não ser uma boa opção, pois irá fazer com que o foco não sejam as exposições em si. A realidade aumentada permite complementar sem interferir com a realidade do museu, existindo uma separação entre o real e o digital.
Para criar e editar conteúdos a preferência é o computador. A idade de todos os curadores é superior a 45 anos e os mesmos acham o mesmo mais acessível.	O sistema deve ser construído para computador pois existe uma maior facilidade de manuseamento por parte dos curadores.
Para os visitantes, seria interessante utilizar um telemóvel ou um tablet pois é algo de todos têm. Inclusive poderia ser utilizado um equipamento do próprio museu.	O sistema utilizado pelos visitantes deve ser concebido para plataformas móveis, devido ao fácil acesso que existe dos visitantes a esse tipo de equipamentos.
Todo o tipo de conteúdo a introduzir é favorável. O conteúdo 3D apesar de não existir quem o consiga efetuar seria também uma boa adição para o futuro.	Permitir a possibilidade de inserir conteúdos 3D.
Todo o tipo de personalizações seriam interessantes	Permitir várias personalizações, dando a possibilidade de configurar conteúdos de forma apelativa para o visitante.

Tabela 10. Necessidades inferidas a partir dos aspetos mencionados pelos curadores

C Amostra de curadores que participaram nos estudos

Curador (Identificador)	Idade	Género	Museu onde exerce a profissão	Profissão no museu	Tempo de serviço no museu
C1	47 anos	Feminino	Museu de História Natural do Funchal	Entomóloga e Conservadora	17 anos
C2	45 anos	Feminino	Museu de História Natural do Funchal	Bióloga	10 anos
C3	47 anos	Feminino	Museu de História Natural do Funchal	Bióloga	19 anos
C4	46 anos	Masculino	Museu de História Natural do Funchal	Biólogo	18 anos
C5	58 anos	Masculino	Museu de História Natural do Funchal	Conservador e Diretor	30 anos
C6	46 anos	Feminino	Museu de História Natural do Funchal	Bióloga	7 anos
C7	53 anos	Feminino	Museu “A Cidade do Açúcar”	Responsável e Curadora	16 anos
C8	22 anos	Feminino	Museu “A Cidade do Açúcar”	Curadora (Estagiária) e Estudante de Mestrado em Gestão Cultural	4 meses
C9	39 anos	Feminino	Museu da Quinta das Cruzes	Curadora Serviço Educativo	12 anos

Tabela 11. Descrição da amostra de participantes (curadores)

D Amostra de visitantes que participaram nos estudos

Visitante (Identificador)	Idade	Género	Profissão	Pais de origem
V1	44	Feminino	-	Canadá
V2	28	Feminino	Nutricionista	Polónia
V3	29	Masculino	Barman	Polónia
V4	27	Masculino	Investigador Científico	Portugal
V5	37	Feminino	Professor	Portugal
V6	22	Feminino	Estudante	Portugal
V7	33	Masculino	Estudante	Rússia
V8	17	Masculino	Estudante	Portugal
V9	16	Feminino	Estudante	Portugal
V10	21	Feminino	Estudante	Portugal
V11	31	Feminino	Professor	Reino Unido
V12	33	Feminino	Atriz	Reino Unido
V13	17	Masculino	Estudante	Portugal
V14	25	Feminino	Dona de Casa	Portugal
V15	26	Masculino	Auditoria	Inglaterra
V16	21	Feminino	Estudante	Bélgica
V17	23	Masculino	Logística	Bélgica
V18	55	Masculino	Cientista	Inglaterra
V19	24	Masculino	Desempregado	Portugal
V20	16	Feminino	Estudante	Portugal
V21	57	Masculino	Maquinista	Portugal
V22	52	Feminino	Empregada de Balcão	Portugal
V23	25	Masculino	Contabilista	Bélgica
V24	24	Feminino	Cabeleireira	Bélgica
V25	58	Masculino	Farmacêutico	Portugal
V26	61	Feminino	Professora	Portugal
V27	57	Masculino	Enfermeiro	Alemanha
V28	55	Feminino	-	Alemanha
V29	39	Feminino	Técnica Superior	Portugal
V30	32	Feminino	Investigação Clínica	França
V31	31	Masculino	Investigação Clínica	França
V32	58	Feminino	Reformada	Reino Unido
V33	58	Masculino	Baterista	Reino Unido
V34	47	Masculino	Operador de Câmera	Portugal
V35	42	Feminino	Educadora de Infância	Portugal
V36	29	Feminino	Gestora de Sustentabilidade	Alemanha
V37	27	Masculino	Engenheiro	Alemanha
V38	14	Feminino	Estudante	Portugal
V39	12	Masculino	Estudante	Portugal
V40	44	Feminino	Consultora	Portugal
V41	52	Feminino	Professora 1 ^o Ciclo	Portugal
V42	37	Feminino	-	França
V43	38	Masculino	Desenvolvedor	França
V44	23	Feminino	Estudante	Portugal
V45	20	Feminino	Estudante	Portugal

Tabela 12. Descrição da amostra de visitantes do Museu de História Natural - parte I

Visitante (Identificador)	Idade	Género	Profissão	Pais de origem
V46	45	Masculino	Biologo	Portugal
V47	29	Masculino	Arquiteto	Alemanha
V48	25	Feminino	Estudante	Alemanha
V49	69	Masculino	Professor de Estatística	R. Checa
V50	70	Feminino	Professora	R. Checa
V51	25	Masculino	Desenvolvedor	Inglaterra
V52	25	Feminino	Florista	Reino Unido
V53	39	Masculino	Barman	Portugal
V54	23	Masculino	Designer	França
V55	22	Feminino	Estudante	França
V56	20	Feminino	Estudante	Portugal
V57	37	Masculino	Estudante	Inglaterra
V58	37	Masculino	Técnico de Exercício Físico	França
V59	35	Feminino	Fisioterapeuta	Portugal

Tabela 13. Descrição da amostra de visitantes do Museu de História Natural - parte II

E Resultados análise utilização da plataforma para curadores do Museu de História Natural

– C1:

- Tarefa 1: Criação de um conteúdo interativo
 - * Foi escolhido criar conteúdo relativo a um “Sargo”.
 - * O curador foi capaz de introduzir o nome para o conteúdo sem qualquer dúvida.
 - * O curador definiu o tamanho para o marcador sem qualquer problema.
 - * O curador foi capaz de adicionar o conteúdo de texto e configurar as propriedades do mesmo.
 - * O curador conseguiu carregar vídeos, conteúdo 3D e imagens, utilizando a *interface* para o efeito, sem problemas
 - * O curador conseguiu definir os tamanhos e posições para os conteúdos carregados sem qualquer problema.
- Tarefa 2: Obtenção do *QR Code*
 - * O curador foi capaz de alterar a cor do *QR Code*
 - * Conseguiu obter o *QR Code* sem qualquer questão.
- Tarefa 3: Visualização do conteúdo criado
 - * O curador foi capaz de iniciar a aplicação sem qualquer problema.
 - * O curador conseguiu efetuar o *scan* do *QR Code*.
 - * Inicialmente teve alguma dificuldade em interagir com os conteúdos do código QR, mas passado alguns minutos, familiarizou-se com a *interface*.
 - * “Para mexer é aqui?”
 - * “Ah é utilizando a barra em baixo, tinha-me esquecido.”.
- Tarefa 4: Edição de conteúdo
 - * O curador foi capaz de editar algum do conteúdo criado inicialmente.
 - * O curador alterou o tamanho do texto e organizou o mesmo em diferentes páginas.
 - * O curador removeu as imagens introduzidas inicialmente.
- Tarefa 5: Visualização do conteúdo editado
 - * O curador conseguiu novamente abrir a aplicação sem problemas.
 - * O curador conseguir fazer o *scan* do marcador novamente sem qualquer problema.
 - * Já não existiu qualquer dificuldade em interagir com o conteúdo.
- Tarefa 6: Criação de conteúdo noutra idioma
 - * O curador criou conteúdo para o conteúdo “Sargo”, no idioma alemão.
 - * O curador introduziu texto distinto e imagens distintas do conteúdo em português.

- * O curador conseguiu criar o conteúdo noutra idioma sem qualquer problema.
 - Tarefa 7: Visualização do conteúdo criado em outro idioma
 - * O curador conseguiu novamente abrir a aplicação sem problemas.
 - * O curador conseguiu alterar o idioma da aplicação.
 - * O curador conseguiu fazer o *scan* do marcador novamente sem qualquer problema.
 - * Não existiu qualquer dificuldade em interagir com o conteúdo.
 - * “Agora aparece apenas imagens e texto que é o conteúdo que coloquei para esta língua.”.
 - Tarefa 8: Alteração do tamanho do marcador
 - * O curador conseguiu encontrar a componente que permite alterar o tamanho do marcador.
 - * O curador alterou o tamanho do marcador para um tamanho inferior (de 9 para 6 centímetros)
 - * “Ah ok, agora os que estão a vermelho aqui em baixo são os que vão ser diminuídos (...), faz sentido.”.
 - Tarefa 9: Eliminar o conteúdo
 - * O curador conseguiu eliminar o conteúdo.
 - * “Agora o conteúdo foi eliminado definitivamente, correto?”.
- C2:
- Tarefa 1: Criação de um conteúdo interativo
 - * Foi encontrada a opção que permite criar o conteúdo.
 - * Foi escolhido criar conteúdo relativo a um “Panda Vermelha.”.
 - * O curador foi capaz de introduzir o nome para o conteúdo sem qualquer dúvida.
 - * O curador definiu o tamanho para o marcador sem qualquer problema, introduzindo o valor e não utilizando os botões, após isso voltou a colocar o tamanho padrão (9 centímetros).
 - * O curador foi capaz de adicionar o conteúdo de texto e configurar as propriedades do mesmo.
 - * “No momento em que insiro o texto, ele já fica disponível ou preciso de carregar em algum local para confirmar?”.
 - * Foi detetada alguma dificuldade em manusear o seletor de cor.
 - * O curador consegui carregar vídeos e imagens, utilizando a *interface* para o efeito, sem problemas.
 - * O curador conseguiu definir os tamanhos e posições para os conteúdos carregados sem qualquer problema.
 - * “Isto é intuitivo, basta saber mexer num computador.”.

- Tarefa 2: Obtenção do *QR Code*
 - * O curador encontrou a opção para o efeito.
 - * O curador foi capaz de alterar a cor do *QR Code*.
 - * Foi detetada alguma dificuldade em manusear o seletor de cor.
 - * “O que acontece se for uma cor muito clara para o código?”
 - * Conseguiu obter o *QR Code*.
- Tarefa 3: Visualização do conteúdo criado
 - * O curador foi capaz de iniciar a aplicação sem qualquer problema.
 - * O curador conseguiu efetuar o *scan* do *QR Code*.
 - * Não existiu qualquer dificuldade em interagir com os conteúdos.
 - * “Consigo estar a reproduzir o vídeo e estar a interagir e ver outros conteúdos, isso é bom.”
- Tarefa 4: Edição de conteúdo
 - * O curador foi capaz de editar o conteúdo criado inicialmente.
 - * O curador removeu todo o conteúdo deixando apenas os vídeos e uma imagem.
 - * “É bastante intuitivo.”
 - * “Todos os passos fazem sentido.”
- Tarefa 5: Visualização do conteúdo editado
 - * O curador conseguiu novamente abrir a aplicação sem problemas.
 - * O curador conseguiu fazer o *scan* do marcador novamente sem qualquer problema.
 - * O curador esteve algum tempo a interagir com os conteúdos.
- Tarefa 6: Criação de conteúdo noutra língua
 - * O curador criou o conteúdo “Panda Vermelho”, no idioma espanhol.
 - * O curador introduziu apenas texto para o idioma em espanhol.
 - * O curador não alterou a cor nem o tamanho, deixando propositadamente os valores por defeito.
 - * O curador conseguiu criar o conteúdo noutra língua sem qualquer problema.
- Tarefa 7: Visualização do conteúdo criado em outra língua
 - * O curador conseguiu novamente abrir a aplicação sem problemas.
 - * O curador conseguiu fazer o *scan* do marcador novamente sem qualquer problema.
 - * Não existiu qualquer dificuldade em interagir com o conteúdo.
 - * “O que acontece se não existir conteúdo para o idioma selecionado?”

- * “Ou seja, por defeito, se um conteúdo não existir numa dada língua, por defeito ele utiliza a língua materna do museu, faz sentido.”.

- Tarefa 8: Alteração do tamanho do marcador

- * O curador conseguiu encontrar a componente que permite alterar o tamanho do marcador.
- * O curador alterou o tamanho do marcador para um tamanho inferior (de 9 para 6 centímetros)
- * “Ah ok, mudam todos os que estão superiores ao novo tamanho.”.

- Tarefa 9: Eliminar o conteúdo

- * O curador conseguiu eliminar o conteúdo.
- * “Agora podemos deitar o código fora, pois já não serve, certo?”.

– C3:

- Tarefa 1: Criação de um conteúdo interativo

- * Foi encontrada a opção que permite criar o conteúdo.
- * Foi escolhido criar conteúdo relativo a um “Peixe Balão”.
- * O curador foi capaz de introduzir o nome para o conteúdo sem qualquer dúvida.
- * O curador definiu o tamanho para o marcador sem qualquer problema, introduzindo o valor através dos botões (9,9 centímetros).
- * “Ah podemos colocar logo no mínimo e no máximo, que engraçado.”.
- * “Aqui temos a inserção de texto, aqui vídeos, percebo.”.
- * “Aqui em baixo temos então as propriedades, certo.”.
- * “As propriedades é um pouco como o *word*, brincar com a cor, o tamanho.”.
- * O curador foi capaz de adicionar o conteúdo de texto e configurar as propriedades do mesmo.
- * O curador conseguiu carregar vídeos e imagens, utilizando a *interface* para o efeito, sem problemas.
- * “Ah boa, consigo arrastar diretamente os vídeos para lá.”.
- * O curador conseguiu definir os tamanhos e posições para os conteúdos carregados sem qualquer problema.
- * “Ah sim, isto é intuitivo.”.
- * “Quero ver o resultado final.”.

- Tarefa 2: Obtenção do *QR Code*

- * O curador encontrou a opção para o efeito.
- * “Ah aqui já aparece o tamanho que definimos anteriormente.”.
- * “E aqui posso alterar a cor...”.

- * O curador foi capaz de alterar a cor do *QR Code*.
- * O curador alterou o nome do marcador, sem qualquer dúvida.
- * Conseguiu obter o *QR Code*.
- * “Olha que bonito!”.
- Tarefa 3: Visualização do conteúdo criado
 - * O curador foi capaz de iniciar a aplicação sem qualquer problema.
 - * O curador conseguiu efetuar o *scan* do *QR Code*.
 - * “Ah! Cá está, que engraçado!”.
 - * “Preciso de clicar em algo? Ah ele deteta logo automaticamente.”.
 - * Não existiu qualquer dificuldade em interagir com os conteúdos.
- Tarefa 4: Edição de conteúdo
 - * O curador foi capaz de editar o conteúdo criado inicialmente.
 - * O curador paginou o texto introduzido em 2 páginas diferentes.
 - * “Ou seja, neste caso vamos ter o texto nesta primeira caixa, como texto inicial e depois os parágrafos seguintes noutra página, correto?”.
 - * O curador foi capaz de editar o conteúdo.
 - * “É intuitivo, não é difícil de colocar as definições.”.
 - * “Isto depois podemos ir ‘brincando’ e adicionando conteúdo e mudando definições.”.
- Tarefa 5: Visualização do conteúdo editado
 - * O curador conseguiu novamente abrir a aplicação sem problemas.
 - * O curador conseguiu fazer o *scan* do marcador novamente sem qualquer problema.
 - * “Certo temos aqui o primeiro texto, depois posso alterar para a segunda página que vai ter os restantes textos.”.
 - * “Uma coisa destas aqui no museu é que era giro, os miúdos iam adorar estas coisas.”.
 - * “Isto é giro pelo facto que podemos estar a ver um vídeo e estar em simultâneo, a fazer outra coisa.”.
- Tarefa 6: Criação de conteúdo noutra idioma
 - * O curador decidiu criar o conteúdo “Peixe Balão”, no idioma italiano.
 - * “Ele traduz automaticamente?”.
 - * “Ou seja, aquele conteúdo que introduzimos anteriormente é apenas para português agora vou introduzir conteúdo novo. Se quiser introduzo o mesmo ou posso inserir outro, já percebi.”.
 - * O curador introduziu uma página de texto para o idioma em italiano e um vídeo diferente do utilizado no idioma português.

- * O curador configurou as propriedades e posições sem qualquer dúvida.
 - * O curador conseguiu criar o conteúdo noutra língua sem qualquer problema.
 - Tarefa 7: Visualização do conteúdo criado em outra língua
 - * O curador conseguiu novamente abrir a aplicação sem problemas.
 - * O curador conseguiu fazer o *scan* do marcador novamente sem qualquer problema.
 - * Não existiu qualquer dificuldade em interagir com o conteúdo.
 - * “Isto é mesmo engraçado, os miúdos vão adorar.”.
 - Tarefa 8: Alteração do tamanho do marcador
 - * O curador conseguiu encontrar a componente que permite alterar o tamanho do marcador.
 - * O curador alterou o tamanho do marcador para um tamanho inferior (de 9.9 para 7 centímetros)
 - * “Os conteúdos que estão inferiores a 7, neste caso não se alteram, certo? Apenas os outros.”.
 - Tarefa 9: Eliminar o conteúdo
 - * O curador conseguiu eliminar o conteúdo sem qualquer questão.
- C4:
- Tarefa 1: Criação de um conteúdo interativo
 - * Foi encontrada a opção que permite criar o conteúdo.
 - * Foi escolhido criar conteúdo relativo a um “Panda Vermelho.”.
 - * O curador foi capaz de introduzir o nome para o conteúdo sem qualquer dúvida.
 - * O curador definiu o tamanho para o marcador sem qualquer problema, introduzindo o valor através do teclado (8 centímetros).
 - * O curador foi capaz de adicionar o conteúdo de texto e configurar as propriedades do mesmo, sem qualquer questão.
 - * O curador conseguiu carregar vídeos e imagens, utilizando a *interface* para o efeito, sem problemas.
 - * O curador ficou tentado em pressionar logo no botão criar como forma de “guardar” temporariamente o conteúdo, antes de carregar todos os conteúdos.
 - * O curador conseguiu definir os tamanhos e posições para os conteúdos carregados sem qualquer problema.
 - Tarefa 2: Obtenção do *QR Code*
 - * O curador encontrou a opção para o efeito.
 - * O curador não alterou a cor do *QR Code*.
 - * “A cor podemos deixar a preto, não acho muito relevante mudar a cor.”.

- * O curador alterou o nome do marcador e não teve quaisquer problemas.
- * Conseguiu obter o *QR Code*.
- Tarefa 3: Visualização do conteúdo criado
 - * O curador foi capaz de iniciar a aplicação sem qualquer problema.
 - * O curador conseguiu efetuar o *scan* do *QR Code*.
 - * Não existiu qualquer dificuldade em interagir com os conteúdos.
 - * “No caso dos conteúdos 3D neste caso aparece que não existem porque eu não coloquei inicialmente certo?”
- Tarefa 4: Edição de conteúdo
 - * O curador foi capaz de editar o conteúdo criado inicialmente.
 - * O curador editou o conteúdo colocando novos vídeos e imagens e alterando as posições dos mesmos.
 - * O curador foi capaz de editar o conteúdo.
 - * “Isto não levanta grandes dificuldades, é algo muito instintivo.”
- Tarefa 5: Visualização do conteúdo editado
 - * O curador conseguiu novamente abrir a aplicação sem problemas.
 - * O curador conseguiu fazer o *scan* do marcador novamente sem qualquer problema.
 - * “Não é complicado, claro que as pessoas com uma idade mais avançada provavelmente não vão saber funcionar com a aplicação. No entanto, até já existam algumas pessoas mais idosos assim mais modernas, por isso quem sabe.”
- Tarefa 6: Criação de conteúdo noutra linguagem
 - * O curador decidiu criar o conteúdo “Panda Vermelho”, no idioma inglês.
 - * “Sim aqui é mais ou menos o mesmo certo? Coloco as imagens, os vídeos, o texto e altero a meu gosto.”
 - * O curador introduziu algumas imagens e vídeos distintos para o idioma inglês.
 - * O curador configurou as propriedades e posições novamente, sem qualquer dúvida.
 - * O curador conseguiu criar o conteúdo noutra linguagem sem qualquer problema.
- Tarefa 7: Visualização do conteúdo criado em outra linguagem
 - * O curador conseguiu novamente abrir a aplicação sem problemas.
 - * O curador conseguiu fazer o *scan* do marcador novamente sem qualquer problema.
 - * Não existiu qualquer dificuldade em interagir com o conteúdo.
 - * “É bom porque conseguimos filtrar o conteúdo para diferentes idiomas e acabamos por ficar com menos responsabilidades ao nível da apresentação de conteúdos.”
- Tarefa 8: Alteração do tamanho do marcador

- * O curador conseguiu encontrar a componente que permite alterar o tamanho do marcador.
- * “Vou colocar a 6, porque aqui no museu marcadores muito grandes, penso que será bastante raro, penso que só em alguns casos específicos. Inclusive era bom conseguir fazer marcadores menor do que 6 centímetros.”.
- * “Okey, então neste caso tudo o que for superior a 6 diminui, não é?”.
- * O curador alterou o tamanho do marcador para um tamanho inferior (de 8 para 6 centímetros).

- Tarefa 9: Eliminar o conteúdo

- * O curador conseguiu eliminar o conteúdo sem qualquer questão.

– C5:

- Tarefa 1: Criação de um conteúdo interativo

- * O curador teve alguma dificuldade inicial em encontrar o menu lateral, no entanto conseguiu encontrar sozinho a opção que permite criar o conteúdo.
- * Foi escolhido criar conteúdo relativo à “Freira da Madeira”.
- * “O campo do nome, as 16 letras são mesmo uma limitação ou poderia ser aumentado? Penso que faria sentido ter mais porque por vezes podemos querer colocar o nome científico e com 16 letras acaba sendo impossível.”.
- * O curador foi capaz de introduzir o nome para o conteúdo.
- * O curador definiu o tamanho para o marcador sem qualquer problema, introduzindo o valor através do teclado (6 centímetros).
- * “Posso colocar a quantidade de páginas de texto que quiser correto?”.
- * O curador foi capaz de adicionar o conteúdo de texto e configurar as propriedades do mesmo, embora com algumas dificuldades iniciais, sobretudo na seleção de cor.
- * O curador conseguiu carregar vídeos, imagens e conteúdo 3D, utilizando a *interface* para o efeito, através de *drag-and-drop*, sem problemas.
- * O curador conseguiu definir os tamanhos e posições para os conteúdos carregados sem qualquer problema.
- * “Não é muito complicado, acaba sendo o mesmo procedimento para todos os conteúdos.”.

- Tarefa 2: Obtenção do *QR Code*

- * O curador encontrou a opção para o efeito, sem nenhuma dificuldade.
- * O curador alterou a cor do código sem qualquer dificuldade
- * O curador alterou o nome do marcador e não teve quaisquer problemas.
- * O curador alterou a cor do nome do marcador sem dificuldade.
- * Conseguiu obter o *QR Code*.

- * “Não levanta grandes dúvidas.”
- Tarefa 3: Visualização do conteúdo criado
 - * O curador foi capaz de iniciar a aplicação sem qualquer problema.
 - * O curador conseguiu efetuar o *scan* do *QR Code*.
 - * Não existiu qualquer dificuldade em interagir com os conteúdos.
 - * “Os controlos são bastante acessíveis de perceber.”
 - * “Ao fazer seguinte, se estivemos no último, ele volta ao primeiro correto?”
- Tarefa 4: Edição de conteúdo
 - * O curador foi capaz de editar o conteúdo criado inicialmente.
 - * O curador editou o conteúdo retirando todo o conteúdo, deixando apenas texto.
 - * O curador foi capaz de editar o conteúdo.
 - * “É bastante fácil, no fundo sempre que quisermos alterar alguma coisa, vamos a esta opção.”
- Tarefa 5: Visualização do conteúdo editado
 - * O curador conseguiu novamente abrir a aplicação sem problemas.
 - * O curador conseguiu fazer o *scan* do marcador novamente sem qualquer problema.
 - * “Agora se eu quisesse novamente colocar mais texto, bastava ir ao computador, ir ao editar e introduzir, não é?”
- Tarefa 6: Criação de conteúdo noutra língua
 - * O curador decidiu criar o conteúdo “Freira da Madeira”, no idioma inglês.
 - * O curador introduziu apenas 2 páginas texto para o idioma inglês.
 - * O curador configurou as propriedades e posições novamente, sem qualquer dúvida.
 - * O curador conseguiu criar o conteúdo noutra língua sem qualquer problema.
 - * “Agora na tabela aparece as duas bandeiras dos idiomas que criei, certo estou a perceber.”
- Tarefa 7: Visualização do conteúdo criado em outra língua
 - * O curador conseguiu novamente abrir a aplicação sem problemas.
 - * O curador conseguiu fazer o *scan* do marcador novamente sem qualquer problema.
 - * Não existiu qualquer dificuldade em interagir com o conteúdo.
 - * “É engraçado porque podemos inclusive dar o código ao visitante para ele levar e conseguir interagir com os conteúdos em casa.”
- Tarefa 8: Alteração do tamanho do marcador
 - * O curador conseguiu encontrar a componente que permite alterar o tamanho do marcador.

- * “Neste caso o conteúdo que criei já está no tamanho menor, não existem alterações, mas se, por exemplo, o marcador estivesse a 8 e colocasse a 6 (centímetros), tudo o que tivesse superior a 6 ficava a 6, certo?”.
- * O curador alterou o tamanho do marcador para um tamanho superior (de 6 para 9 centímetros).
- * O curador editou o conteúdo em português colocando conteúdo com tamanho 9
- * O curador editou novamente o tamanho do marcador colocando a 6
- * “Certo, agora o conteúdo que estava a vermelho foi colocado no tamanho do marcador que é 6, já percebi melhor.”.

- Tarefa 9: Eliminar o conteúdo

- * O curador conseguiu eliminar o conteúdo sem qualquer questão.

– C6:

- Tarefa 1: Criação de um conteúdo interativo

- * O curador conseguiu encontrar a opção que permitia criar o conteúdo.
- * Foi escolhido criar um conteúdo relativo a um “Peixe”.
- * O curador conseguiu introduzir o nome se qualquer tipo de dúvida.
- * O curador definiu o tamanho do marcador para 8 centímetros sem nenhum tipo de problemas.
- * O curador demonstrou-se curioso e colocou-se a mexer em todas as propriedades.
- * “Agora para confirmar carregue aqui no final?”.
- * O curador conseguiu efetuar o *upload* de ficheiros sem qualquer problema.
- * O curador efetuou o *upload* de vários ficheiros em simultâneo.
- * “Parece-me bastante simples de trabalhar, nem era necessário qualquer explicação para trabalhar com este sistema.”.

- Tarefa 2: Obtenção do *QR Code*

- * O curador encontrou a opção bastante rapidamente.
- * O curador não alterou a cor do marcador nem do título do marcador.
- * Conseguiu obter o marcador.

- Tarefa 3: Visualização do conteúdo criado

- * O curador de entrar na aplicação móvel sem nenhum problema.
- * O curador foi capaz de fazer o *scan* do conteúdo criado.
- * O curador conseguiu interagir com o conteúdo, alterando os conteúdos a serem exibidos.
- * “É engraçado que consigo andar à volta do código e ver de diferentes ângulos.”.

- Tarefa 4: Edição de conteúdo

- * O curador foi capaz de se dirigir rapidamente à opção de edição de conteúdos.
- * O curador removeu as imagens e colocou um novo parágrafo de texto.
- * “Como é bastante semelhante ao introduzir, não surge grandes dúvidas é como se estivessemos a criar novamente.”.
- * O curador foi capaz de editar o conteúdo.
- Tarefa 5: Visualização do conteúdo editado
 - * O curador conseguiu novamente executar a aplicação sem nenhum problema.
 - * Não existiu qualquer problema a efetuar o *scan* dos conteúdos.
 - * “Os visitantes iam adorar ter uma coisa destas para interagir.”.
- Tarefa 6: Criação de conteúdo noutra idioma
 - * O curador conseguiu encontrar a opção que permite criar um conteúdo noutra idioma.
 - * O curador decidiu criar o conteúdo do “Peixe” no idioma Espanhol.
 - * “Aqui se eu não colocar imagens ou outra coisa qualquer, ele vai usar as que estão do idioma português?”.
 - * O curador efetuou a inserção de todo o conteúdo sem nenhuma dúvida.
 - * O curador conseguiu criar o conteúdo no idioma pretendido sem nenhum problema.
 - * “Uma questão que me surgiu, podemos estar a utilizar o programa em simultâneo? Isto é, vários curadores podem estar a mexer nos conteúdos?”.
- Tarefa 7: Visualização do conteúdo criado em outro idioma
 - * O curador não teve nenhuma dificuldade em abrir a aplicação móvel.
 - * O curador conseguiu visualizar o conteúdo criado.
 - * “Se eu agora voltar atrás e mudar novamente o idioma volto ao conteúdo que vimos antes certo?”.
- Tarefa 8: Alteração do tamanho do marcador
 - * O curador encontrou a encontrar de alteração de tamanho de marcador rapidamente.
 - * “Agora clico aqui e já altera o tamanho?”
 - * O curador alterou o marcador para 7.2 centímetros, utilizando a *interface* para o efeito.
- Tarefa 9: Eliminar o conteúdo
 - * O curador foi capaz de eliminar o conteúdo sem problema.
 - * “Ao eliminar, elimino todos os idiomas certo?”

F Resultados análise utilização plataforma obtidos para curadoras do Museu “A Cidade do Açúcar”

– C7:

- Tarefa 1: Criação de um conteúdo interativo
 - * Foi escolhido criar conteúdo relativo a um “Pratos Faiança”.
 - * O curador foi capaz de introduzir o nome para o conteúdo sem qualquer dúvida.
 - * O curador definiu o tamanho para o marcador como sendo 7 centímetros sem qualquer problema.
 - * “Cada uma destas caixas de texto vai ser uma página de texto certo?”
 - * O curador foi capaz de adicionar o conteúdo de texto e configurar as propriedades do mesmo.
 - * “A posição para os vídeos posso colocar aqui em cima?”.
 - * “Posso colocar as duas imagens ao mesmo tempo?”.
 - * O curador optou por carregar vídeos, conteúdo 3D e imagens, utilizando a *interface* para o efeito, sem nenhum problema identificado.
 - * O curador conseguiu definir os tamanhos e posições para os conteúdos carregados sem qualquer problema, no entanto inseriu o tamanho das imagens superior ao tamanho do marcador e obteve um aviso da *interface*.
 - * “Isto assim é bom que ele mostra as que coisas que temos mal.”.
- Tarefa 2: Obtenção do *QR Code*
 - * O curador não alterou o o nome do marcador.
 - * O curador foi capaz de alterar a cor do código QR.
 - * Conseguiu obter o *QR Code* sem qualquer questão.
- Tarefa 3: Visualização do conteúdo criado
 - * O curador foi capaz de iniciar a aplicação sem qualquer problema.
 - * O curador conseguiu efetuar o *scan* do *QR Code*.
 - * Inicialmente houve alguma dificuldade em localizar a barra inferior que permite interagir com os conteúdos mas entretanto foi possível identificar a mesma sem qualquer ajuda.
 - * “Estava a carregar nas imagens quando era aqui em baixo, tinha me esquecido do que tinhas dito.”.
- Tarefa 4: Edição de conteúdo
 - * O curador foi capaz de editar algum do conteúdo criado inicialmente.
 - * O curador desabilitou os conteúdos 3D.
 - * O curador removeu uma das imagem introduzidas.

- Tarefa 5: Visualização do conteúdo editado
 - * O curador conseguiu novamente abrir a aplicação sem problemas.
 - * O curador conseguiu fazer o *scan* do marcador novamente sem qualquer problema.
 - * Já não existiu dificuldades em interagir com a barra inferior.
- Tarefa 6: Criação de conteúdo noutra idioma
 - * O curador criou conteúdo para o conteúdo “Pratos Faiança”, no idioma inglês.
 - * O curador introduziu apenas texto para o conteúdo em inglês português.
 - * “Se eu agora não colocar imagens, nem vídeos, nem 3D, ele usa o do português?”
- Tarefa 7: Visualização do conteúdo criado em outro idioma
 - * O curador conseguiu novamente abrir a aplicação sem problemas.
 - * O curador conseguiu alterar o idioma da aplicação.
 - * O curador conseguiu fazer o *scan* do marcador novamente sem qualquer problema.
 - * A interação com o conteúdo já foi efetuada bastante naturalmente e sem qualquer problema.
 - * “E se agora eu quiser voltar ao português?”.
- Tarefa 8: Alteração do tamanho do marcador
 - * O curador conseguiu encontrar a componente que permite alterar o tamanho do marcador.
 - * O curador alterou o tamanho do marcador para um tamanho inferior (de 7 para 6 centímetros)
 - * “É bastante engraçado, bom trabalho!”.
- Tarefa 9: Eliminar o conteúdo
 - * O curador conseguiu encontrar a opção para o efeito.
 - * O curador conseguiu eliminar o conteúdo.

– C8:

- Tarefa 1: Criação de um conteúdo interativo
 - * O curador decidiu criar um conteúdo interativo denominado "Pratos Antigo".
 - * O curador optou por colocar os 4 tipos de conteúdos diferentes disponíveis (imagens, vídeos, texto e conteúdo 3D).
 - * O curador definiu o tamanho do marcador como sendo 10 centímetros.
 - * O curador foi capaz de introduzir o texto sem problemas, paginando o mesmo em 3 páginas distintas.
 - * “Se eu colocar duas coisas na mesma posição ele vai me dar um aviso?”.
 - * “Isto está bastante fixe!”.

- * “Isto por acaso é bastante interessante para aqui, porque a maioria das pessoas que vem visitar o museu já têm uma idade mais avançada e isto iria atrair visitantes mais jovens.”
- Tarefa 2: Obtenção do *QR Code*
 - * O curador conseguiu identificar a opção disponível para o efeito.
 - * O curador foi capaz de alterar a cor e o título do marcador.
 - * O curador conseguiu obter o marcador sem qualquer tipo de dúvida.
- Tarefa 3: Visualização do conteúdo criado
 - * O curador foi capaz de inicializar a aplicação sem problemas.
 - * O curador foi capaz de interagir com o conteúdo através do menu inferior.
 - * “Isto é engraçado, parecendo que não, acaba por aumentar o interesse das pessoas porque elas acabam por ter uma novidade que não estão habituadas a ver num museu.”
- Tarefa 4: Edição de conteúdo
 - * O curador foi capaz de encontrar a opção que permite editar o conteúdo.
 - * O curador removendo o conteúdo 3D e uma imagem do mesmo.
 - * O curador foi capaz de editar o conteúdo.
 - * Não existiu qualquer dúvida na edição do conteúdo.
 - * “Imagina, eu fiz alteração, agora tenho que alterar o QRCode novamente?”
 - * “Uma coisa que eu me lembrei, se eu quisesse criar um conteúdo e a minha colega quisesse também, criar conseguimos utilizar as duas a plataforma?”
- Tarefa 5: Visualização do conteúdo editado
 - * O curador foi capaz de inicializar a aplicação móvel novamente sem problemas.
 - * O curador foi capaz de verificar que o conteúdo que removeu tinha efetivamente desaparecido.
 - * “Está engraçado, é interessante porque conseguisse facilmente ir alterar as coisas se não gostarmos.”
- Tarefa 6: Criação de conteúdo noutra língua
 - * O curador optou por criar o conteúdo “Pratos Antigos” em Inglês.
 - * O curador colocou imagens e texto para versão inglesa do conteúdo.
 - * O curador foi capaz de criar o conteúdo noutra língua.
 - * Não existiram dúvidas na criação do conteúdo.
- Tarefa 7: Visualização do conteúdo criado em outra língua
 - * O curador foi capaz de inicializar a aplicação.
 - * Este conseguiu verificar os conteúdos introduzidos para o idioma escolhido.

- * Este foi capaz de interagir com os conteúdos e não teve nenhum tipo de problemas.
- Tarefa 8: Alteração do tamanho do marcador
 - * O curador foi capaz de identificar a opção para o efeito.
 - * “Ah aqui ele diminui automaticamente mas não remove certo?”.
 - * O curador diminuiu o tamanho do marcador sem qualquer problema (de 10 para 7 centímetros).
 - * O curador foi capaz de perceber que o tamanho do marcador foi alterado após este confirmar a alteração.
- Tarefa 9: Eliminar o conteúdo
 - * O curador foi capaz de encontrar a opção de eliminar o conteúdo.
 - * O curador eliminou o conteúdo sem nenhuma dúvida.

G Resultados análise utilização da plataforma para curadora do Museu da Quinta das Cruzes

– C9:

- Tarefa 1: Criação de um conteúdo interativo
 - * Foi escolhido criar conteúdo relativo a um “Livro Antigo”.
 - * A curadora optou por colocar texto, imagens e conteúdo 3D.
 - * A curadora definiu o tamanho do marcador para 7 centímetros.
 - * A curadora introduziu o texto dividido em duas páginas distintas.
 - * “Ah e dá para editar a cor, o tamanho, a posição. Que engraçado!”
 - * “Se eu colocar valores que não sejam permitidos, ele avisa?”
 - * A curadora introduziu as imagens e o conteúdo 3D através de textitdrag-and-drop, sem qualquer dúvida.
- Tarefa 2: Obtenção do *QR Code*
 - * A curadora foi capaz de identificar a opção que permite obter o código QR.
 - * A curadora foi capaz de alterar a cor do marcador.
 - * A curadora não alterou o título do marcador.
 - * A curadora conseguiu obter o marcador sem qualquer tipo de problema.
- Tarefa 3: Visualização do conteúdo criado
 - * A curadora conseguiu iniciar a aplicação móvel sem qualquer dúvida.
 - * A curadora teve algumas dúvidas iniciais na interação com os conteúdos, através do menu inferior.
 - * “Isto é bastante engraçado, penso que os visitantes iriam gostar de ter isto cá.”
- Tarefa 4: Edição de conteúdo
 - * A curadora conseguiu encontrar a opção que permite editar o conteúdo.
 - * A curadora paginou o texto em 3 páginas e diminuiu o tamanho do mesmo, pois este não cabia nas 2 páginas inicialmente colocadas.
 - * A curadora reajustou o tamanho do conteúdo 3D introduzido.
 - * Não existiram dúvidas na edição do conteúdo.
 - * “Eu aqui poderia colocar quantos conteúdos quisesse certo? Pelo que vejo, não existe limite para os conteúdos certo?”
- Tarefa 5: Visualização do conteúdo editado
 - * A curadora foi capaz de iniciar novamente a aplicação móvel sem qualquer problema.
 - * A curadora já foi capaz de controlar os conteúdos sem qualquer dúvida.

- * “Agora depois de editar, já está muito melhor. Isto é bom porque permite que se edite rapidamente sempre que se precise.”
- Tarefa 6: Criação de conteúdo noutra idioma
 - * A curadora conseguiu encontrar a opção que permite criar o conteúdo noutra idioma.
 - * A curadora decidiu criar o conteúdo de “Livro Antigo” no idioma inglês.
 - * A curadora optou por criar o conteúdo do “Livro Antigo” em inglês, colocando texto e imagens.
 - * “Por defeito ele coloca os conteúdos do outro idioma neste idioma se eu não colocar?”
 - * “A curadora conseguiu criar o conteúdo no idioma inglês”.
 - * Não existiram dúvidas relevantes na criação do conteúdo noutra idioma.
- Tarefa 7: Visualização do conteúdo criado em outro idioma
 - * A curadora conseguiu iniciar a aplicação sem problema.
 - * A curadora conseguiu colocar a aplicação móvel no idioma inglês.
 - * A curadora conseguiu interagir com os conteúdos para idioma inglês.
- Tarefa 8: Alteração do tamanho do marcador
 - * A curadora foi capaz de identificar a opção que permite alterar o tamanho do marcador.
 - * A curadora alterou o tamanho do marcador de 7 para 6 centímetros.
 - * “Ou seja se colocar agora a 6, ele vai diminuir estas coisas que estão aqui a vermelho. E o resto fica igual?”
 - * A curadora entendeu que ao diminuir o marcador os conteúdos eram automaticamente diminuídos.
- Tarefa 9: Eliminar o conteúdo
 - * A curadora foi capaz de identificar a opção que permite eliminar o conteúdo.
 - * A curadora eliminou o conteúdo sem qualquer problema.

H Entrevistas efetuadas aos curadores do Museu de História Natural do Funchal

– C1

- Quais as 3 coisas que mais gostou no sistema?
 - * “É bom o facto de podermos colocar vídeos.”.
 - * “É importante conseguir colocar texto, pois, nas etiquetas do museu por norma não cabe muita informação.”.
 - * “A informação a colocar para cada conteúdo acaba por ser infinita (pelo facto de conseguir ser paginada).”.
 - * “Todos os campos utilizadas são uma mais-valia, principalmente o texto, as imagens e o vídeo. O 3D acaba por ser algo mais avançado, no entanto, é sempre bom ter.”.
 - * “Os objetos 3D permitem representar o espécime exatamente da mesma forma quando este está vivo, o que é bastante benéfico.”.
- Quais as 3 coisas que menos gostou no sistema?
 - * “O tamanho das caixinhas limita de certa forma o conteúdo a colocar, apesar de haver sempre a capacidade de paginar.”.
 - * “Algumas pessoas podem não se aperceber que existem mais páginas de conteúdo.”.
 - * “Há uma necessidade de o curador ter que pensar qual o melhor tamanho, o melhor local e os melhores conteúdos a serem colocados, mas acaba por ser algo da responsabilidade do curador.”.
- Que melhorias faria no sistema para este ficar ainda mais apelativo?
 - * “Não apontaria grandes defeitos a melhorar, os campos utilizados são os necessários, é mais uma questão do curador “jogar” com a informação.”.
- Suponhamos que possuía este sistema aqui no museu, após algumas melhorias, usaria o mesmo no seu dia a dia no museu para efetuar exposições interativas? Se sim, porquê? Se não, porquê?
 - * “Sim, perfeitamente, é algo extremamente fácil de utilizar e julgo que me adaptaria.”.
- Outros comentários feitos ao longo da entrevista
 - * “É interessante o facto de podermos, num museu como o nosso, bastante antigo e sem tecnologias, conseguirmos expor diversas informações que atualmente não estão presentes.”.
 - * “Considero que está simples de trabalhar.”.
 - * “Isso também funciona num *tablet* correto?”
 - * “Se for utilizado num *tablet* pode até ter melhores resultados, pois acaba por ficar tudo mais visível.”.

* “Numa visita nunca falamos de todos os espécimes, não há tempo. Acabamos por selecionar os espécimes de uma ou outra *vitrine* e explicamos. Isto acaba por ser uma forma de colmatar essa lacuna.”.

– C2

- Quais as 3 coisas que mais gostou no sistema?
 - * “O facto de conseguirmos ter várias coisas em simultâneo, texto, vídeo, imagens é extremamente benéfico. Faz com que a pessoa tenha vontade de explorar a informação.”.
 - * “Apesar de se calhar não fazer muito sentido ter dois *QR Codes* lado a lado a possibilidade de o conseguir capturar dois conteúdos em simultâneo é bastante interessante.”.
 - * “É um sistema leve, não “massudo” e fácil de utilizar.”.
 - * “Para quem tem crianças ou tem um espírito mais “infantil” como eu, vai adorar estar a procurar marcadores para observar os conteúdos.”.
 - * “Vai com certeza chamar à atenção.”.
- Quais as 3 coisas que menos gostou no sistema?
 - * “Três dificilmente vou-lhe conseguir apontar.”.
 - * “Se calhar não havia a necessidade de conseguir mudar a cor do código QR. No entanto, pode até a vir permitir organizar alguns jogos com as cores, com público mais jovem. Aliás, isso até é ótimo para fazer atividades no museu.”.
 - * “O único aspeto é como lhe disse, poderia haver a capacidade de colocar *links* para conteúdo externo.”.
- Que melhorias faria no sistema para este ficar ainda mais apelativo?
 - * “Seria interessante a possibilidade de colocar *links* para redirecionar para páginas externas, tais como o *website* do museu.”.
 - * “Seria bom ter a possibilidade de alterar o tipo de letra dos conteúdos a serem mostrados. São preciosismos, mas por vezes existem algumas pessoas que gostam.”.
- Suponhamos que possuía este sistema aqui no museu, após algumas melhorias, usaria o mesmo no seu dia a dia no museu para efetuar exposições interativas? Se sim, porquê? Se não, porquê?
 - * “Sim, sem sombra de dúvida, como o sistema é bastante intuitivo, acaba por já ser meio caminho andado para querermos utilizar e criar conteúdo no mesmo.”.
 - * “Acho mesmo uma mais-valia e faz falta entrarmos no século XXI e modernizarmos os museus. Basta dar uma volta pelo mundo e ver como temos que evoluir relativamente a tecnologias.”
- Outros comentários feitos ao longo da entrevista
 - * “Gostei muito, gostei! Espero no futuro conseguir utilizar o sistema para mostrar as algas que normalmente já falo.”.

- * “Sendo assim simples, num museu grande é bom. As coisas quando se complica muito, em museus grandes as dão um passo atrás, pois vão ter imensos exemplares e pensam com quantos vou ter que fazer isto? Neste caso como é bastante fácil as pessoas até ficam tentadas a fazer mais e mais.”.
- * “Como é bastante simples e intuitivo, uma pessoa mais reticente com as tecnologias, mais momento, menos momento acaba por conseguir chegar ao seu objetivo. E acho que isso é mesmo muito bom!”.
- * “Está impecável por ser algo simples de fazer e depois o resultado parecer algo que é complicado.”.

– C3

- Quais as 3 coisas que mais gostou no sistema?
 - * “A facilidade em mexer com todas a funcionalidades.”.
 - * “É intuitivo.”.
 - * “Julguei que haveria algum tipo de limitação ao nível da colocação de conteúdos, mas percebi que não.”.
 - * “Dá perfeitamente para colocar bastante informação e sob vários formatos, texto, vídeos, imagens.”.
 - * “Achei ótimo o facto de várias pessoas conseguirem utilizar o sistema em simultâneo.”.
- Quais as 3 coisas que menos gostou no sistema?
 - * “Acho que não tenho nenhuma.”.
 - * “É a primeira vez que estou em contacto com o sistema e considerei que em termos de informação, de ferramentas, foi tudo muito acessível. Logo não tenho nada de negativo a apontar, pelo menos neste primeiro contacto.”.
 - * “Se calhar ao utilizar o sistema depois com mais frequência poderia surgir, entretanto, algo.”.
- Que melhorias faria no sistema para este ficar ainda mais apelativo?
 - * “Não vejo nada que possa ser melhorado, pelo menos para já. Acredito que satisfaz todas as nossas necessidades.”.
 - * “A única sugestão que faria era se calhar quando um determinado conteúdo está inativo, a aplicação fornecer de alguma forma essa informação ao utilizador e não apenas deixar de mostrar a mesma.”.
- Suponhamos que possuía este sistema aqui no museu, após algumas melhorias, usaria o mesmo no seu dia a dia no museu para efetuar exposições interativas? Se sim, porquê? Se não, porquê?
 - * “Sim, por mim acho que já se poderia aplicar amanhã.”.
 - * “É importante deixarmos de ter o projeto no papel e os museus começarem a se modernizar.”.

- * “O futuro é isto, por mim, aplicávamos já amanhã.”

- Outros comentários feitos ao longo da entrevista

- * “Achei muito engraçado perceber como se faz, como se carrega, como se configura.”

- * “Da forma como está feito o programa, é muito abrangente, permite dar liberdade ao curador de criar coisas engraçadas”.

– C4

- Quais as 3 coisas que mais gostou no sistema?

- * “O sistema para mim, achei muito fácil e intuitivo para carregar os conteúdos.”

- * “Gostei de praticamente tudo.”

- * “É uma ferramenta simples e intuitiva.”

- * “O sistema está feito de tal forma que é muito difícil se conseguir enganar.”

- * “É muito boa a possibilidade de conseguir dispor conteúdo em vários idiomas, pois a existência de vários idiomas é muitas vezes uma dificuldade nos museus.”

- * “Gosto do facto de não ser nada complicado.”

- Quais as 3 coisas que menos gostou no sistema?

- * “Eu gostei de tudo, não houve nada que eu achasse que estava mal estruturado.”

- Que melhorias faria no sistema para este ficar ainda mais apelativo?

- * “Era interessante conseguir introduzir ficheiro áudio, não sei se tal é possível, no entanto, nem sempre é possível ter o áudio de um certo animal, durante a sua captura em vídeo.”

- * “Se calhar adicionava a possibilidade de colocar um código QR menor, o intervalo entre 6 e 12 centímetros, pode por vezes ser muito grande, dependendo dos casos.”

- Suponhamos que possuía este sistema aqui no museu, após algumas melhorias, usaria o mesmo no seu dia a dia no museu para efetuar exposições interativas? Se sim, porquê? Se não, porquê?

- * “Sim, um sistema deste tipo é sempre uma maia-valia.”

- * “Este tipo de sistemas permite atrair público jovem. Por norma os jovens não se sentem atraídos por museu, seria uma boa forma de os cativar a cá virem.”

- Outros comentários feitos ao longo da entrevista

- * “Infelizmente não temos ninguém que consiga produzir conteúdos 3D, mas a opção de colocar esse tipo de conteúdo é sempre uma mais-valia.”

- * “Era interessante criar rotas para jovens onde as peças do museu tivesse conteúdo interativo.”

- * “Gostei imenso! Está um bom trabalho.”

– C5

- Quais as 3 coisas que mais gostou no sistema?

- * “É a facilidade de conseguir mexer no sistema.”.
- * “É um sistema prático, simples. Penso que qualquer pessoa com o mínimo de conhecimento de computadores consegue criar conteúdos.”.
- * “Permite ao visitar saber mais acerca de uma determinada peça que esteja em exibição.”.
- * “É muito interessante a possibilidade de ter a informação sob vários idiomas. Permite trazer um elevado grau de satisfação para os visitantes do museu.”.
- * “É boa a possibilidade de funcionar também num *tablet*, pois permite que pessoas com uma idade mais avançada tenham uma maior facilidade.”.
- * “A utilização do programa é bastante agradável.”.
- Quais as 3 coisas que menos gostou no sistema?
 - * “Não sei se a introdução do texto, funciona da melhor forma, para algumas pessoas o resultado final pode ficar muito pequeno.”.
 - * “A única coisa que considero menos positiva é o tamanho dos códigos QR, era interessante conseguir ter códigos mais pequeno, embora não sei se isso é possível.”.
- Que melhorias faria no sistema para este ficar ainda mais apelativo?
 - * “Seria melhor se calhar quando vamos obter o código QR permitir um maior número de caracteres, pois dessa forma poderíamos, por exemplo, inserir o nome científico do animal.”.
 - * “E depois tem também a questão que lhe falei de diminuir um pouco os *QR Codes* pois para certas situações estes podem ser muito grandes.”.
- Suponhamos que possuía este sistema aqui no museu, após algumas melhorias, usaria o mesmo no seu dia a dia no museu para efetuar exposições interativas? Se sim, porquê? Se não, porquê?
 - * “Sim, eu considero o programa uma mais-valia para o museu, pois permite que o visitante permita obter mais informação sobre as peças expostas.”.
 - * “Não tenho dúvida que esta aplicação é algo que seria muito bem-visto aqui no museu.”.
- Outros comentários feitos ao longo da entrevista
 - * “É extremamente importante ter este tipo de aplicações para que não se encha o museu com informação. Assim apenas quem quiser essa informação consegue consultar a mesma e assim saber mais.”.
 - * “O programa está simples, é extremamente fácil de perceber, julgo que qualquer pessoa consegue utilizar o mesmo. Eu pelo menos não tive qualquer dificuldade.”.

– C6

- Quais as 3 coisas que mais gostou no sistema?
 - * “Acho intuitivo e fácil de utilizar”
 - * “Penso que qualquer pessoa consegue utilizar, não é necessário grande experiência.”.

- * “Acho que tem tudo o que é preciso, tem vídeos, tem texto (...), depois é uma questão de escolhermos a informação.”
- Quais as 3 coisas que menos gostou no sistema?
 - * “Não existe assim nada que não tivesse gostado.”
 - * “Não é bem um não gostar, mas acho que era engraçado ter a possibilidade de ver conteúdo fora do código QR, a interagir conosco no próprio museu, mas também não sei se isso é possível.”
- Que melhorias faria no sistema para este ficar ainda mais apelativo?
 - * “Tirando aquilo que já referi, não vejo nada a melhorar, mas isso também provavelmente depois é algo que iríamos sugerindo com o tempo e com a utilização.”
 - * “Para já acho que está bastante bom e está simples de utilizar.”
- Suponhamos que possuía este sistema aqui no museu, após algumas melhorias, usaria o mesmo no seu dia a dia no museu para efetuar exposições interativas? Se sim, porquê? Se não, porquê?
 - * “Sim claro, acho que o sistema convida a querermos introduzir várias coisas por não ser difícil de utilizar.”
 - * “Acho que faz falta inovar e introduzir estas coisas para chamar as pessoas, por norma muitas pessoas apenas vêm ao museu quando o tempo lá fora não está agradável, e era bom conseguirmos mudar isso.”
- Outros comentários feitos ao longo da entrevista
 - * “Desconfio que vá ter alguém que tenha dúvidas a mexer neste sistema, eu não tenho muito jeito com tecnologias e safei-me bem.”
 - * “A ideia é depois termos este sistema aqui no museu?”

I Entrevistas efetuadas às curadoras do Museu “A Cidade do Açúcar”

– C7

- Quais as 3 coisas que mais gostou no sistema?
 - * “Gostei muito da ideia e do propósito da aplicação.”
 - * “Gostei da tridimensionalidade e de conseguirmos interagir com os objetos”.
 - * “Gostei também do facto de termos bastantes opções para personalizar, isso faz com se consiga colocar a informação ao nosso gosto.”.
 - * “E gostei também da facilidade com que se consegue mexer, acho que é algo fácil de se adaptar.”.
 - * “Ah! Gostei também da parte de conseguirmos lidar facilmente com várias línguas.”.
- Quais as 3 coisas que menos gostou no sistema?
 - * “Acho que seria bom colocar uma maior quantidade de caracteres para os títulos dos conteúdos”
 - * “De resto não consigo apontar mais nenhum defeito, está simples de trabalhar e é intuitivo.”.
- Que melhorias faria no sistema para este ficar ainda mais apelativo?
 - * “Seria interessante conseguir ter uma espécie de subgrupos de conteúdos, por exemplo, ter texto relativo a dimensões, texto relativo a curiosidades, percebes?”.
- Suponhamos que possuía este sistema aqui no museu, após algumas melhorias, usaria o mesmo no seu dia a dia no museu para efetuar exposições interativas? Se sim, porquê? Se não, porquê?
 - * "Eu usaria sem dúvida aqui no espaço do museu.”.
 - * “É uma ferramenta bastante engraçada e diferente para usar no museu.”
 - * “Ia permitir acrescentar outras especificidades que não temos espaço para colocar.”.
 - * “Aqui no museu não tenho muito espaço para colocar painéis e então era uma forma de colocar mais informação sem ocupar muito espaço.”.
- Outros comentários feitos ao longo da entrevista
 - * “O projeto está bastante engraçado.”.
 - * “Isto iria ajudar sem dúvida aqui no museu.”.
 - * “Adorei, podes dizer ao teu orientador que gostei muito e é uma ideia bastante interessante.”.

– C8

- Quais as 3 coisas que mais gostou no sistema?
 - * “Gostei do facto de ser bastante interativo.”.
 - * “Gostei também pelo facto de ser acessível e fácil de utilizar.”.

- * “Gostei bastante do projeto em geral. A parte 3D está bastante interessante pelo facto de termos o marcador fixo e conseguirmos andar à volta do mesmo e ver de diferentes perspetivas. Na maioria das aplicações tu deslocas-te e o objeto vai contigo, parece que o conteúdo está trancado ao ecrã, aqui isso não acontece.”.
- * “Gostei do facto de conseguirmos personalizar tudo da maneira que quisermos.”.
- Quais as 3 coisas que menos gostou no sistema?
 - * “Acho que não teve nada que não gostasse, não consigo lembrar-me de nada”.
- Que melhorias faria no sistema para este ficar ainda mais apelativo?
 - * “Se calhar a única melhoria seria introduzir, outras categorias de conteúdos, por exemplo, jogos, questionários, percebes? Outros tipos de conteúdos para além das imagens, vídeos, texto e 3D. Mas está excelente, o que já tem já permite fazer imensas coisas.”.
- Suponhamos que possuía este sistema aqui no museu, após algumas melhorias, usaria o mesmo no seu dia a dia no museu para efetuar exposições interativas? Se sim, porquê? Se não, porquê?
 - * “Sim, sem dúvida, iria ser a primeira coisa que eu iria fazer.”.
 - * “Como é bastante fácil de trabalhar conseguíamos meter os conteúdos rapidamente na plataforma.”.
 - * “Nós aqui temos áudio-guias e as pessoas aderem, isso seria outra forma de conseguir cativar as pessoas e ia-lhes despertar o interesse.”.
 - * “A maioria das pessoas não tem curiosidade de vir ao museu se só tiverem acesso a livros e *posters* para ler, mas se tiverem assim coisas novas vão se sentir mais atraídas.”.
- Outros comentários feitos ao longo da entrevista
 - * “Ah que giro!”.
 - * “Gostei muito deste projeto, acho que ia trazer mais alegria ao museu.”.
 - * “É bastante fácil de mexer e perceber.”.
 - * “Não é mesmo nada difícil.”.
 - * “Acho que qualquer pessoa que utilize o computador apenas como *hobby*, ver notícias, aceder a redes sociais, iria conseguir utilizar a plataforma, está tudo bastante explícito é apenas uma questão de ler as informações. Uma pessoa que quer editar, não vai eliminar, até tem os bonequinhos a informar o que faz cada ação.”.

J Entrevista efetuada à curadora do Museu da Quinta das Cruzes

– C9

- Quais as 3 coisas que mais gostou no sistema?
 - * “Gostei muito pelo facto de ser intuitivo.”
 - * “Gostei da multiplicidade de suportes, temos texto, imagens, vídeos, conteúdos 3D e todos eles estão bem integrados na ferramenta.”
 - * “A usabilidade é bastante elevada. O acesso é fácil e o uso por parte do visitante também parece-me ser bastante simples.”
- Quais as 3 coisas que menos gostou no sistema?
 - * “A parte do texto, penso que existe uma pequena dificuldade em saber quando é que um conjunto de texto cabe efetivamente no tamanho introduzido e acaba por ter que ser por tentativa erro.”
 - * “Era interessante conseguir construir o objeto 3D aqui na plataforma, através de várias imagens, embora saiba que isso já recai um pouco noutra área que não esta. No entanto pensei que a plataforma iria permitir isso.”
 - * “Não consigo me lembrar de mais nada que não tenha gostado...”
- Que melhorias faria no sistema para este ficar ainda mais apelativo?
 - * “Se calhar introduziria algumas indicações onde fizesse corresponder as diferentes dimensões de altura, largura e profundidade dos conteúdos com o marcador. Para algumas pessoas isso é trivial, no entanto para outras isso iria lhes facilitar muito a vida na hora de introduzir os conteúdos.”
 - * “Como referi antes, seria interessante ter uma zona na aplicação que poderia até ser especialmente feita para este efeito, onde o curador pudesse introduzir várias imagens de um determinado conteúdo e conseguiu-se gerar um conteúdo 3D daquele objeto. Isto era importante porque muitos museus não têm ninguém especializado que consiga desenvolver modelos 3D.”
- Suponhamos que possuía este sistema aqui no museu, após algumas melhorias, usaria o mesmo no seu dia a dia no museu para efetuar exposições interativas? Se sim, porquê? Se não, porquê?
 - * “Sim, sem duvida, isto traz-nos a possibilidade de mostrar mais informação sobre um objeto sem a necessidade de existir muita interferência visual.”
 - * “Um problema recorrente nos museus é o equilíbrio entre a informação e a exposição permanente.”
 - * “Ao termos informação através de suporte digital traz-nos imensas possibilidades e conseguimos que essa informação acabe por ocupar muito pouco espaço.”
- Outros comentários feitos ao longo da entrevista
 - * “Isto poderia ser aplicado facilmente e tem bastante pertinência.”

- * “Está tudo muito bem construído.”
- * “Achei fantástica a possibilidade de ter o conteúdo em várias línguas.”
- * "E faz sentido a possibilidade de ter diferentes conteúdos para diferentes línguas, dá a liberdade do curador decidir aquilo que quer colocar. Temos o exemplo de um vídeo que por acaso temos aqui no museu, que só está disponível em português. Nesse caso para os visitantes portugueses poderíamos introduzir o vídeo enquanto para o restantes introduziríamos apenas texto e imagens.”
- * “Gostei bastante, está de parabéns!”

K Resultados *System Usability Scale* para curadores do Museu de História Natural do Funchal

Pergunta	Curador (Identificador)													
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C1	C2	C3	C4	C5	C6		
	Posição						Contribuição							
1	Acho que gostaria de utilizar este produto com frequência.		4	5	5	4	4	5	3	4	4	3	3	4
2	Considerei o produto mais complexo do que necessário.		2	1	2	1	2	1	3	4	3	4	3	4
3	Achei o produto fácil de utilizar.		5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
4	Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este produto.		3	3	2	1	1	1	2	2	3	4	4	4
5	Considerei que as várias funcionalidades deste produto estavam bem integradas.		4	5	5	4	4	5	3	4	4	3	3	4
6	Achei que este produto tinha muitas inconsistências.		2	1	1	1	2	1	3	4	4	4	3	4
7	Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto.		4	5	5	5	3	5	3	4	4	4	2	4
8	Considerei o produto muito complicado de utilizar.		2	1	1	1	1	1	3	4	4	4	4	4
9	Senti-me muito confiante a utilizar este produto.		4	5	4	5	5	5	3	4	3	4	4	4
10	Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com este produto.		2	1	1	1	1	1	3	4	4	4	4	4
Resultados (Soma)								30.0	38.0	37.0	38.0	34.0	40	
Resultado da System Usability Scale								75.0	95.0	92.5	95.0	85.0	100	

Tabela 14. Resultados *System Usability Scale*, para curadores do Museu de História Natural do Funchal

L Resultados *System Usability Scale* para curadoras do Museu “A Cidade do Açúcar”

Pergunta		Curador (Identificador)			
		C7	C8	C7	C8
		Posição		Contribuição	
1	Acho que gostaria de utilizar este produto com frequência.	5	5	4	4
2	Considereí o produto mais complexo do que necessário.	1	1	4	4
3	Achei o produto fácil de utilizar.	5	5	4	4
4	Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este produto.	3	1	2	4
5	Considereí que as várias funcionalidades deste produto estavam bem integradas.	4	5	3	4
6	Achei que este produto tinha muitas inconsistências.	2	1	3	4
7	Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto.	4	4	3	3
8	Considereí o produto muito complicado de utilizar.	2	1	3	4
9	Senti-me muito confiante a utilizar este produto.	5	5	4	4
10	Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com este produto.	3	1	2	4
Resultados (Soma)				32.0	39.0
Resultado da System Usability Scale				80.0	97.5

Tabela 15. Resultados *System Usability Scale*, para as curadoras do museu “A Cidade do Açúcar”

M Resultado *System Usability Scale* para curadora do Museu da Quinta das Cruzes

Pergunta		Curador (Identificador)	
		C9	C9
		Posição	Contribuição
1	Acho que gostaria de utilizar este produto com frequência.	5	4
2	Considere o produto mais complexo do que necessário.	2	3
3	Achei o produto fácil de utilizar.	5	4
4	Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este produto.	2	3
5	Considere que as várias funcionalidades deste produto estavam bem integradas.	5	4
6	Achei que este produto tinha muitas inconsistências.	2	3
7	Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto.	4	3
8	Considere o produto muito complicado de utilizar.	2	3
9	Senti-me muito confiante a utilizar este produto.	5	4
10	Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com este produto.	1	4
Resultados (Soma)			35.00
Resultado da System Usability Scale			87.50

Tabela 16. Resultado *System Usability Scale*, para a curadora do Museu da Quinta das Cruzes

N Resultados da *Museum Experience Scale*

Visitante (Identificador)	Envolvimento					Conhecimento/ Aprendizagem					Experiência Significativa					Conexão Emocional				
V1	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	5	4	5	5	5	4	4	5	4	5
V2	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	3	4	5	5
V3	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	3	4	5	5	4	4	4	5	3	5
V4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5
V5	4	4	5	4	4	3	4	4	5	5	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4
V6	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	2	3	3	4	1	4	4	4	4
V7	4	4	4	4	4	3	4	5	3	4	4	1	5	4	5	5	4	5	5	4
V8	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
V9	5	5	5	3	4	5	5	4	4	5	5	1	5	4	5	1	2	5	3	5
V10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	4	4	5	5	4
V11	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	3	3	3	2	4
V12	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	3	4	5	4	3	3	5	4	4
V13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	4	5	5	5	5	5
V14	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	4	3	5	4	5	4	5	3	4	4
V15	5	4	4	4	3	3	4	5	5	4	4	4	4	4	5	3	2	2	3	3
V16	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	3	3	5	5	3	2	4	4	4	5
V17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	3	5	4	4
V18	5	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	2	2	2	1	2
V19	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	1	5	5	5	5	3	5	5	5
V20	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	3	5	3	5	2	4	5	5	4
V21	4	4	5	3	4	4	4	5	4	5	4	3	4	5	4	5	4	4	4	3
V22	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	1	3	1	3	3	1	4	1	3
V23	4	5	4	5	3	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	3	4	3	4	4
V24	3	4	3	4	3	2	4	4	4	4	3	4	3	3	3	2	2	3	2	3
V25	4	4	5	3	4	4	4	5	4	5	3	4	3	4	3	3	2	3	4	4
V26	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4
V27	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5
V28	5	5	5	4	4	5	5	4	5	3	5	4	4	3	4	4	4	3	4	4
V29	5	3	5	3	4	5	5	4	4	5	4	1	3	5	5	5	3	5	4	4
V30	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	3	5	5	3	3	5	4	1	3
V31	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	2	4	3	4	4	4	5	3	4
V32	4	4	4	4	3	4	4	3	3	5	2	2	4	3	4	2	2	3	1	2
V33	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	3	5
V34	5	4	4	4	5	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	5	4	4	4	4
V35	5	5	5	5	4	5	5	3	5	4	4	1	5	4	4	5	4	2	4	4
V36	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	3	3	5	5	5	3	4	5	4	4
V37	5	5	5	3	4	4	4	5	4	5	4	3	5	5	4	3	3	5	3	4
V38	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	3	5	4	5	3	5	5	5	5
V39	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	3	5	5	5	4	4	5	4	5
V40	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	3	5	5	5	3	4	4	5	5
V41	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	4	5	4	5
V42	4	4	3	2	2	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	1	3
V43	3	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	3	4	5	4	5
V44	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	4	4	5	5	5	4	3	5	5	5
V45	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	3	4	4	4	3	3	4	5	5

Tabela 17. Resultados *Museum Experience Scale* - parte I

Visitante (Identificador)	Envolvimento					Conhecimento/ Aprendizagem					Experiência Significativa					Conexão Emocional				
V46	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	2	4	5	5	5	2	3	4	3
V47	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4	3	3	4	2	4
V48	5	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	3	5	3	3	5
V49	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	3	3	5	4	1	3	5	3	4
V50	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	3	3	5	4	1	3	5	3	4
V51	5	5	4	5	3	4	5	5	5	5	4	4	3	4	3	2	2	3	5	4
V52	5	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	3	4	5	5	5
V53	5	4	5	4	4	4	3	4	4	5	4	3	4	4	4	5	3	2	5	4
V54	5	5	5	4	5	5	3	4	5	5	3	3	3	5	5	3	2	5	5	5
V55	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	4	3	3	5	5	3	2	5	4	5
V56	4	5	4	5	3	5	5	5	5	5	4	2	3	4	5	1	4	4	4	3
V57	4	4	5	4	3	5	5	4	4	5	2	2	5	4	5	1	3	3	3	2
V58	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4
V59	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	3	3	4	3	3

Tabela 18. Resultados *Museum Experience Scale* - parte II

O Resultados índice de retenção dos visitantes

Visitante (Identificador)	Tempo despendido com os artefactos (em segundos)			
	Bodião	Bis-bis	Cagarra	Calcamar
V1	56	80	75	66
V2	67	62	62	48
V3	52	57	57	68
V4	83	152	109	132
V5	80	75	67	212
V6	77	159	96	73
V7	59	197	89	152
V8	41	49	81	59
V9	65	42	75	49
V10	98	48	58	62
V11	54	68	56	65
V12	108	63	78	48
V13	102	52	84	57
V14	93	85	58	63
V15	74	88	55	81
V16	64	84	64	65
V17	57	72	81	59
V18	107	149	178	63
V19	43	48	83	69
V20	83	62	66	118
V21	75	57	61	50
V22	58	80	49	81
V23	115	87	102	48
V24	46	70	57	62
V25	111	74	56	72
V26	82	59	78	86
V27	76	95	52	62
V28	62	58	67	72
V29	92	65	52	57
V30	104	156	147	63
V31	63	81	78	102
V32	83	88	63	58
V33	59	76	71	48
V34	49	83	106	53
V35	62	99	77	57
V36	129	65	83	55
V37	57	91	81	64
V38	76	78	68	57
V39	85	89	75	62
V40	97	102	94	54
V41	91	81	102	52
V42	78	108	134	61
V43	81	103	62	57
V44	83	59	68	50
V45	53	70	61	51

Tabela 19. Resultados análise tempo de retenção - parte I

Visitante (Identificador)	Tempo despendido com os artefactos (em segundos)			
	Bodião	Bis-bis	Cagarra	Calcamar
V46	70	81	118	56
V47	97	115	124	71
V48	72	62	118	59
V49	83	133	128	67
V50	63	83	80	62
V51	102	127	137	58
V52	96	66	87	63
V53	75	95	112	57
V54	64	80	72	57
V55	97	100	62	51
V56	56	117	117	62
V57	61	81	83	52
V58	61	72	52	51
V59	72	81	96	67

Tabela 20. Resultados análise tempo de retenção - parte II

P Aspectos referidos pelos visitantes

– V1

- “Que engraçado, conseguimos ouvir o vídeo e estar a ver o resto dos conteúdos”.
- “Acho que é uma excelente ideia, os museus precisam de se modernizar, falando por mim pelo menos nunca tinha visitado nenhum museu com coisas deste género.”
- “Uma coisa que senti falta foi a capacidade de ter o conteúdo fixo, sem ser necessário estar constantemente a apontar, acho que isso ia trazer uma maior comodidade.”.

– V2

- “Achei muito engraçado e o facto de ser os curadores a inserir esta informação é bastante bom.”.
- “Uma coisa que eu senti falta foi conseguirmos clicar nos conteúdos para seleccionar o menu inferior, assim deixava de ser necessário estar a deslizar o menu.”.
- “Mas acho muito engraçado, e penso que é uma boa adição ao museu.”.

– V3

- “Muito bom, muito bom, gostei principalmente dos vídeos, permitem dar vida ao museu, o facto de ter som faz com que se sinta algo totalmente diferente.”.
- “Era também boa ideia se calhar conseguirmos efetuar o *scan* de um conteúdo e depois deixar de necessitar de estar apontando para o conteúdo. Para mim não é muito incomodo mas para pessoas com mais alguma idade, fica um pouco dificultado, sobretudo se o código estiver em locais de difícil acesso.”.

– V4

- “Gostei bastante, nada a apontar, achei fácil, achei que é algo que é bom para o museu porque permite termos informação infinita.”.
- “Gostei de saber que o museu está a apostar em tecnologia, a tecnologia agora é o futuro.”.

– V5

- “Achei bastante interessante.”.
- “Como professora penso que as crianças iam adorar, sobretudo vídeos que tenham sons dos animais. Num museu muitas vezes é difícil imaginar como são os animais no seu *habitat* e desta forma conseguimos perceber melhor.”.
- “A única coisa que me fez um pouco de confusão ao início foi como podia ver melhor os conteúdos. Estamos habituados a utilizar dois dedos para aproximar e neste caso basta se aproximar.”.

– V6

- “Não tenho assim nada a apontar, achei engraçado e achei intuitivo de utilizar.”.
- “A única coisa que se calhar mudava era conseguirmos clicar nos conteúdos para seleccionar em vez de estarmos a arrastar, ficava mais intuitivo.”.

– V7

- “Achei muito bom, acho que é algo que é preciso.”
- “Não achei nada complicado de utilizar.”
- “Foste tu que fizeste toda a plataforma?”

– V8

- “Eu gostei, era algo que eu usava se tivesse nos museus.”
- “Achei fácil de mexer e o menu de baixo também achei simples de perceber como funciona.”

– V9

- “Achei interessante o conceito, no entanto havia um pouco de texto a mais, acabei por não ler muitas das coisas que la estavam.”
- “O que gostei mais foram os vídeos, pena que existiam poucos.”

– V10

- “Eu achei muito bom, gostei do facto de conseguirmos controlar as coisas que são mostradas.”
- “Muitas vezes a informação que está nas placas dos objetos museu é muito pouca e assim consegue-se ter noção de outras coisas que nem sequer imaginamos.”

– V11

- “Eu gostei, a única coisa que acho que faria sentido e não se conseguia fazer era conseguirmos carregar num determinado conteúdo e esse conteúdo ficar em tela cheia. Por exemplo carregávamos no texto e ficávamos com o texto a ocupar todo o ecrã e depois quando acabássemos conseguíamos voltar atrás.”
- “Não vejo outra coisa que pudesse ser melhorada, acho que funciona bem da forma que está.”

– V12

- “Ao início não estava a perceber muito bem como é que seleccionava os conteúdos, pensei que era carregando em cima, mas depois de perceber foi simples.”
- “Gostei sobretudo dos vídeos e das imagens, faz com que se consiga ter uma noção de como é o animal no seu *habitat*.”

– V13

- “Eu gostei da forma como se interagia com as coisas.”
- “Gostei também dos vídeos.”
- “Acho que está uma coisa simples de utilizar e acho que permite que se consiga ter muita informação se a pessoa estiver disposta a consultar.”

– V14

- “Achei engraçado, eu vivo na Inglaterra com o meu namorado e la pelo menos dos museus que visitei nunca vi assim coisas deste género.”

– V15

- “Eu gostei, apesar de ter tido alguns problemas no início, que os conteúdos não estavam a aparecer.”.
- “Gostei sobretudo dos vídeos, a informação de texto achei um pouco excessiva. Não havia necessidade de ter tanto texto, até porque texto o próprio museu já tem.”.

– V16

- “Eu gostei de tudo, acho que é uma boa forma de cativar as pessoas.”.
- “Eu por exemplo vi quando estavas a fazer com outra pessoa e comentei com o meu namorado que queria experimentar a ver o que era.”.

– V17

- “Ao início não percebi muito bem que era através do menu inferior que se controlava, mas de resto correu bem.”.
- “Gostei do conteúdo que vi, principalmente dos vídeos e das imagens. Alguns animais que aqui estão nós acabamos por não ter noção de como é que eles são quando estão na natureza. Com os vídeos e as imagens consegue-se perceber isso.”.
- “O texto não gostei muito, acho que existia muito conteúdo e acaba por não encorajar à leitura.”.

– V18

- “Acho que fazia falta uma forma de prender os conteúdos. Pessoalmente com 55 anos fica difícil de estar a ler e ter que estar a apontar constantemente para o código.”.
- “Outro aspeto que acho que faria sentido era conseguirmos aproximar o conteúdo sem termos que nos movimentar. Uma vez que o código tem que estar visível torna-se complicado aproximar e manter o mesmo em exibição.”.

– V19

- “Acho que é uma boa ideia, eu gostei da forma de mexer e de utilizar.”.
- “Gostei também do facto de podermos nos podermos aproximar para vermos melhor as coisas.”.

– V20

- “Eu gostei, acho que não é difícil de utilizar.”.
- “Penso que o pessoal mais jovem, consegue facilmente perceber como funciona, embora haja alguma interações que não seja muito naturais como por exemplo o não conseguirmos clicar num determinado conteúdo para selecionar e termos que deslizar o menu inferior.”.

– V21

- “Gostei da experiência, mas acho que algumas coisas têm que ser afinadas.”.
- “Para quem tem já falta de vista como eu, era interessante ter uma forma de conseguirmos ler o conteúdo com maior facilidade, caso contrário acabamos por não conseguir ler.”.
- “Mas de resto achei bastante interessante porque nunca tinha visto nada do género.”.

– V22

- “Achei interessante o conceito, mas penso que é capaz de ter mais popularidade entre os mais novos, que têm mais perícia com estas coisas.”.
- “Eu tive alguma dificuldade em manusear a aplicação inicialmente mas depois acabei por me acostumar.”.

– V23

- “Gostei da interação, acho que é simples de mexer e é interessante para quem quer saber mais sobre um determinado animal.”.
- “Gostei sobretudo dos conteúdos da cagarra, em especial o vídeo, achei o som que ela faz bastante engraçado.”.

– V24

- “Eu gostei, embora ache que deveria existir uma forma de não necessitarmos de estar sempre a apontar para o código.”.
- “Por exemplo o calcamar como estava num posição assim mais baixa acaba por ser um pouco incomodo ter que estar sempre a apontar para o código naquela posição.”.

– V25

- “Achei muito interessante, mas acho que deveria haver uma forma de conseguirmos carregar nos conteúdos, por exemplo num vídeo e o vídeo ficar em tela cheia.”.
- “Para além disso também era bom conseguirmos efetuar o *scan* uma única vez e posteriormente conseguirmos nos afastar mais, não sendo necessário estar sempre na mesma posição a apontar.”.

– V26

- “Eu achei curioso, nunca tinha visto nada deste género em museus.”.
- “Na minha opinião está bem conseguido, no entanto o texto, pelo menos para mim tornou-se um pouco difícil de ler. Era bom termos uma forma de o conseguir aproximar.”.

– V27

- “Eu gostei bastante, achei bastante interessante a forma como conseguíamos controlar os vídeos e os restantes conteúdos.”.
- “Penso que para quem gosta de ter acesso a mais informação funciona bastante bem.”.

– V28

- “De uma maneira geral acho que está bom.”.
- “O único reparo que faço é relativamente ao texto, achei que tinha algum excesso de conteúdo e para algumas pessoas acredito que seja difícil de ler.”.

– V29

- “Achei a aplicação fácil de trabalhar e achei interessante a ideia de termos conteúdo adicional que podemos ver com o telemóvel.”.

- “Atualmente toda a gente tem telemóvel o que faz com que seja uma boa forma de dar acesso aos conteúdos.”
- V30
- “Achei interessante, não conhecia alguns dos animais que vi e é engraçado o facto de pensarmos uma determinada coisa e depois ao ver o vídeo ver que não é bem assim.”
 - “É uma excelente ideia para ter num museu, a ideia depois era complementar todas as peças?”
- V31
- “Eu gostei e achei curioso o facto de conseguirmos ter vários conteúdos em simultâneo e conseguirmos navegar entre eles.”
 - “Na França já fui a um museu onde existia uns ecrãs/*tablets* e onde cada artefacto tinha um número depois basicamente o que fazíamos era colocávamos esse número e o *tablet* dava-nos informações acerca da peça.”
 - Mas desta forma acaba sendo mais engraçado porque obriga-nos a nos deslocarmos até ao local e apontar o telemóvel para o objeto.”
- V32
- “Eu achei um pouco complicado de ver os conteúdos, sobretudo o texto. Acho que está um pouco pequeno.”
 - “Eu uso óculos e não os trouxe, mas mesmo com óculos, acredito que esteja pequeno para pessoas mais velhas.”
 - “Além disso o facto de termos que estar sempre a apontar para o código também dificulta um pouco as coisas.”
- V33
- “Eu gostei da experiência.”
 - “Achei interessante o facto de conseguirmos ouvir o som de alguns animais, através dos vídeos.”
 - “Acho que está bem conseguido.”
- V34
- “Achei engraçado, mas tive alguma dificuldade porque como é necessário estar a apontar constantemente o telemóvel para o código às vezes mexia o braço e o conteúdo desaparecia e tinha que voltar a apontar.”
 - “Acho que é uma boa forma de transmitir informação mas precisa ainda de alguns pequenos retoques.”
- V35
- “Acho que é uma boa ideia e que com certeza chama a atenção das crianças.”
 - “Achei uma boa experiência.”
- V36

- “Achei muito interessante e gostei de ver os vídeos.”
 - “Acho que o que fazia falta era no menu inferior termos uma indicação de quantos conteúdos temos um determinado tipo. Por exemplo onde refere controlos de vídeos ter a indicação a dizer de 1 de 3 ou 3 de 4 para a pessoa saber em qual é que se encontra.”
- V37
- “Eu gostei, não tenho assim nada a apontar.”
 - “Acho que é uma boa maneira de da ter uma experiência diferente no museu, normalmente a pessoas estão à espera de apenas olhar para as coisas, assim temos alguma interação que nos permite ver coisas que outras pessoas não conseguem ver.”
- V38
- “Eu gostei bastante e achei fácil de ver as coisas.”
- V39
- “Eu gostei de ver os vídeos e de ler algumas curiosidades dos animais.”
 - “Não achei muito difícil.”
- V40
- “Foste tu que fizeste isto do zero?”
 - “Eu achei engraçado o facto de conseguirmos apontar o telemóvel e o conteúdo aparecer sobre o código.”
 - “Acho que é algo que tem potencial.”
- V41
- “Achei interessante conseguirmos ter acesso a novos conteúdo utilizando o telemóvel.”
 - “Eu sou professora de 1^o ciclo e penso que os miúdos que dou aulas iam gostar de ver estas coisas.”
- V42
- “Acho que é bom (...), o que me chamou mais à atenção foi os vídeos, foi o que estive mais a ver.”
- V43
- “Achei bom e acho fundamental o museu apostar neste tipo de tecnologias.”
- V44
- “Eu achei fácil de ver os conteúdos.”
 - “Penso que os mais jovens conseguem facilmente trabalhar com este tipo de aplicação.”
- V45
- “Não tenho nada a apontar, acho que funciona bem e que não levanta muitas dúvidas.”
- V46

- “Penso que era bom termos uma forma de aproximar os conteúdos, tal como numa aplicação comum.”.
 - “De resto acho que está bem conseguido.”.
- V47
- “Gostei bastante da experiência.”.
 - “Acho que está bem feito.”.
- V48
- “São só estes 4 conteúdos ou tem mais algum?”.
 - “Acho que é uma forma interessante de descobrirmos nova informação.”.
 - “Não achei difícil, penso que a maior parte das pessoas consegue utilizar a aplicação.”.
- V49
- “Acho que é uma excelente forma de adquirir informação, para quem gosta de tecnologia claro.”.
 - “Eu gosto deste tipo de coisas, no entanto acho que fazia falta conseguirmos ter os conteúdos em ecrã inteiro.”.
 - “Para vocês que são novos é fácil ler estas coisas mas depois dos 50/60 fica difícil de estar ver, ainda mais se a pessoa usar óculos.”.
- V50
- “Eu gostei, mas penso que não são todos os da minha idade que vão ter abertura para estas coisas.”.
 - “Acho que era importante existir uma forma de conseguirmos estar a ver sem ter que estar sempre a apontar o telemóvel.”.
- V51
- “Achei muito porreiro.”.
 - “Que tipo de tecnologia é que usaste para fazer isto?”.
- V52
- “Achei interessante, nunca tinha visto nada do género.”.
 - “Penso que vai chamar à atenção das pessoas.”.
- V53
- “Na minha opinião está bem conseguido.”.
 - “Acho que alguns conteúdos podiam estar melhor trabalhados, sobretudo o texto, acho que está em demasia.”.
 - “Mas de uma maneira geral gostei.”.
- V54
- “Achei bom, no entanto acho que há coisas que funcionam melhor que outras.”.

- “Gostei os vídeos, acho que funciona bem.”.
 - “O texto acho que é algo que ainda deve ser repensado, penso que para algumas pessoas é capaz de estar muito pequeno.”.
- V55
- “Eu gostei, na França nunca vi nada do género.”.
 - “Acho que é intuitivo de utilizar.”.
- V56
- “Eu achei agradável, era algo que usaria sem problema nenhum.”.
 - “O que gostei mais foi sem dúvidas os vídeos.”.
- V57
- “Acho que é uma boa forma de chamar a atenção das pessoas.”.
 - “Não gostei muito do texto, achei que era muita coisa e provavelmente muitos não vão ler toda a informação.”.
- V58
- “Acho que é simples de utilizar.”.
 - “É uma boa forma de transmitir informação, porque acaba incentivando as pessoas a consultar a informação.”.
- V59
- “Penso que é uma boa forma de cativar os mais jovens, eles certamente irão adorar estas coisas.”.
 - “Na minha opinião alguns um dos códigos não estava em um lugar muito acessível e torna-se complicado estar constantemente a apontar para lá e a ver o conteúdo.”.

Anexos

I Formulário da *System Usability Scale*, adaptado aos curadores

Nome: _____ Idade: _____
Profissão: _____
Tempo de serviço prestado no [NOME DO MUSEU]: _____

Leia cada frase e faça um círculo na escala de acordo com o que sente

1. Acho que gostaria de utilizar este produto com frequência.

Discordo Totalmente	1	2	3	4	5	Concordo Totalmente
------------------------	---	---	---	---	---	------------------------

2. Considerei o produto mais complexo do que necessário.

Discordo Totalmente	1	2	3	4	5	Concordo Totalmente
------------------------	---	---	---	---	---	------------------------

3. Achei o produto fácil de utilizar.

Discordo Totalmente	1	2	3	4	5	Concordo Totalmente
------------------------	---	---	---	---	---	------------------------

4. Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este produto.

Discordo Totalmente	1	2	3	4	5	Concordo Totalmente
------------------------	---	---	---	---	---	------------------------

5. Considerei que as várias funcionalidades deste produto estavam bem integradas.

Discordo Totalmente	1	2	3	4	5	Concordo Totalmente
------------------------	---	---	---	---	---	------------------------

6. Achei que este produto tinha muitas inconsistências.

Discordo Totalmente	1	2	3	4	5	Concordo Totalmente
------------------------	---	---	---	---	---	------------------------

7. Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto.

Discordo Totalmente	1	2	3	4	5	Concordo Totalmente
------------------------	---	---	---	---	---	------------------------

8. Considerei o produto muito complicado de utilizar.

Discordo Totalmente	1	2	3	4	5	Concordo Totalmente
------------------------	---	---	---	---	---	------------------------

9. Senti-me muito confiante a utilizar este produto.

Discordo Totalmente	1	2	3	4	5	Concordo Totalmente
------------------------	---	---	---	---	---	------------------------

10. Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com este produto.

Discordo Totalmente	1	2	3	4	5	Concordo Totalmente
------------------------	---	---	---	---	---	------------------------

II Consentimento informado, dirigido aos curadores dos museus

Informação ao Participante de Investigação e Consentimento Informado

Título do Estudo: Utilização de uma ferramenta de realidade aumentada para a construção de experiências interativas direcionadas aos jovens e adultos nos espaços museológicos

Investigador: João Freitas, Universidade da Madeira, Aluno de Mestrado em Engenharia Informática 9XXXXXXX8, joaobfreitas09@gmail.com

Orientadores: Prof. Doutora Vanessa Cesário; Prof. Doutor Pedro Campos
Instituto de Tecnologias Interativas (ITI/LARSyS), ARDITI (Agência Regional para o Desenvolvimento da Investigação, Tecnologia e Inovação)

Objetivo do Estudo

O objetivo principal desta investigação é testar um protótipo – um Sistema Gestor de Conteúdos – que permita os curadores conseguirem criar exposições digitais para os seus visitantes.

Procedimento

O procedimento do estudo terá a seguinte forma:

- O investigador mostrará ao participante um conteúdo digital no telemóvel previamente feito com o Sistema Gestor de Conteúdos que poderia ser visualizado por um visitante do museu;
- O investigador explicará como se usa a ferramenta de Gestão do Conteúdos no computador;
- O participante irá criar um conteúdo na ferramenta de Gestão do Conteúdos no computador utilizando conteúdos já previamente concebidos que estão numa pasta local no ambiente de trabalho do computador do investigador (conteúdos de texto, imagens, objetos 3D);
- O participante irá visualizar no telemóvel, como se fosse um visitante, os conteúdos que acabou de inserir na ferramenta de Gestão do Conteúdos;
- O investigador fará uma pequena entrevista ao participante sobre a sua experiência na utilização da ferramenta de Gestão de Conteúdos;
- O participante preenche um questionário sobre a sua experiência na utilização da ferramenta de Gestão de Conteúdos.

Critérios de Inclusão

Será considerado elegível para participar neste estudo se exercer uma função relacionada com o Museu [NOME DO MUSEU] e possuir conhecimentos básicos de informática na ótica do utilizador.

Benefícios

O benefício de participar neste estudo é dotar os participantes com competências tecnológicas e práticas na criação de uma visita interativa para um espaço museológico específico.

Confidencialidade

A confidencialidade dos dados será mantida das seguintes formas: os seus dados serão guardados separadamente; esta declaração de consentimento estará mantida nas instalações da Universidade da Madeira e/ou ARDITI e não será divulgada a terceiros. Ao aceitar participar neste estudo, também aceita que a sua informação recolhida durante a experiência seja objeto de análise e de futuras publicações científicas. Para proteger a sua privacidade, ser-lhe-á atribuído um código e toda a informação recolhida sobre si será gravada através deste código, não contendo nunca o seu nome.

Autorização

Assinale com um X qual das afirmações autoriza:

Entendo que os investigadores podem querer usar fotografias e áudio por razões ilustrativas nas apresentações e publicações deste trabalho, para fins científicos ou educativos.

Eu dou autorização para fazê-lo, desde que o meu **rostro não apareça**.

Eu dou autorização para fazê-lo, mesmo que o meu **rostro apareça**.

Direitos

A sua participação é voluntária. Você é livre de interromper a sua participação em qualquer momento. A recusa em participar ou interrupção da participação não resultará em qualquer penalização, ou perda de eventuais benefícios ou direitos. O investigador principal poderá decidir, de forma fundamentada, interromper a sua participação neste estudo. Caso se verifique esta situação, esta não resultará em qualquer penalização, ou perda de eventuais benefícios ou direitos.

Esclarecimento de dúvidas e contactos

Se você tem dúvidas sobre este estudo, poderá fazer agora todas as perguntas. Se quiser fazer perguntas mais tarde, desejar obter mais informações, ou desejar interromper a sua participação no estudo, entre em contato com o Investigador Principal em pessoa, por telefone ou e-mail. A informação de contato está disponível no início da primeira página deste documento.

Investigador que obtém o consentimento

Como membro da equipa de investigação, confirmo que expliquei ao participante acima referido a natureza e finalidade deste estudo de investigação, e que esclareci quais os potenciais benefícios e eventuais riscos da participação no estudo. Todas as perguntas foram respondidas e estou disponível para esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir ao longo do estudo.

ASSINATURA DO INVESTIGADOR

DATA

ASSINATURA DO PARTICIPANTE

DATA

III Consentimento informado, dirigido aos visitantes portugueses

Informação ao Participante de Investigação e Consentimento Informado

Título do Estudo: Utilização de uma aplicação móvel com recurso a realidade aumentada para complementar a experiência museológica.

Investigador: João Freitas, Universidade da Madeira, Aluno de Mestrado em Engenharia Informática 9XXXXXXX8, joaobfreitas09@gmail.com

Orientadores: Prof. Doutora Vanessa Cesário; Prof. Doutor Pedro Campos
Instituto de Tecnologias Interativas (ITI/LARSyS), ARDITI (Agência Regional para o Desenvolvimento da Investigação, Tecnologia e Inovação)

Objetivo do Estudo

O objetivo principal desta investigação é testar um protótipo – uma aplicação móvel com recurso a realidade aumentada – que permita que os visitantes consigam complementar a sua experiência museológica.

Procedimento

O procedimento do estudo terá a seguinte forma:

- Será fornecido ao visitante um telemóvel, onde estará instalada a aplicação desenvolvida;
- O investigador irá explicar como funciona a aplicação móvel desenvolvida.
- Estarão dispostos pelo museu, alguns conteúdos com a existência de um código QR. O visitante deverá utilizar a aplicação, instalada no telemóvel fornecido, para desbloquear o conteúdo presente em cada um dos códigos QR.
- O visitante deverá, consoante a sua vontade/disposição, analisar cada um dos conteúdos durante o tempo que deseje.
- O investigador irá fornecer ao visitante um pequeno questionário que este deverá responder como forma de perceber como foi a sua experiência.
- O investigador poderá fazer algumas questões ao visitante de forma a complementar a informação.

Critérios de Inclusão

Será considerado elegível para participar neste estudo se for um visitante do Museu de História Natural do Funchal e possuir conhecimentos básicos acerca de como manipular um *smartphone*.

Benefícios

O benefício de participar neste estudo é dotar os participantes de novas experiências tecnológicas desenvolvidas para um espaço museológico específico.

Confidencialidade

A confidencialidade dos dados será mantida das seguintes formas: os seus dados serão guardados separadamente; esta declaração de consentimento estará mantida nas instalações da Universidade da Madeira e/ou ARDITI e não será divulgada a terceiros. Ao aceitar participar neste estudo, também aceita que a sua informação recolhida durante a experiência seja objeto de análise e de futuras publicações científicas. Para proteger a sua privacidade, ser-lhe-á atribuído um código e toda a informação recolhida sobre si será gravada através deste código, não contendo nunca o seu nome.

Autorização

Assinale com um X qual das afirmações autoriza:

Entendo que os investigadores podem querer usar fotografias, áudio e vídeo por razões ilustrativas nas apresentações e publicações deste trabalho, para fins científicos ou educativos.

Eu dou autorização para fazê-lo, desde que o meu **rostro não apareça**.

Eu dou autorização para fazê-lo, mesmo que o meu **rostro apareça**.

Direitos

A sua participação é voluntária. Você é livre de interromper a sua participação em qualquer momento. A recusa em participar ou interrupção da participação não resultará em qualquer penalização, ou perda de eventuais benefícios ou direitos. O investigador principal poderá decidir, de forma fundamentada, interromper a sua participação neste estudo. Caso se verifique esta situação, esta não resultará em qualquer penalização, ou perda de eventuais benefícios ou direitos.

Esclarecimento de dúvidas e contactos

Se você tem dúvidas sobre este estudo, poderá fazer agora todas as perguntas. Se quiser fazer perguntas mais tarde, desejar obter mais informações, ou desejar interromper a sua participação no estudo, entre em contato com o Investigador Principal em pessoa, por telefone ou e-mail. A informação de contato está disponível no início da primeira página deste documento.

Investigador que obtém o consentimento

Como membro da equipa de investigação, confirmo que expliquei ao participante acima referido a natureza e finalidade deste estudo de investigação, e que esclareci quais os potenciais benefícios e eventuais riscos da participação no estudo. Todas as perguntas foram respondidas e estou disponível para esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir ao longo do estudo.

ASSINATURA DO INVESTIGADOR

DATA

ASSINATURA DO PARTICIPANTE

DATA

IV Consentimento informado, dirigido aos visitantes estrangeiros

Information to the Research Participant and Informed Consent

Study Title: Use of a mobile application using augmented reality to complement the museum experience.

Researcher: João Freitas, Universidade da Madeira, Master's Student in Computer Engineering, 9XXXXXXX8, joaobfreitas09@gmail.com

Supervisors: Prof. Vanessa Cesário; Prof. Pedro Campos

Instituto de Tecnologias Interativas (ITI/LARSyS), ARDITI (Agência Regional para o Desenvolvimento da Investigação, Tecnologia e Inovação)

Study Purpose

The main objective of this research is to test a prototype - a mobile application using augmented reality - that allows visitors to complement their museum experience.

Procedure

The study procedure will be as follows:

- A mobile phone will be provided to the visitor, where the developed application will be installed.
- The researcher will explain how the developed mobile application works.
- Some contents with a QR code will be displayed in the museum. The visitor must use the application, installed on the mobile phone provided, to unlock the content present in each of the QR codes.
- The visitor should, according to his/her disposition, analyze each of the contents for as long as he/she wants.
- The researcher will provide the visitor a small questionnaire that he/she must answer in order to understand how his/her experience was.
- The researcher may ask the visitor some questions in order to complement the information.

Inclusion criteria

You will be considered eligible to participate in this study if you are a visitor of the Funchal Natural History Museum and have basic knowledge about how to handle a smartphone.

Benefits

The benefit of participating in this study is to provide participants with new technological experiences developed for a specific museum space.

Confidentiality

Data confidentiality will be maintained in the following ways: your data will be kept separately; this declaration of consent will be kept on the premises of the Universidade da Madeira and/or ARDITI and will not be disclosed to third parties. By accepting to participate in this study, you also accept that your information collected during the experiment will be the subject of analysis and future scientific publications. To protect your privacy, you will be assigned a code and all information collected about you will be recorded using this code, never containing your name.

Authorization

Mark with an X which of the statements authorizes:

I understand that researchers may wish to use photographs, audio and video for illustrative reasons in the presentations and publications of this work, for scientific or educational purposes.

- I give permission to do so, as long as my face **does not appear**.
- I give permission to do so, **even if my face appears**.

Rights

Your participation is voluntary. You are free to discontinue your participation at any time. Refusal to participate or interruption of participation will not result in any penalty, or loss of any benefits or rights. The principal investigator may decide on a reasoned basis, to discontinue your participation in this study. If this situation occurs, it will not result in any penalty, or loss of any benefits or rights.

Clarification of doubts and contacts

If you have questions about this study, you can ask all questions now. If you would like to ask questions later, wish to obtain more information, or wish to discontinue your participation in the study, please contact the Researcher in person, by phone or email. Contact information is available at the top of the first page of this document.

Researcher who obtains consent

As a member of the research team, I confirm that I have explained to the participant the nature and purpose of this research study, and that I have clarified the potential benefits and possible risks of participating in the study. All questions have been answered and I am available to answer any questions that may arise during the study.

RESEARCHER'S SIGNATURE

DATE

PARTICIPANT'S SIGNATURE

DATE

V Formulário *Museum Experience Scale*, adaptado aos visitantes portugueses

Nome: _____ Idade: _____

Profissão: _____ Género: _____ País de Origem: _____

Museum Experience Scale

A presente escala está dividida em quatro diferentes componentes. Cada componente possui um conjunto de cinco afirmações. Lê cada uma das afirmações e faz um **círculo** na escala de acordo com aquilo que sentes no momento. Se tiveres alguma questão por favor informa o investigador responsável pelo estudo.

Componente: *Engagement / Envolvimento*

Eu gostei de visitar a exposição.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
---------------------	---	---	---	---	---	---------------------

Eu senti-me envolvido com a exposição.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
---------------------	---	---	---	---	---	---------------------

A minha visita a esta exposição foi interessante.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
---------------------	---	---	---	---	---	---------------------

Eu senti que estava a experienciar a exposição, em vez de apenas estar a visitar o museu.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
---------------------	---	---	---	---	---	---------------------

A minha visita a esta exposição foi inspiradora.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
---------------------	---	---	---	---	---	---------------------

Componente: *Conhecimento / Aprendizagem*

A informação sobre as peças da exposição foi clara.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
---------------------	---	---	---	---	---	---------------------

Eu consegui atribuir um significado à maior parte das peças vistas na exposição.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
---------------------	---	---	---	---	---	---------------------

Eu gostei dos conteúdos gráficos associadas a cada peça.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
---------------------	---	---	---	---	---	---------------------

A minha visita enriqueceu o meu conhecimento e compreensão sobre peças específicas.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
---------------------	---	---	---	---	---	---------------------

Eu descobri nova informação sobre as peças.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
---------------------	---	---	---	---	---	---------------------

Componente: Meaningful Experience / Experiência Significativa*Durante a minha visita, fui capaz de refletir acerca do significado e sentido das peças.*

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
----------------------------	---	---	---	---	---	----------------------------

Durante a minha visita, tive de dedicar muito esforço para poder refletir sobre a exposição.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
----------------------------	---	---	---	---	---	----------------------------

Ver exposições raras deu-me uma sensação de maravilha sobre a exposição.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
----------------------------	---	---	---	---	---	----------------------------

Depois de visitar a exposição, eu ainda estava interessado em saber mais sobre o tópico da exposição.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
----------------------------	---	---	---	---	---	----------------------------

Ver as peças reais importantes expostas foi o mais gratificante ao fazer esta visita.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
----------------------------	---	---	---	---	---	----------------------------

Componente: Emotional Connection / Conexão Emocional*A exposição permitiu-me lembrar o passado.*

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
----------------------------	---	---	---	---	---	----------------------------

O meu senso de estar na exposição foi mais forte do que o meu senso de estar no mundo real.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
----------------------------	---	---	---	---	---	----------------------------

Fiquei impressionado com o aspeto estético / beleza das exposições.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
----------------------------	---	---	---	---	---	----------------------------

Eu gostaria de ter exposições tais como as que vi.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
----------------------------	---	---	---	---	---	----------------------------

Eu senti-me conectado com as exposições.

Discordo totalmente	1	2	3	4	5	Concordo totalmente
----------------------------	---	---	---	---	---	----------------------------

VI Formulário *Museum Experience Scale*, adaptado aos visitantes estrangeiros

Name: _____ Age: _____

Job: _____ Gender: _____ Country of origin: _____

Museum Experience Scale

This scale is divided into four different components. Each component has a set of five statements. Read each statement and circle the scale according to how you feel at the moment. If you have any questions, please inform the researcher responsible for the study.

Component: Engagement

I enjoyed visiting the exhibition

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
------------------	---	---	---	---	---	---------------

I felt engaged with the exhibition

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
------------------	---	---	---	---	---	---------------

My visit to the exhibition was very interesting

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
------------------	---	---	---	---	---	---------------

I felt I was experiencing the exhibition, rather than just visiting it

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
------------------	---	---	---	---	---	---------------

My visit to the exhibition was inspiring

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
------------------	---	---	---	---	---	---------------

Component: Knowledge/Learning

The information provided about the exhibits was clear

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
------------------	---	---	---	---	---	---------------

I could make sense of most of the things and saw and did at the exhibition

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
------------------	---	---	---	---	---	---------------

I liked graphics associated with the exhibition

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
------------------	---	---	---	---	---	---------------

My visit enriched my knowledge and understanding about specific exhibits

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
------------------	---	---	---	---	---	---------------

I discovered new information from the exhibits

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
------------------	---	---	---	---	---	---------------

Component: Meaningful Experience

During my visit I was able to reflect on the significance of the exhibits and their meaning

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
-------------------------	---	---	---	---	---	----------------------

During my visit, I put a lot of effort into thinking about the exhibition

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
-------------------------	---	---	---	---	---	----------------------

Seeing rare exhibits gave me a sense of wonder about the exhibition

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
-------------------------	---	---	---	---	---	----------------------

After visiting the exhibition, I was still interested to know more about the topic of the exhibition

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
-------------------------	---	---	---	---	---	----------------------

Seeing real exhibits of importance was most satisfying aspect of my visit to the exhibition

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
-------------------------	---	---	---	---	---	----------------------

Component: Emotional Connection

The exhibition enabled me to reminisce about my past

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
-------------------------	---	---	---	---	---	----------------------

My sense of being in the exhibition was stronger than my sense of being in the real world

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
-------------------------	---	---	---	---	---	----------------------

I was overwhelmed with the aesthetic/beauty aspect of the exhibits

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
-------------------------	---	---	---	---	---	----------------------

I wanted to own exhibits like those that I saw in the exhibition

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
-------------------------	---	---	---	---	---	----------------------

I felt connected with the exhibits

Totally disagree	1	2	3	4	5	Totally agree
-------------------------	---	---	---	---	---	----------------------