



Observação de Aves com Realidade Aumentada

Mestrado em Engenharia Informática – Computação Móvel

José Afonso Condeixa Venâncio

Leiria, 30 setembro de 2019



Observação de Aves com Realidade Aumentada

Mestrado em Engenharia Informática – Computação Móvel

José Afonso Condeixa Venâncio

Trabalho de Projeto realizado sob a orientação do Professor Doutor Alexandrino Gonçalves, do Professor Doutor Nuno Rodrigues e da Professora Doutora Rita Ascenso

Leiria, 30 setembro de 2019

Originalidade e Direitos de Autor

O presente relatório de projeto é original, elaborada/o unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para o elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado/a o/a Autor/a e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual a/o mesma/o foi realizado, a saber, Curso de Mestrado em Engenharia Informática – Computação Móvel, no ano letivo 2018/2019, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

Dedicatória

Para aquelas três estrelas brilhantes que iluminam o meu caminho, guiando-me para poder alcançar todos os meus sonhos, tornando-os realidade, este projeto é para vocês que iriam gostar de me ver caminhar, pelos meus próprios pés e continuar a sonhar e a sorrir para cada desafio da nossa vida.

Agradecimentos

Após os vários meses que antecederam a conclusão deste projeto final do Mestrado em Engenharia Informática – Computação Móvel, não poderia deixar de agradecer imenso, a todas as pessoas que tornaram isto possível, e me deram força para lutar por este sonho e para que isto fosse possível.

Um agradecimento especial aos professores orientadores, Alexandrino Gonçalves, Nuno Rodrigues e Rita Ascenso, pelo apoio e disponibilidade, como à compreensão, nos momentos mais difíceis, tornando possível este projeto, através da colaboração ao longo de todo o seu desenvolvimento.

Para além dos professores orientadores, gostaria de agradecer também em particular aos professores José Ribeiro, pela ajuda em alguns dos desafios encontrados e em diversas etapas do desenvolvimento do projeto e à professora Anabela Marto, que foi uma grande ajuda ao longo do estudo realizado sobre as tecnologias de Realidade Aumentada.

À Câmara Municipal de Leiria e ao Centro de Interpretação Ambiental, juntamente com o professor José Artur, do Colégio Nossa Senhora de Fátima em Leiria, por todos os dados disponibilizados, e a prática de observação de aves, ajudando ao longo de todo o processo de desenvolvimento da aplicação, da pesquisa de informação até aos testes finais, da mesma.

Agradeço também a todas as pessoas que se disponibilizaram a realizar o preenchimento de questionários para recolha de informação, às pessoas que participaram nos testes realizados, que tornaram possível o desenvolvimento de uma aplicação não apenas limitada às necessidades principais da mesma, mas indo ao encontro do que o utilizador final necessita.

Por último quero agradecer aos meus pais José Afonso da Silva Venâncio e Anabela Correia Condeixa Venâncio, por todo o seu apoio, dedicação e carinho, acreditando sempre em mim e fazendo todos os possíveis para tornar este projeto possível.

Muito obrigado a todas estas pessoas pela ajuda em cada um destes momentos.

Resumo

Com o intuito de ajudar na prática da observação de aves, é pretendido o desenvolvimento de uma aplicação móvel, que auxilie o percurso de uma rota com pontos de interesse de observação de aves e, simultaneamente, permita a utilização de técnicas de Realidade Aumentada (RA) com o objetivo de apresentar algumas aves que possam ser observadas, em determinado momento, ao longo do rio Lis.

Através da utilização de rotas, pretende-se criar percursos que poderão ser acedidos pelos utilizadores desta aplicação, sendo que, através da utilização de mecanismos de geolocalização, é pretendido apresentar alertas para a possibilidade de visualização de espécies de aves que normalmente habitam aquela área e estão disponíveis para visualização em RA. De acordo com as tecnologias existentes e disponíveis, foi feito um levantamento de tecnologias e ferramentas para a aplicação móvel e uma melhor abordagem à utilização da Realidade Aumentada.

No decorrer deste projeto são estudadas diversas plataformas e metodologias utilizadas no desenvolvimento de aplicações destinadas à observação de aves, com as mais diversas funcionalidades, desde permitir a pesquisa de aves, à sua identificação, como à possibilidade de integração de Realidade Aumentada neste tipo de aplicações, estudando um pouco a história por detrás do surgimento desta tecnologia aos vários tipos de integração mais utilizados, incluindo algumas das suas características.

Após esta pesquisa é acompanhado todo o processo de desenvolvimento da aplicação, que fora apelidada de “Guard@Lis”, sendo uma mistura entre uma das aves que pode ser observada ao longo do rio, com o nome Guarda-rios, e o próprio rio Lis, juntamente como o desenvolvimento de um gestor de conteúdos, capaz de gerir toda a informação sobre as várias rotas e aves, utilizadas pela aplicação.

Todo o processo de pesquisa e desenvolvimento deste projeto teve a parceria da Câmara Municipal de Leiria (CML), do Centro de Interpretação Ambiental de Leiria (CIA), ao professor José Artur que sempre se disponibilizaram a ajudar no processo de recolha de informação das várias espécies de aves que habitam ao longo do rio Lis, aos testes da aplicação, através da divulgação de informação sobre rotas de observação reais a partir das

quais foi possível testar a aplicação com utilizadores, através da realização de uma rota próxima do que será utilizado pela aplicação.

Palavras-chave: Realidade Aumentada, aplicação móvel, observação de aves, rotas pedestres, *backoffice*, turismo de natureza.

Abstract

In order to assist in birdwatching practice, it is intended to develop a mobile application that assists the route of a route with birdwatching points of interest while allowing the use of Augmented Reality (AR) in order to display some birds that can be observed at specific point along the river Lis.

Through the use of routes, it is intended to create routes that can be accessed by users of this application, and through the use of geolocation mechanisms, it is intended to provide alerts for the possibility of viewing bird species that normally inhabit that area and are available for viewing in RA. In accordance with existing and available technologies, a survey of technologies and tools for mobile application and a better approach to the use of Augmented Reality was made.

During this project several platforms and methodologies used in the development of applications for birdwatching are studied, with the most diverse functionalities, from allowing the bird research to its identification, as well as the possibility of integration of Augmented Reality in this type of applications, studying the history behind the emergence of this technology to the various types of integration most used, including some of its features.

After this research is followed the whole process of development of the application, which was dubbed “Guard @ Lis”, being a mixture between one of the birds that can be observed along the river, named Ranger, and the river itself Lis, along with the development of a content manager capable of managing all the information about the various routes and birds used by the application.

The whole process of research and development of this project had the partnership of the City Council of Leira (CML), the Center of Environmental Interpretation of Leiria (CIA), the teacher José Artur who always offered to help in the process of collecting information from the various bird species that live along the River Lis, testing the application by disseminating information on actual observation routes from which it was possible to test the application with users by performing a route close to what will be used by the application.

Keywords: Augmented Reality, mobile application, backoffice, birdwatching, routes, nature preservation.

Índice

Lista de Figuras	xvii
Lista de tabelas	xxi
Lista de siglas e acrónimos.....	xxiii
1. Introdução	1
1.1. Motivações e Objetivos.....	2
1.2. Publicações	2
1.3. Cronograma de tarefas	2
1.4. Estrutura do relatório	3
2. Estado da Arte	5
2.1. Turismo	5
2.2. Polis Leiria	6
2.3. Observação de aves.....	8
2.3.1. Exemplos de aves comuns ao longo de Leiria.....	9
2.4. Aplicações para observação de aves	15
2.4.1. Aplicações dedicadas ao <i>birdwatching</i>	15
2.4.2. Aplicação com aves e RA.....	24
2.4.3. Resumo de aplicações de Aves.....	25
2.5. Realidade Aumentada	27
2.5.1. Evolução da RA.....	27
2.5.2. Principais áreas de aplicação da RA.....	29
2.5.3. Tipos de Realidade Aumentada.....	30
2.6. SDK de Realidade Aumentada.....	32
2.6.1. Tipos de SDK	33
2.6.2. Resumo de SDK para AR.....	43
2.7. Principais desafios	44
3. Metodologia.....	47
3.1. Gestão de User Stories.....	48
3.2. Inquérito.....	49

3.2.1. Análise de resultados.....	50
3.3. Levantamento de requisitos.....	58
3.3.1. Tecnologia de desenvolvimento.....	58
3.3.2. Sourcetree.....	59
3.3.3. Utilização de dados móveis.....	59
3.3.4. Geolocalização.....	59
3.3.5. Realidade Aumentada.....	60
3.3.6. Acessibilidade.....	60
3.3.7. Gestor de conteúdos.....	60
3.4. Protótipos.....	60
3.5. Reuniões.....	62
4. Desenvolvimento.....	65
4.1. Padrões e desenho utilizados no desenvolvimento de Software.....	65
4.2. Modelo de Domínio.....	66
4.3. Cloud Firestore.....	68
4.4. Cache.....	68
4.5. Geofencing.....	69
4.6. <i>Splash Screen</i>	69
4.7. Realidade Aumentada.....	70
4.8. Identificações.....	75
4.9. Gestor de Conteúdos.....	76
4.10. Versão Final da Aplicação.....	79
5. Testes em ambiente real.....	81
5.1. Testes Realizados.....	81
5.1.1. Dispositivos testados.....	81
5.1.2. Testes Manuais.....	82
5.1.3. Testes de aceitação.....	82
5.1.4. Testes de usabilidade.....	82
5.2. Resultados.....	83
6. Conclusão e Trabalho Futuro.....	87
Bibliografia.....	89

Anexos..... 93

Lista de Figuras

Figura 2.1 Balanço Turístico em Portugal entre 2014 - 2018 (Fonte – INE, Dados – Banco de Portugal [3]) .	6
Figura 2.2 Áreas abrangentes dos Planos de Pormenor - PP1, PP2, PP3, PP4 (imagem relatório de Avaliação do Programa Polis em Leiria [4])	7
Figura 2.3 Cartaxo-comum.....	9
Figura 2.4 Garça-real.....	10
Figura 2.5 Guarda-rios.....	10
Figura 2.6 Pato-real	11
Figura 2.7 Gaivota-argêntea	11
Figura 2.8 Peneireiro-vulgar.....	12
Figura 2.9 Tordo-comum.....	12
Figura 2.10 Cegonha-branca	13
Figura 2.11 Rota realizada com o professor José Artur Pinto e os seus alunos.....	14
Figura 2.12 Logótipo <i>Audubon Bird Guide</i>	15
Figura 2.13 Filtragem por categorias.....	16
Figura 2.14 Descrição de uma espécie	16
Figura 2.15 Logótipo <i>Birder</i>	16
Figura 2.16 Detalhes de uma espécie	17
Figura 2.17 Menu de questões.....	17
Figura 2.18 Logótipo <i>BirdID - Nord University</i>	18
Figura 2.19 Filtro por silhueta	18
Figura 2.20 Questionários	18
Figura 2.21 Logótipo <i>Birds Complete Reference Guide</i>	19
Figura 2.22 Várias espécies de aves existentes	19
Figura 2.23 Detalhes de uma espécie	19
Figura 2.24 Logótipo <i>eBird</i>	20
Figura 2.25 Menu inicial da aplicação.....	20
Figura 2.26 Hotspots, de acordo com as visualizações de aves.....	20
Figura 2.27 Logótipo <i>GoBird</i>	21

Figura 2.28 Lista de espécies num raio de 25 km	21
Figura 2.29 Alguns dos hotspots	21
Figura 2.30 Logótipo <i>Indian Birds</i>	22
Figura 2.31 Detalhes de uma espécie de ave no <i>Indian Birds</i>	22
Figura 2.32 Logótipo <i>Merlin Bird ID</i>	23
Figura 2.33 Questionário de identificação	23
Figura 2.34 Possíveis resultados da pesquisa	23
Figura 2.35 Logótipo <i>The BirdingApp</i>	24
Figura 2.36 Pesquisa por espécie	24
Figura 2.37 Detalhe de uma espécie através da aplicação <i>The BirdingApp</i>	24
Figura 2.38 Logótipo <i>Animal Quiz</i>	25
Figura 2.39 Representação 3D de um pato	25
Figura 2.40 Imagem de algumas das cartas do jogo.....	25
Figura 2.41 Representação do sistema de projeção utilizando a aplicação <i>Animal Quiz</i>	31
Figura 2.42 Utilização da tecnologia SLAM retirada da demo do SDK Kudan	33
Figura 2.43 Logótipo SDK <i>Wikitude</i>	33
Figura 2.44 Logótipo SDK <i>Arkit</i>	35
Figura 2.45 Logótipo SDK <i>ARCore</i>	35
Figura 2.46 Exemplo de utilização do <i>ARCore</i> para reconhecimento de objetos em tempo real	36
Figura 2.47 Logótipo SDK <i>Vuforia</i>	37
Figura 2.48 Exemplos de <i>Vumarks</i>	37
Figura 2.49 Logótipo SDK <i>Maxst</i>	38
Figura 2.50 Exemplo de <i>tracking</i> de objetos através da tecnologia SLAM	39
Figura 2.51 Logótipo SDK <i>DeepAR</i>	40
Figura 2.52 Logótipo SDK <i>EasyAR</i>	40
Figura 2.53 Logótipo SDK <i>ARToolKit</i>	41
Figura 2.54 Logótipo SDK <i>Xzimg</i>	41
Figura 2.55 Logótipo SDK <i>Kudan</i>	42
Figura 2.56 Logótipo SDK <i>Augmented Pixels</i>	42
Figura 2.57 Logótipo SDK <i>CraftAR</i>	43

Figura 3.1 Imagem ilustrativa da metodologia ágil <i>Extreme Programming</i> retirada do site Lucidchart.....	48
Figura 3.2 Gestão das <i>user stories</i> através do <i>Trello</i>	49
Figura 3.3 Registo de progresso das <i>user stories</i>	49
Figura 3.4 Ligação dos <i>commits</i> à ferramenta <i>Trello</i>	49
Figura 3.5 Gráfico de géneros	51
Figura 3.6 Gráfico de idades	52
Figura 3.7 Gráfico de habilitações literárias.....	52
Figura 3.8 Gráfico de dispositivos móveis utilizados.....	53
Figura 3.9 Gráfico da importância de registo/login.....	54
Figura 3.10 Gráfico da importância de minimizar a utilização dos dados móveis	54
Figura 3.11 Gráfico da opinião das notificações como um incómodo.....	55
Figura 3.12 Gráfico da criação de aplicações que incentivam atividades ao ar livre	56
Figura 3.13 Gráfico de utilização de realidade aumentada.....	56
Figura 3.14 Gráfico de frequência de utilização de realidade aumentada	57
Figura 3.15 Android Studio.....	58
Figura 3.16 Xcode.....	58
Figura 3.17 Logótipo Sourcetree	59
Figura 3.18 Protótipos da aplicação	62
Figura 4.1 Modelo de domínio da aplicação	66
Figura 4.2 Funcionalidade de download de dados no <i>splash screen</i>	70
Figura 4.3 Listagem de rotas no <i>splash screen</i>	70
Figura 4.4 Script de implementação de funcionalidade do giroscópio	71
Figura 4.5 <i>Pack</i> de modelos 3D de algumas das aves	71
Figura 4.6 <i>Script</i> para instanciar o modelo 3D	72
Figura 4.7 <i>Script</i> de localização do modelo 3D.....	73
Figura 4.8 Seta indicadora da posição da ave no ambiente de RA	73
Figura 4.9 Implementação RA com marcador contendo um modelo 3D	74
Figura 4.10 Implementação RA com botões virtuais para seleção de modelo 3D	74
Figura 4.11 Implementação RA do poster criado para demonstrar alguns tipos de implementação	75
Figura 4.12 Ecrã de autenticação do gestor de conteúdos	76

Figura 4.13 Menu lateral do gestor de conteúdos	77
Figura 4.14 Tabela de listagem de objetos no gestor de conteúdos	77
Figura 4.15 Criação de um novo objeto no gestor de conteúdos.....	78
Figura 4.16 Opções de editar e apagar respetivamente da listagem de conteúdos	78
Figura 4.17 Alerta de confirmação antes de remover um conteúdo	78
Figura 5.1 Gráfico de utilização de RA anteriormente.....	84
Figura 5.2 Gráfico de vizualização de modelo virtual pelo utilizador	85

Lista de tabelas

Tabela 1 Cronograma de tarefas	3
Tabela 2 Resumo Tabela comparativa das aplicações analisadas.....	26
Tabela 3 Resumo tabela comparativa de funcionalidades dos SDK's	44
Tabela 4 Tabela comparativa aplicações analisadas	96
Tabela 5 Tabela comparativa funcionalidades dos SDK's	97
Tabela 6 Questões referentes à utilização de Realidade Aumentada.....	102
Tabela 7 Tabela de <i>User Stories</i>	104
Tabela 8 Tabela de utilizadores do gestor de conteúdos.....	122
Tabela 9 Questões referentes à utilização de Realidade Aumentada.....	126

Lista de siglas e acrónimos

CIA	Centro de Interpretação Ambiental de Leiria
CML	Câmara Municipal de Leiria
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IMU	<i>Inertial Measurement Unit</i>
INE	Instituto Nacional de Estatística
OMT	Organização Municipal de Turismo
PP1	Plano de Pormenor de São Romão/Olhalvas
PP2	Plano de Pormenor de Santo Agostinho
PP3	Plano de Pormenor de Leiria Centro
PP4	Plano de Pormenor do Centro Histórico de Leiria
RA	Realidade Aumentada
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SLAM	<i>Simultaneous Localization and Mapping</i>
USAF Armstrong's	<i>United States Air Force Armstrong's</i>

1. Introdução

Nos dias que correm, é crescente a necessidade das pessoas fugirem à rotina do dia-a-dia e dos locais habituais de trabalho e residência, desenvolvendo a procura de locais e atividades diferentes, que proporcionem bem-estar a quem procura atividades de turismo ou lazer.

Na busca dessas atividades, surge a necessidade de criar oportunidades e soluções que visem facilitar e mostrar o esplendor dos diversos locais de destino turístico, criando, por exemplo, percursos contendo diversos espaços importantes, que mostrem um pouco da história e da beleza local. Neste contexto, espaços como reservas com o intuito de proteger o habitat natural, permitindo a visualização de plantas e animais que habitam esses mesmos locais, emergem como locais de eleição.

Neste sentido, existe uma atividade que tem vindo a crescer, ligada ao turismo da natureza, referente à observação de aves. Esta atividade foca-se em dar a conhecer os diversos tipos de aves, que habitam, permanentemente ou temporariamente, nesses locais, através de uma experiência de observação auditiva e visual.

Leiria é uma cidade com história, que tem duas grandes referências: o rio Lis e o rei D. Dinis. Ao longo da cidade, foi realizado um processo de reabilitação da zona ribeirinha, através da criação de um percurso pedestre, permitindo melhorar o turismo de natureza, sendo um ótimo espaço para observação de aves, devido à variedade de espécies que coabitam nestes locais durante o ano.

Sendo a observação de aves uma tarefa, por vezes, bastante ‘íngrata’, devido ao facto de nem sempre ser possível visualizar todas as espécies que neste local habitam, surgiu a ideia deste projeto de forma a permitir a visualização de todas as espécies que podem ser encontradas ao longo do rio Lis, através da simulação de experiências visuais e auditivas, com recurso a uma aplicação móvel, que permita mostrar ao utilizador informação sobre as aves, em forma textual, de imagem, auditiva, vídeo e Realidade Aumentada.

Ao longo deste projeto são estudadas algumas arquiteturas e metodologias utilizadas no desenvolvimento desta aplicação móvel, multiplataforma, bilingue: Guard@Lis.

1.1. Motivações e Objetivos

Motivado pelas pessoas que apreciam desfrutar de uma caminhada ao fim de semana ou ao final do dia, apreciando o que de bom nos traz a natureza, pretende-se o desenvolvimento de uma aplicação móvel (multiplataforma), que permite apresentar vários conteúdos sobre as aves que habitam ao longo do rio Lis, descrevendo as suas características, através de textos, imagens, sons e vídeos.

Além disso, e através do uso de novas tecnologias utilizadas no desenvolvimento de aplicações móveis, pretende-se a inserção de técnicas de Realidade Aumentada, de forma a possibilitar a observação de algumas destas aves no seu habitat natural, sem a necessidade de utilização de redes de comunicação de dados.

1.2. Publicações

No decorrer do processo de desenvolvimento deste projeto, foram realizadas algumas publicações científicas em algumas conferências nacionais e internacionais. Estas publicações visavam a apresentação de todo o trabalho elaborado e tecnologias implementadas neste projeto. Nestas conferências foram utilizadas várias formas de divulgação deste projeto, através da elaboração de posters interativos ou apresentações orais, dando assim a conhecer o projeto realizado (Anexos A, B, C).

1.3. Cronograma de tarefas

Dados os objetivos do projeto, foram inicialmente realizadas diversas pesquisas e estruturando o estado da arte durante os primeiros meses de desenvolvimento. Após análise do problema, identificação de potenciais utilizadores e realização de questionário, procedeu-se ao desenvolvimento da aplicação, desde a criação de layouts e todo o seu processo de desenvolvimento, sendo esta a atividade que teve um maior tempo de execução, decorrendo de novembro até junho. Numa fase final foram realizadas várias validações e avaliação da aplicação, tentando aferir potenciais falhas no desenvolvimento, numa tentativa de melhorar

a aplicação. De forma a facilitar todo o processo de realização deste projeto, foi criado um cronograma de tarefas, agilizando uma ordem de atividades, tendo em conta a sua prioridade, cujo plano consta da tabela 1.

Tabela 1 Cronograma de tarefas

Atividades	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho
Estado da Arte											
Desenvolvimento da Aplicação											
Validação e Avaliação da Aplicação											
Análise de Resultados Obtidos											
Escrita do Relatório											

1.4. Estrutura do relatório

Após o capítulo inicial de introdução, o Capítulo 2 – Estado da Arte, faz uma contextualização do turismo e da observação de aves na região de Leiria, apresentando ainda um estudo comparativo de aplicações existentes para a observação de aves. É ainda efetuado um levantamento da estrutura relacionada com a tecnologia e formas de RA por uma pesquisa de aplicações e serviços existentes, que permitam perceber a melhor maneira de implementação.

Tendo em conta a informação encontrada, realizou-se a escolha da metodologia de implementação, registando todos os requisitos necessários, desenho da interface e criação de testes de aceitação, presente no Capítulo 3 - Metodologia.

Após a escolha da metodologia, no Capítulo 4 - Desenvolvimento, são referidos todos os passos que envolveram a implementação da aplicação e da criação de um *backoffice* que permita uma melhor gestão de todos os conteúdos da aplicação.

No Capítulo 5 – Testes em Ambiente Real, foram realizados vários testes com utilizadores, onde são apresentados os principais resultados obtidos.

No Capítulo 6 – Guard@Lis é apresentada a aplicação desenvolvida, bem como o respetivo gestor de conteúdos.

Finalmente, no Capítulo 7 – Conclusão e Trabalho Futuro é apresentada uma discussão acerca dos resultados obtidos ao longo de todo o desenvolvimento deste projeto, e onde são apresentados possíveis melhoramentos à aplicação, de forma a enriquecer a experiência da mesma por parte do utilizador.

2. Estado da Arte

Neste capítulo são estudados os temas do turismo e da integração da observação de aves como atividade turística. De seguida é feita uma análise a aplicações, relacionadas com a disponibilização de informação ou identificação de aves, tendo em conta as suas funcionalidades e opiniões dos seus utilizadores. É também apresentado um estudo inicial dirigido a potenciais utilizadores, de forma a verificar potenciais desafios no desenvolvimento desta aplicação e discutidos os resultados obtidos. Por último é realizada uma análise à utilização de ferramentas de Realidade Aumentada, no âmbito do tema deste projeto.

2.1. Turismo

De acordo com a Organização Mundial de Turismo (OMT), é dada a designação de turista a uma pessoa que passe, pelo menos, 24 horas fora da sua área de residência ou pernoite nouro local. Para além do tempo máximo de permanência por parte desta pessoa, fora do seu local de residência habitual, é igualmente considerado turismo a realização de atividades, durante as suas viagens e estadias [2].

Alguns autores, como é o caso de Marc Boyer, referem o turismo como um tema que tem sido negligenciado, considerando a dificuldade na apresentação de uma definição da designação, mesmo antes de tentar definir o turismo, referindo o seu fundamento, como sendo de carácter histórico e sociológico, associado a uma sociedade industrial e urbana [2].

Nos dias de hoje o turismo está associado às alterações observadas nas sociedades modernas, podendo ser associado ao mesmo a deslocação das pessoas, independentemente da distância percorrida, as suas viagens e atividades realizadas [2].

Foi a partir do século XX que o turismo foi considerado como sendo uma atividade relevante para o crescimento económico. Apesar do seu desenvolvimento ter sofrido alguns agravamentos, provocados pela primeira e segunda guerra mundial e, ainda, a crise de 1929 (grande depressão económica), foi na década de 50, que se verificou este grande crescimento [2].

Posteriormente, na década de 60 do século XX, aquando o crescimento do turismo a nível mundial, surge o interesse por este sector em Portugal, tornando assim o turismo como sendo uma das atividades económicas mais lucrativas em Portugal. Este crescimento permitiu a criação de novos postos de emprego, investimento e rendimento, sendo considerado um ponto fundamental no desenvolvimento de diversas outras atividades económicas [1], [2].

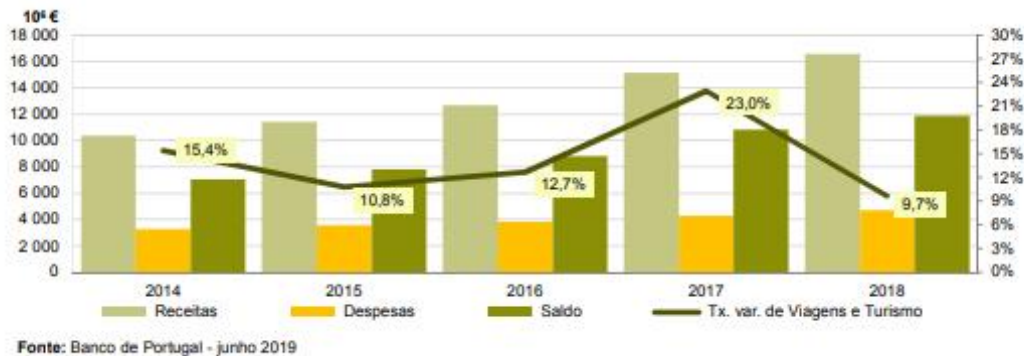


Figura 2.1 Balanço Turístico em Portugal entre 2014 - 2018 (Fonte – INE, Dados – Banco de Portugal [3])

Com os dados do gráfico da imagem anterior, é possível verificar um aumento ao nível das receitas, derivadas do aumento no turismo e viagens realizadas com destino Portugal.

2.2. Polis Leiria

Numa tentativa de melhorar a qualidade de vida nas cidades, recuperando alguns espaços urbanos em perigo de degradação, através de uma vertente urbanística e ambiental, surge o Programa Polis (Programa de Requalificação Urbana e Valorização Ambiental das Cidades), com o intuito de tornar os pólos urbanos mais atrativos para os seus habitantes [4].

Através deste programa foram reabilitados 28 pólos de várias cidades, tendo uma destas cidades sido a cidade de Leiria (*LeiriaPolis*, 2000). O principal objetivo desta reabilitação foi o de valorizar o espaço ao longo do rio Lis, criando um espaço verde, incluindo percursos pedestres e ciclovias ao decorrer da sua margem, juntamente com a integração paisagística e implementação de espaços de estadia. Projeto este que envolveu a intervenção nesta área, através da “devolução” do rio à cidade, no seu carácter ambiental [4].

Esta área ao longo do rio Lis abrange aproximadamente 125 hectares, ligando as margens do rio à zona histórica da cidade, englobando 7 zonas distintas de Leiria, como São Romão/Olhalvas, Santo Agostinho, Leiria Centro e o Centro Histórico [4].

A área de reestruturação deste projeto foi dividida em 4 planos, sendo que apenas três deles acompanham a margem do rio, constituindo o “Sistema - Rio”. O espaço que vai desde a IC2 até à ponte Afonso Zúquete é referente ao Plano de Pormenor de Leiria Centro (PP3). O espaço abrangido entre esta ponte e a dos Caniços, designado como Plano de Pormenor de Santo Agostinho (PP2) e a área entre esta ponte e São Romão, como Plano de Pormenor de São Romão/Olhalvas (PP1). Por último o Plano de Pormenor (PP4) referente ao espaço do Centro Histórico de Leiria [4].

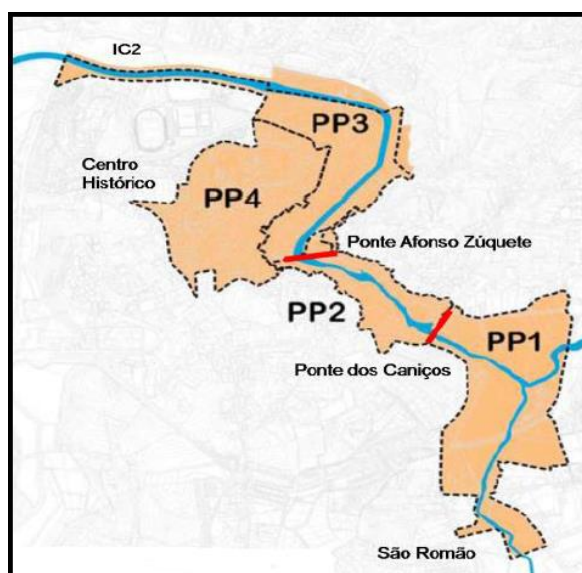


Figura 2.2 Áreas abrangentes dos Planos de Pormenor - PP1, PP2, PP3, PP4 (imagem relatório de Avaliação do Programa Polis em Leiria [4])

O Plano de Pormenor 1 tem como principais intervenções realizadas a melhoria dos espaços de acesso à zona, através da criação de espaços rodoviários, percursos pedestres e ciclovias, como na conceção paisagística da ETAR, incluindo um espaço para a prática de desportos radicais (Parque Radical) e vários campos de ténis [4].

Na zona referente ao Plano de Pormenor 2, foi realizada uma requalificação do espaço público, através do melhoramento da paisagem e na construção de um Centro de

monitorização e Interpretação Ambiental, para ajudar na monitorização da qualidade ambiental, da água, do ar e do ruído [4].

O Plano de Pormenor 3 que engloba todo o espaço ao longo das pontes do Arrabalde, Francisco Sá Carneiro e Afonso Zúquete, teve como intervenção a criação de um percurso pedestre e ciclovia ao longo da margem do rio, e a criação de novos acessos ao rio para apoio a embarcações de lazer [4].

Por último o Centro Histórico (PP4), teve como objetivo a criação do parque da encosta do castelo, a conceção de um espaço pedonal entre o centro histórico e o rio e a requalificação do jardim Luís de Camões [4].

Com a realização de todas as intervenções descritas ao longo do Rio Lis “Sistema - Rio”, foi pretendido “devolver” este espaço ao seu papel histórico à sua cidade. Tornando também algumas das pontes temáticas ao longo do rio, como espaços que permitem proporcionar diferentes atividades às pessoas que podem ser realizadas sobre o rio Lis [4].

2.3. Observação de aves

A observação de aves, surge como uma atividade turística, com a finalidade de sensibilizar a população e turistas, para a preservação da natureza e mostrar a biodiversidade, de espécies de aves que habitam permanentemente ou temporariamente nestes locais. Esta atividade ganhou popularidade a nível mundial, sensibilizando para a proteção das aves como animais selvagens, permitindo a observação de diversas espécies no seu habitat natural, permitindo registar os seus comportamentos e ajudar na conservação da natureza, de forma a garantir o seu bem-estar [5].

Em Portugal existem 435 diferentes tipos de aves. Sendo que na cidade de Leiria, durante o ano, torna-se possível observar um total de 75 destas espécies [6].

Um grupo de alunos do Colégio Nossa Senhora de Fátima, em Leiria, membros de um Clube de Observação de Aves, percorre, com frequência, a cidade, de forma a conhecer melhor as diversas espécies de aves que existem localmente. Durante estes passeios este grupo tem a possibilidade de conhecer melhor as diversas espécies que aí habitam, ou até mesmo, permitir identificar novas espécies. Na opinião do professor de Ciências Naturais e

orientador do Clube, o professor José Artur Pinto, o aparecimento de novas espécies em Leiria, deve-se ao aumento da biodiversidade do rio, sendo possível notar um aumento gradual na variedade de aves que podem ser avistadas de ano para ano em Leiria [6], [7].

2.3.1. Exemplos de aves comuns ao longo de Leiria

Nesta secção são apresentadas algumas das aves que residem, a tempo permanente ou temporário, na cidade de Leiria.

Embora sejam bastante comuns no seu interior, nem sempre é possível observar todas estas espécies no momento do passeio, devido a fatores como o seu instinto protetor, refugiando-se de sons estranhos provocados pelas pessoas e outras características frequentes nas cidades, ou aos seus padrões migratórios.

Na Figura 2.3 é apresentado o Cartaxo-comum (nome científico: *Saxicola rubicola*) é uma ave de estatura pequena, que se alimenta à base de insetos. Trata-se de uma ave de fácil identificação, principalmente os machos, devido ao seu padrão com cabeça preta, colar branco ao pescoço e peito alaranjado. Por outro lado, as fêmeas têm uma plumagem menos contrastada, podendo ser confundidos com os Cartaxo-nortenho, devido à ausência de lista superciliar esbranquiçada e de lista malar (bigode) [8].



Figura 2.3 Cartaxo-comum

Esta espécie habita normalmente, zonas agrícolas ou bosques, passando por zonas abertas de charnecas, matos estepes ou até dunas [8].

Na Figura 2.4 é apresentada a Garça-real (nome científico: *Ardea cinerea*), é uma das maiores garças que podem ser avistadas em Portugal, com quase 1 metro de altura, possui uma penugem acinzentada, destacando-se pelo seu longo pescoço. Muitas vezes confundida

com a garça-vermelha, podendo ser distinguida pela ausência de castanho ou arruivados na sua penugem [9]. Ocasionalmente encontrada em lagoas, zonas costeiras, ou pousada em árvores e edifícios [9].



Figura 2.4 Garça-real

Ao longo da cidade de Leiria existem exemplares que residem permanentemente nesta região.

Na Figura 2.5 é apresentado o Guarda-rios (nome científico: *Alcedo atthis*), é uma ave inconfundível, devido ao seu dorso e asas azuis e peito cor-de-laranja, sendo muitas vezes detetado através do seu voo rasante e direto. Tem por hábito pousar frequentemente junto à água, ou em pequenos ramos, a partir dos quais caça pequenos peixes do rio [10].



Figura 2.5 Guarda-rios

Estes são animais muito esquivos e de difícil observação devido às suas pequenas dimensões com cerca de 17 a 19 cm de comprimento, incluindo o seu bico. Podem ser observadas durante todo o ano em determinadas zonas do rio Lis.

Na Figura 2.6 é apresentado o Pato-real (nome científico: *Anas platyrhynchos*), tem uma coloração peculiar, sendo que o macho possui a sua cabeça verde com um anel branco, com o seu dorso e ventre acinzentados e o seu peito acastanhado, enquanto que as fêmeas desta

espécie possuem um padrão de uma plumagem em tons de castanho. Trata-se de uma espécie que pode ser facilmente identificada devido às suas cores e os seus sons típicos [11].



Figura 2.6 Pato-real

Esta ave pode ser observada ao longo de todo o país, principalmente na altura de nidificação, entre março e julho. Ocupando todo o tipo de habitats aquáticos, desde lagoas, barragens, rios, pauis e arrozais, tendo preferência por zonas com águas pouco profundas [11].

Na Figura 2.7 é apresentada a Gaivota-argêntea (nome científico: *Larus michahellis*), uma ave de grandes dimensões, com as suas patas e bico amarelados e asas prateadas.



Figura 2.7 Gaivota-argêntea

Pode ser avistado durante todo o ano ao longo do litoral português, sendo que a sua abundância diminui à medida que nos deslocamos para o interior do país, afastando-nos da costa [12].

Na Figura 2.8 é apresentado o Peneireiro-vulgar (nome científico: *Falco tinnunculus*), trata-se de uma ave da categoria dos falcões, sendo bastante regular em ambientes urbanos, podendo ser facilmente reconhecido devido à sua capacidade de pairar enquanto procura as suas presas [13].



Figura 2.8 Peneireiro-vulgar

A sua plumagem e dimensões podem variar entre o macho e a fêmea, sendo a última de dimensões superiores e menos colorida que o macho. Ambas possuem a coloração do dorso em tons de ferrugem, sarapintado de preto, com as pontas das asas escuras. A fêmea apresenta a sua cauda barrada, enquanto que o macho apresenta a cauda e nuca lisas de cinzento-azulado [13].

O Peneireiro pode ser observado em maior abundância em zonas agrícolas ou em aglomerados urbanos, podendo ser observado durante todo o ano [13].

Na Figura 2.9 é apresentado o Tordo-comum (nome científico: *Turdus philomelos*), designado desta forma devido a ser a espécie de tordos mais comum de avistar em Portugal. Esta ave tem uma abundância maior em olivais, sendo vista muitas vezes em fuga. Característica pela sua plumagem castanha, com as partes inferiores do seu corpo brancas, sarapintadas de castanho [14].



Figura 2.9 Tordo-comum

Em outubro e com a chegada de outras aves invernantes, esta espécie pode ser vista em maior abundância por todo o território [14].

Na Figura 2.10 é apresentada a Cegonha-branca (nome científico: *Ciconia ciconia*), sendo uma das aves mais conhecidas na fauna Portuguesa, devido à sua tonalidade branca e preta e o seu bico vermelho, com pescoço e pernas compridos [15].



Figura 2.10 Cegonha-branca

Apesar de ser considerada migratória, existe um contingente residente, sobretudo no sul do país, sendo que a melhor altura para visualizar esta espécie é na Primavera, durante a altura da sua reprodução, podendo ser constantemente avistada nos seus ninhos [15].

Estas são algumas das espécies que podem ser observadas na cidade de Leiria. Devido ao elevado número de espécies desconhecidas por algumas pessoas, que habitam a margem do rio Lis e Leiria, surge a necessidade de dar a conhecer estas espécies e alertar para a preservação das mesmas e do seu habitat natural.

No dia 29 de novembro de 2018, ocorreu uma conversa sobre as aves do rio Lis, realizada pelo Centro de Interpretação Ambiental de Leiria em colaboração com a Câmara Municipal de Leiria. Durante esta palestra tive a oportunidade de conhecer alguns projetos e pessoas que pretendem dar a conhecer algumas das aves que são possíveis de observar ao longo do rio Lis, para além da cidade de Leiria.

Sendo este um tema que vai ao encontro da elaboração deste projeto, tive muito gosto em participar, numa tentativa de aprender mais sobre este tema. Ao longo da palestra foi possível verificar o empenho destas pessoas em reabilitar os espaços onde estas aves habitam de forma a garantir a sua segurança e preservar estes espaços. Para além da informação anteriormente recolhida sobre algumas das aves de Leiria, foram referidas um total de 25 espécies diferentes, juntamente como alguns dos locais onde estas poderiam ser observadas.

Alguns dos narradores presentes, deram a conhecer alguns dos seus projetos pessoalmente, desde o professor José Artur Pinto de Ciências Naturais do Colégio Nossa Senhora de

Fátima, em Leiria, que apresentou alguns dos resultados obtidos através das suas visitas com os seus alunos ao longo de Leiria, a um grupo de fotógrafos do projeto *NaturaLis*, que explicaram algumas das dificuldades existentes, na observação de aves, incluindo a persistência necessária para conseguir tirar fotografias a algumas aves, devido aos seus comportamentos defensivos e o seu constantemente movimento em busca de abrigo ou fuga.

Durante a conversa sobre as aves do Lis, pude dar a conhecer algumas das ideias sobre o meu projeto, tendo-me sido fornecido algum apoio por alguns dos participantes, incluindo o professor José Artur Pinto, que para além de se dispor a fornecer informação referente a algumas das aves de Leiria, sugeriu a participação numa das suas visitas com os seus alunos.

Como tentativa de saber mais sobre esta atividade de *birdwatching*, tive oportunidade de realizar uma dessas visitas, realizando uma rota circular, ao longo do rio Lis, em Leiria, tendo como ponto de partida e chegada o Colégio Nossa Senhora de Fátima, estendendo-se o percurso até próximo do Centro de Interpretação Ambiental de Leiria.

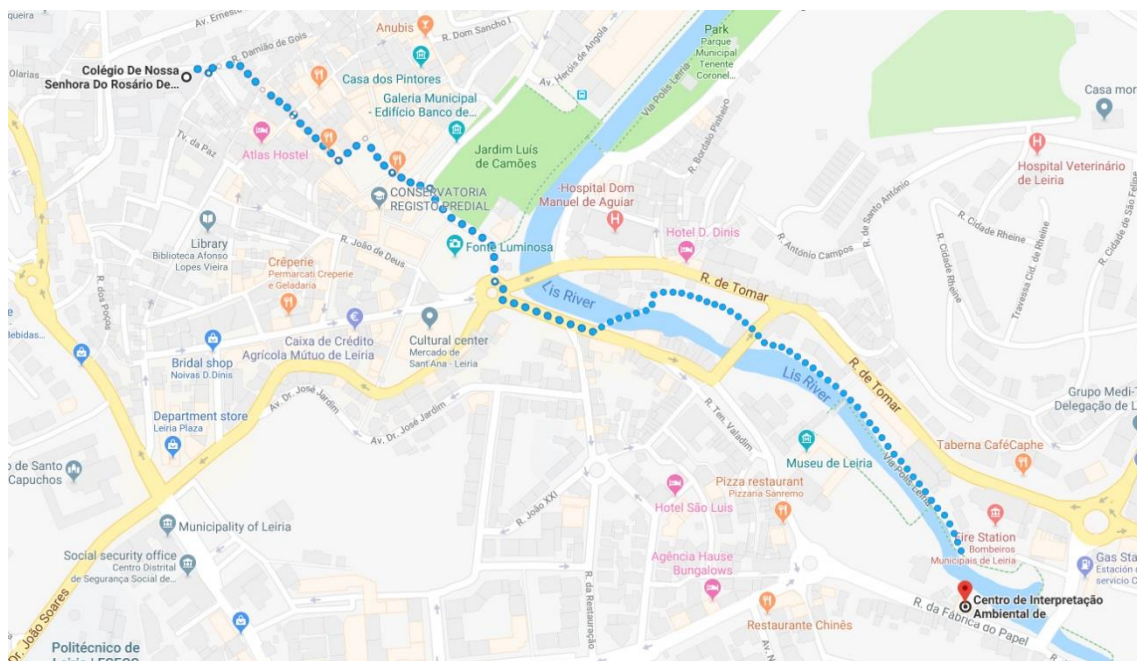


Figura 2.11 Rota realizada com o professor José Artur Pinto e os seus alunos

Durante este percurso foi feito o levantamento de aves que puderam ser observadas, todavia, posteriormente, foi realizada uma validação em conjunto do professor José Artur Pinto,

identificando os principais pontos de interesse e aves possíveis de observar em cada local, da rota.

2.4. Aplicações para observação de aves

Sendo a atividade de observação de aves cada vez mais procurada por aficionados da natureza e das diversas espécies existentes, surge a necessidade da pesquisa por aplicações existentes que permitam melhor facilitar a atividade, de forma a perceber o que estes procuram quando necessitam de aplicações para smartphone que os ajudem a encontrar e identificar diferentes espécies. Para além da observação de aves, foram estudadas algumas aplicações que utilizam, nativamente, sistemas de Realidade Aumentada, de forma a tentar aferir a melhor forma de implementar esta tecnologia com este tipo de aplicações, ajudando assim a melhorar as suas funcionalidades.

2.4.1. Aplicações dedicadas ao *birdwatching*

A *Audubon Bird Guide* (Figura 2.12) é uma aplicação disponível tanto para Android como iOS, que possui informação de 800 espécies diferentes de pássaros da América do Norte. Apesar de ser uma aplicação específica para a América, através da utilização da *app* é possível visualizar informação de *hotspots* e aves em Portugal.



Figura 2.12 Logótipo *Audubon Bird Guide*

Esta aplicação permite facilitar a observação de aves a todos os utilizadores, desde os mais experientes aos iniciados, contendo um sistema de registo de observação de uma ave através da utilização de filtros por categorias de cada espécie, facilitando assim a sua identificação (Figura 2.13). Todas as aves contêm uma descrição sobre as mesmas, desde as suas

características, como dimensões e cores, algumas referências de sons e imagens de cada espécie, incluído também os seus padrões migratórios e tipo de alimentação (Figura 2.14). Esta aplicação não necessita de autenticação para a sua utilização, sendo apenas necessária caso o utilizador pretenda registar a visualização de uma espécie [16].

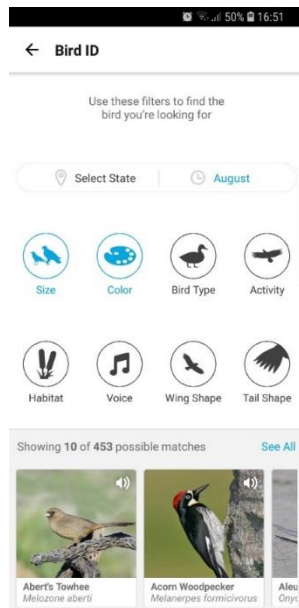


Figura 2.13 Filtragem por categorias

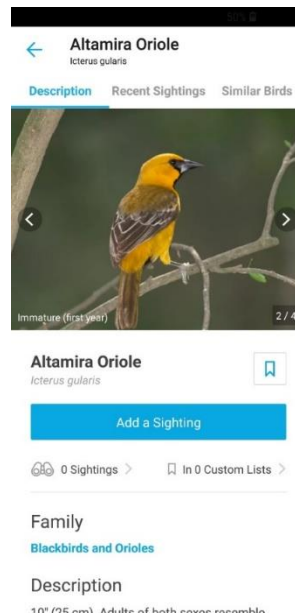


Figura 2.14 Descrição de uma espécie

Birder (Figura 2.15) é uma aplicação disponível apenas para Android, que permite através de uma base de dados criada a partir das aves visualizadas pelos utilizadores, mostrar quais as espécies que se encontram próximo do utilizador. A informação referente a algumas das espécies é bastante reduzida, sendo que por vezes a única informação disponível é apenas referente ao nome da mesma (Figura 2.16). Esta aplicação contém registos de todo o mundo, podendo ser utilizada sem limitações de localização.



Figura 2.15 Logótipo *Birder*

Através de um sistema de questões na aplicação, podem ser realizados alguns testes com perguntas sobre algumas das espécies, de forma a dar a conhecer algumas das suas características principais (Figura 2.17).

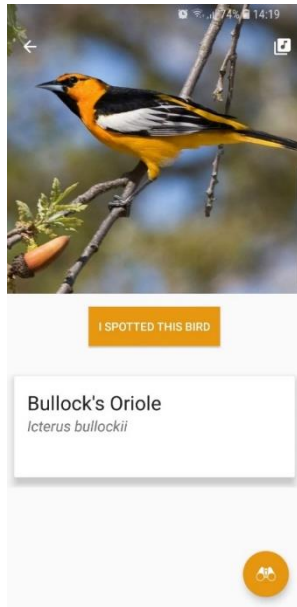


Figura 2.16 Detalhes de uma espécie

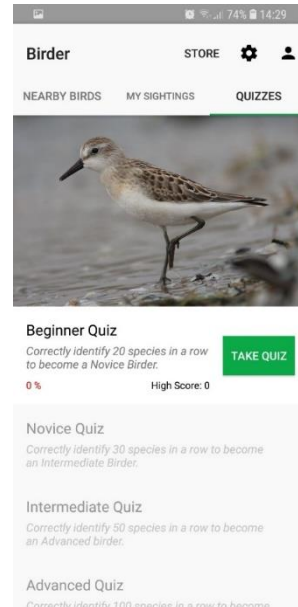


Figura 2.17 Menu de questões

BirdID (Figura 2.18) é uma aplicação para Android e iOS, desenvolvida pelo grupo norueguês Nord University, com o objetivo de ajudar na identificação e preservação das espécies de aves, servindo apenas como um guia descritivo, contendo informação das espécies existentes ao longo do paleártico ocidental. Esta aplicação contém opção de pesquisa através da silhueta da espécie, falhando em não permitir filtrar por outras características e só apresentar os resultados em forma de lista sem referência visual. Devido a isto, o utilizador é obrigado a pesquisar todos os resultados até encontrar a ave em questão, não sendo a melhor opção para utilizadores menos experientes (Figura 2.19). Para além desta opção, esta aplicação possui também uma opção de questionários, com diversas perguntas sobre as várias espécies (Figura 2.20).



Figura 2.18 Logótipo *BirdID* - Nord University

Apesar de conter informação sobre as diversas espécies do paleártico ocidental, não possui opção de apresentar informação sobre espécies próximas da localização do utilizador [17].

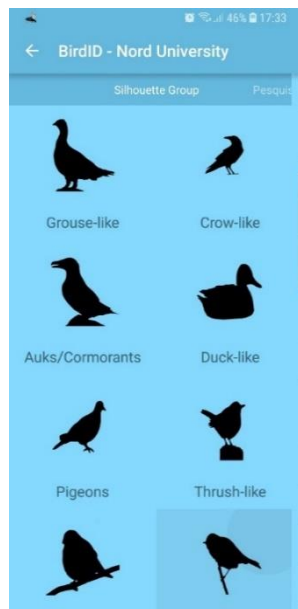


Figura 2.19 Filtro por silhueta



Figura 2.20 Questionários

A aplicação *Birds Complete Reference Guide* (Figura 2.21) é uma aplicação que funciona como um guia com informação de mais de 11.400 espécies diferentes, sendo que toda a informação como detalhes, imagens e sons só podem ser acedidos através de *links* externos, sendo necessário ligação à Internet.



Figura 2.21 Logótipo Birds Complete Reference Guide

Para realizar uma pesquisa por uma espécie, é necessário pesquisar pelo nome. Como se destina apenas a ser um guia com informação sobre as diferentes espécies, não é apresentada informação referente a quais as diferentes espécies que podem ser avistadas, perto da localização do utilizador. A aplicação está apenas disponível em Inglês, com pequenas interrupções devido ao aparecimento de alguns anúncios, na versão gratuita utilizada [18].



Figura 2.22 Várias espécies de aves existentes

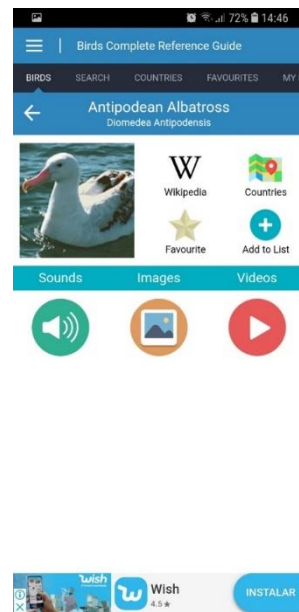


Figura 2.23 Detalhes de uma espécie

A *eBird* (Figura 2.24) é uma aplicação para Android e iOS, que possui registos de visualizações de diversas espécies de aves ao longo de todo o mundo, sendo que, ao contrário de outras aplicações de observações de aves, esta não apresenta informação sobre quais as espécies nas proximidades do utilizador. Por outro lado, permite a criação de “*Checklists*”,

com todas as espécies visualizadas pelo utilizador, permitindo adicionar imagens e outras informações.

eBird

Figura 2.24 Logótipo *eBird*

Apesar desta aplicação poder ser utilizada em modo offline, para se poder utilizar é sempre necessária a criação de uma conta, na qual serão guardados todos os dados das listas criadas pelo utilizador [19].

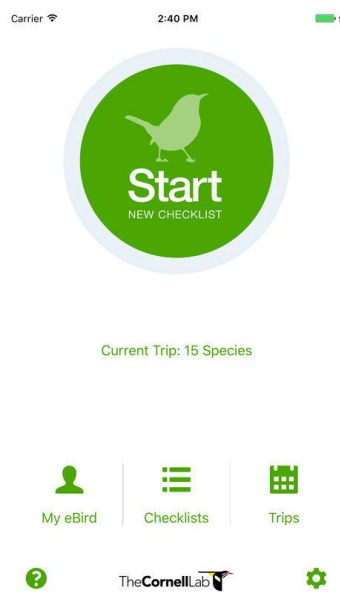


Figura 2.25 Menu inicial da aplicação

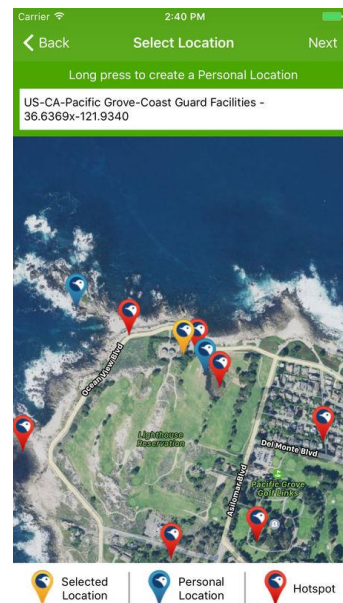


Figura 2.26 Hotspots, de acordo com as visualizações de aves

A *GoBird* (Figura 2.27) é uma aplicação para Android e iOS, desenvolvida baseando-se nos dados da plataforma *eBird*. Esta aplicação utiliza um sistema de geolocalização para mostrar algumas espécies de aves que podem eventualmente ser vistas perto da localização do

utilizador; todavia a informação facultada é reduzida, mostrando apenas o nome e algumas imagens destas mesmas espécies (Figura 2.28).



Figura 2.27 Logótipo GoBird

Para além desta informação é possível ver um mapa com possíveis *hotspots*, a partir dos quais podem ser vistas algumas destas espécies (Figura 2.29) [20].

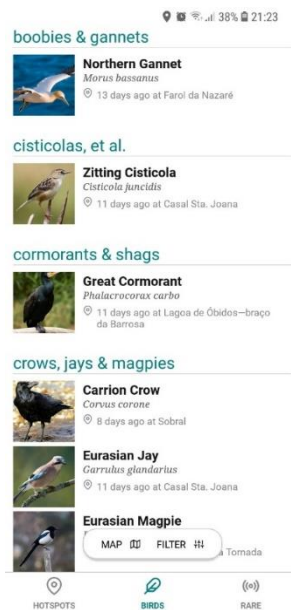


Figura 2.28 Lista de espécies num raio de 25 km



Figura 2.29 Alguns dos hotspots

A *Indian Birds* (Figura 2.30) é uma aplicação desenvolvida por um grupo de amantes pela fotografia de várias espécies, como borboletas, flores, répteis e aves. Devido à sua paixão pela fotografia, resolveram desenvolver algumas aplicações para dar a conhecer algumas das espécies por eles fotografadas, a outras pessoas.



Figura 2.30 Logótipo *Indian Birds*

Assim sendo uma destas aplicações designada de *Indian Birds*, foi desenvolvida para Android e iOS, que pretende mostrar informação sobre algumas das espécies existentes, através de criação de *hotspots*, de onde estas podem ser observadas. Devido à localização deste grupo a lista de *hotspots*, está limitada apenas a algumas regiões do mundo, sendo estas a Índia e Estados Unidos. Esta aplicação possui informação detalhada de algumas destas espécies, juntamente com algumas fotografias das mesmas [21].

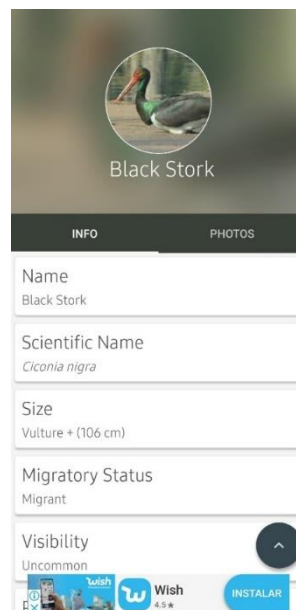


Figura 2.31 Detalhes de uma espécie de ave no *Indian Birds*

Merlin Bird ID (Figura 2.32) é uma aplicação para Android e iOS, que utiliza os dados da aplicação eBird para filtrar as diferentes espécies, facilitando assim a sua identificação. No processo de identificação de uma espécie são realizadas diversas perguntas ao utilizador,

desde a indicação da data da visualização da espécie, a sua estatura e cor da mesma e o que esta se encontrava a fazer nesse momento (Figura 2.33).



Figura 2.32 Logótipo Merlin Bird ID

Através destas questões a aplicação filtra a informação mostrando as possíveis espécies através de imagens para que esta possa ser devidamente identificada (Figura 2.34) [22].



Figura 2.33 Questionário de identificação



Figura 2.34 Possíveis resultados da pesquisa

The BirdingApp (Figura 2.35) é uma aplicação desenvolvida para Android, com informação sobre mais de 10.000 espécies diferentes. Esta aplicação não permite saber que espécies se encontram perto do utilizador, permitindo apenas a pesquisa através da categoria ou nome da ave, apresentando uma descrição, juntamente com algumas imagens e sons da mesma.



Figura 2.35 Logótipo *The BirdingApp*

Permite também a criação de uma lista de registo de espécies encontradas pelo utilizador. Os criadores da aplicação salientam ainda que esta aplicação se destina apenas a um guia de pesquisa por espécies, sendo que para identificação de espécies, os próprios sugerem a utilização de outro tipo de aplicações.



Figura 2.36 Pesquisa por espécie

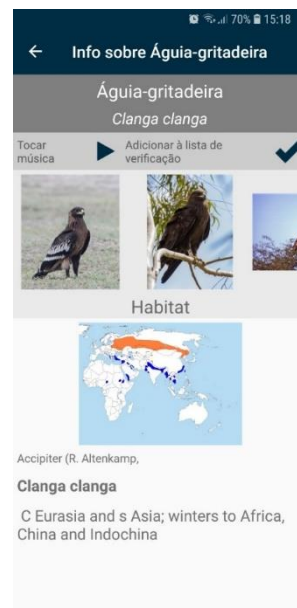


Figura 2.37 Detalhe de uma espécie através da aplicação *The BirdingApp*

2.4.2. Aplicação com aves e RA

À margem da observação de aves, surgiu a necessidade de encontrar algumas referências já existentes na utilização de Realidade Aumentada. Nesta pesquisa surge a aplicação *Animal quis* (Figura 2.38), que através do sistema de projeção, utilizando um conjunto de cartas disponibilizados pela mesma, são apresentadas figuras tridimensionais (3D) de diversos

animais, juntamente com algumas perguntas didáticas, de forma a dar a conhecer vários animais [23].



Figura 2.38 Logótipo *Animal Quiz*



Figura 2.39 Representação 3D de um pato



Figura 2.40 Imagem de algumas das cartas do jogo

2.4.3. Resumo de aplicações de Aves

Através da análise deste conjunto de aplicações, foram recolhidas informações sobre o que utilizadores e aficionados pela observação de aves, procuram nestas aplicações e as principais características proporcionadas pelas mesmas. Recolhendo informação dos dados apresentados de várias espécies à utilização de serviços de geolocalização e necessidade de utilização da Internet, foi criada uma tabela comparativa com toda esta informação (Anexo D).

Tabela 2 Resumo Tabela comparativa das aplicações analisadas

Aplicações	Características		
	Multiplataforma	Portugal	Ligação à Internet
<i>Audubon</i>	✓	✓	✗
<i>Birder</i>	✗	✓	✗
<i>BirdId</i>	✓	✗	✗
<i>Birds</i>	✓	✓	✓
<i>eBird</i>	✓	✓	✓
<i>GoBird</i>	✓	✓	✗
<i>Indian Birds</i>	✓	✗	✗
<i>Merlin</i>	✓	✓	✗
<i>BirdingApp</i>	✗	✓	✗

Foi possível identificar que, na sua maioria, muitas destas aplicações podem ser utilizadas globalmente ou em zonas específicas, sendo que em muitas delas é possível a identificação de aves em Portugal, apresentando informação sobre os seus principais pontos de observação. Outro fator que se torna relevante a este tipo de aplicações, é a sua capacidade para funcionar em modo *offline*, não necessitando de uma ligação à Internet para apresentar informação aos utilizadores, sendo que apenas as aplicações *Birds* e *eBird*, necessitam de estar constantemente ligados à Internet, podendo ser um problema para os utilizadores, por questões de consumo de tráfego ou de fraco sinal de rede.

Maior parte das aplicações analisadas podem ser utilizadas nas plataformas mais comuns, Android e iOS, à exceção da aplicação *Birder* e *The BirdingApp*, estando disponíveis apenas para o sistema Android. Por outro lado, todas estas aplicações são gratuitas para utilização, servindo-se em alguns casos de inserção de anúncios, permitindo um financiamento da aplicação.

Algumas destas aplicações contêm funcionalidades interessantes como pesquisa por categorias ou através de reconhecimento de imagens (*Audubon*, *Merlin*), a possibilidade de identificar aves, ou realização de questionários.

Apesar destas funcionalidades, existem alguns pontos a ter em consideração antes da implementação de funcionalidades semelhantes nesta aplicação. A introdução de imagens na aplicação por parte do utilizador, é um desses casos devido à necessidade de uma constante validação científica antes de esta poder ser adicionada à aplicação, algo que, no nosso caso, seria de difícil implementação, devido a não haver alguém que possa ser responsável por esta confirmação após a disponibilização desta aplicação.

2.5. Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia, que visa permitir a interatividade entre objetos reais e virtuais em tempo real. Esta tecnologia consiste na sobreposição de informação digital, como modelos 3D digitais, em cenários do mundo real.

A tecnologia de Realidade Aumentada, como hoje a conhecemos, teve origem em 1968 por Ivan Sutherland e Bob Sproull, sendo apenas introduzida como “Realidade Aumentada” em 1992, por dois funcionários da empresa Boeing (Tom Caudell e David Mizell). Surgiu na tentativa de encontrar uma solução para agilizar o processo de fabricação industrial de uma linha de montagem do Boeing 747. Neste processo, cuja função era colocar fios elétricos em mais de mil placas, os funcionários teriam de consumir grande parte do tempo a verificar os diagramas várias vezes no papel durante a produção. Como solução para este problema foi realizada a digitalização dos diagramas, posteriormente a serem apresentados através de óculos numa placa universal, como fios virtuais, agilizando assim todo o processo de produção [24], [25].

2.5.1. Evolução da RA

O surgimento desta tecnologia remota à data de 1968, quando *Ivan Sutherland*, professor de Harvard, juntamente com *Bob Sproull*, um de seus alunos, fizeram uma primeira abordagem à Realidade Aumentada, ao que deram o nome de “*The Sword of Damocles*” [26]. A invenção criada por *Ivan Sutherland* e *Bob Sproull*, consistia num aparelho ocular que era pendurado no teto, permitindo ao utilizador observar imagens gráficas, produzidas em computador [26].

Em 1974 *Myron Krueger* desenvolveu uma nova abordagem à Realidade Aumentada, criando um projeto chamado “*Videoplace*”, que combinava um sistema de projeção de imagens, utilizando câmaras de vídeo, permitindo produzir sombras no ecrã, tendo como objetivo dar a ideia ao utilizador de se encontrar num ambiente interativo [26].

Apesar de os primeiros avanços nesta tecnologia terem surgido em 1968 apenas em 1990 esta terminologia foi apelidada de Realidade Aumentada por *Tom Caudell* [26]. *Tom Caudell* e *David Mizell*, ambos funcionários da *Boeing*, numa tentativa de melhorar a fabricação industrial numa linha de montagem do *Boeing 747*, onde era necessária a inserção de fios elétricos em várias placas eletrônicas, tiveram a ideia de digitalizar os diagramas nestas mesmas placas, permitindo através da utilização de óculos, mostrar de forma digital os vários fios numa placa universal. Assim foi possível facilitar o trabalho, permitindo aos trabalhadores, não ficarem dependentes de olhar constantemente para os papéis com os diagramas de produção [25].

Em 1992 surge o primeiro sistema funcional a utilizar realmente Realidade Aumentada. *Louis Rosenburg* do laboratório de pesquisa *USAF Armstrong’s*, cria um sistema robótico que permite colocar informação digital na mesa dos trabalhadores, de forma a tornar o seu trabalho mais eficiente, podendo ser considerado um dos primeiros projetos a realizar o que muitos sistemas de Realidade Aumentada fazem hoje em dia [26].

Fora da área da fabricação e informática, surge em 1994, a primeira implementação de Realidade Aumentada usada na área da cultura, foi com o projeto “*Dancing in Cyberspace*”, permitindo apresentar acrobatas a dançar num teatro ao longo de objetos virtuais, colocados em palco, enquanto a peça era produzida [26].

Em 1998 a *Sportsvision* utilizou um sistema de Realidade Aumentada que permitiu mostrar uma marca amarela durante um jogo em direto de NFL. Esta ideia pode ser agora vista na maioria de jogos de futebol sendo considerado, nos dias de hoje, normal, mas apresentando um marco importante para a história da Realidade Aumentada [26].

Durante os testes de voo da NASA em 1999, foi realizada a integração de um sistema Realidade Aumentada, nas suas naves X-38, de forma a facilitar o processo de navegação [26].

Um grande avanço na tecnologia de Realidade Aumentada surge em 2000, por parte de *Hirokazu Kato* do instituto de ciências e tecnologia Nara no Japão, através do

desenvolvimento de um software chamado *ArToolKit*, permitindo capturar ações do mundo real e combinar com interações de objetos virtuais [26].

Ao longo dos anos esta tecnologia tem vindo a evoluir, cada vez mais e tem sido explorada em várias áreas desde a indústria, às ciências, medicina, videojogos, turismo, entre outras, podendo-se verificar como uma tecnologia revolucionária, que poderá vir a sofrer novas evoluções ao longo dos anos.

Através da utilização de equipamentos como câmaras digitais e sistemas de posicionamento global (GPS), cria a possibilidade de sobrepor a realidade virtual no nosso campo de visão.

2.5.2. Principais áreas de aplicação da RA

De seguida apresentam-se alguns exemplos de áreas da sociedade onde pode ser aplicada a Realidade Aumentada e de que forma.

Turismo – através da integração em locais históricos, introduzindo dados virtuais em imagens reais, de forma a ajudar o utilizador a melhor identificar monumentos, moradas e obter informação sobre distâncias, dados históricos, ou até mesmo na reconstrução virtual de edifícios, ajudando a perceber como estes eram em outros tempos;

Ensino – utilizada na criação de questões e atividades pedagógicas, que permitam auxiliar e motivar as crianças, na sua aprendizagem, ajudando no seu desenvolvimento;

Medicina – como forma de auxiliar nos processos cirúrgicos, através de um processo de simulação, permitindo aos cirurgiões ter um panorama mais preciso do procedimento a realizar;

Jogos Virtuais – em jogos didáticos, realizando questões de acordo com imagens 3D apresentadas ao utilizador, ou em jogos baseados na geolocalização do utilizador, permitindo a interação do utilizador com o que o rodeia;

Arte – utilizado em museus quando todas as obras de um artista não podem ser mostradas na totalidade, pode ser recorrida à elaboração de um museu virtual, utilizando esta tecnologia, de forma a dar a conhecer todas as obras na sua totalidade;

2.5.3. Tipos de Realidade Aumentada

No processo de implementação da Realidade Aumentada, existe a necessidade de alguns componentes básicos para a sua utilização, sendo que para esta tecnologia funcionar existe a necessidade de ter um objeto real ou alguma marca que permita a integração de um objeto virtual. Após a escolha deste objeto é necessária a utilização de uma câmara ou dispositivo capaz de mostrar a informação virtual pretendida e por último um software responsável pela interpretação do sinal transmitido [16].

A tecnologia de Realidade Aumentada tem sido explorada na sua utilização quer em espaços abertos, quer em espaços fechados, como centros comerciais e supermercados, disponibilizando informação sobre lojas e produtos, através do reconhecimento do software. Num futuro cada vez mais próximo pretende-se poder apresentar informação como se de um PC se tratasse, permitindo uma interação manual com este tipo de tecnologia, permitindo ao utilizador, controlar este tipo de informação [16].

Através de um processo de classificação, os sistemas de Realidade Aumentada podem ser subdivididos em várias tipologias, consoante a forma como os dados são apresentados, por exemplo: ótica direta, vídeo baseado em ecrã, projeção, baseado ou sem marcadores, por sensores e *tracking*.

Ao longo da evolução da realidade aumentada vários tipos de implementação foram desenvolvidos, criando algumas tecnologias standard de maneira a agilizar todo um processo de implementação de novos sistemas.

Ótica direta – Este sistema consiste na utilização de óculos ou de um capacete com lentes, capaz de receber imagens reais, ao mesmo tempo que processa informação virtual de forma a serem devidamente ajustadas à situação real. É utilizado maioritariamente no desenvolvimento nas áreas da indústria, de forma a facilitar o processo de fabricação, e na criação de videojogos, utilizando como sistema de visualização óculos de realidade aumentada [16].

Vídeo baseado em monitor – Ao contrário do sistema por ótica direta, este sistema não necessita de utilização de óculos, utilizando apenas uma *webcam* para capturar imagens do mundo real, realizando a junção dos objetos reais e virtuais, gerando uma imagem final a ser apresentada num ecrã. Utilizada como uma alternativa mais económica relativamente à ótica direta utilizada na indústria [16].

Projeção – O sistema de projeção consiste na utilização de figuras reais, como imagens, marcadores (código de barras, QR Code) ou até mesmo objetos, permitindo a um software de realidade aumentada, projetar imagens virtuais sobre essas mesmas figuras. Desta forma é possível realizar a combinação entre o mundo real e virtual sem a necessidade de utilizar equipamento adicional [16].

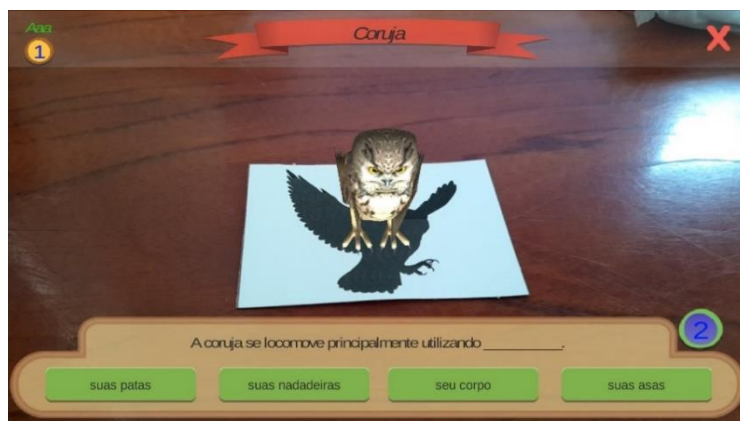


Figura 2.41 Representação do sistema de projeção utilizando a aplicação *Animal Quiz*

Baseado em marcadores – Este sistema utiliza marcadores a preto e branco ou a cores, que têm a finalidade de ativar informação virtual através da utilização de realidade aumentada, quando a câmara é direcionada ao mesmo. Estes marcadores são imagens, como QR Codes ou códigos 2D, que por meio de um software apresentam informação ao serem ativados [27]. Normalmente este método é utilizado para fins publicitários, como catálogos, revistas e posters [27].

Sem marcadores – Como alternativa à utilização de marcadores, este método permite a integração de algoritmos capazes de identificar padrões, cores e formas, visíveis através de uma câmara, permitindo ativar ações que utilizam realidade aumentada, quando um objeto é apresentado na câmara. Método bastante utilizado no desenvolvimento de aplicações que não necessitam de uma ligação direta ao mundo real, sendo que a posição dos objetos é definida através da utilização de deteção de um plano ou a flutuar sem contacto com o solo.

Baseado em sensores – Este método ao contrário da utilização de marcadores, de forma a reconhecer objetos, baseia-se na utilização da Internet, câmara e um conjunto de sensores como o GPS, acelerómetro e giroscópio existentes num dispositivo; este permite apontar a

câmara em qualquer direção, criando uma versão aumentada daquilo que nos rodeia, apresentando um conjunto de objetos virtuais em redor do utilizador, especificamente colocados em várias localizações [27].

Tracking – Utilizando um mecanismo de reconhecimento de objetos, é possível que uma aplicação de realidade aumentada, reconheça possíveis alterações de orientação e movimentos, permitindo manter uma constante localização deste mesmo objeto.

Com o elevado crescimento dos telemóveis, melhorando as suas capacidades computacionais e a integração de sistemas como câmara fotográfica e GPS, tornou-se possível a integração da realidade aumentada em dispositivos móveis [24].

Hoje em dia, muitos dos *smartphones* atuais vêm dotados com a capacidade de utilização da geolocalização, tornando possível mostrar informação detalhada sobre os locais por onde o utilizador passou, desta forma através da utilização da câmara incorporada no dispositivo, é possível apresentar no ecrã do utilizador informação referente a edifícios, objetos ou locais de possível interesse para o utilizador, à medida que este se vai deslocando ao longo de um determinado local [24].

2.6. SDK de Realidade Aumentada

No desenvolvimento de aplicações que integram a utilização da realidade aumentada, existe uma variedade de ferramentas que permitem facilitar o processo de implementação destas aplicações, permitindo o reconhecimento de objetos e integração de informação 2D e 3D através da câmara do telemóvel. Outras características analisadas nestes SDK foram a utilização de geolocalização, a possibilidade de utilização *offline* (sem necessidade contínua de ligação à Internet) e a utilização da tecnologia SLAM, baseada na Localização e Mapeamento em Simultâneo (*Simultaneous Localization and Mapping*), permitindo à aplicação reconhecer o mundo real através da utilização de um sistema de pontos.

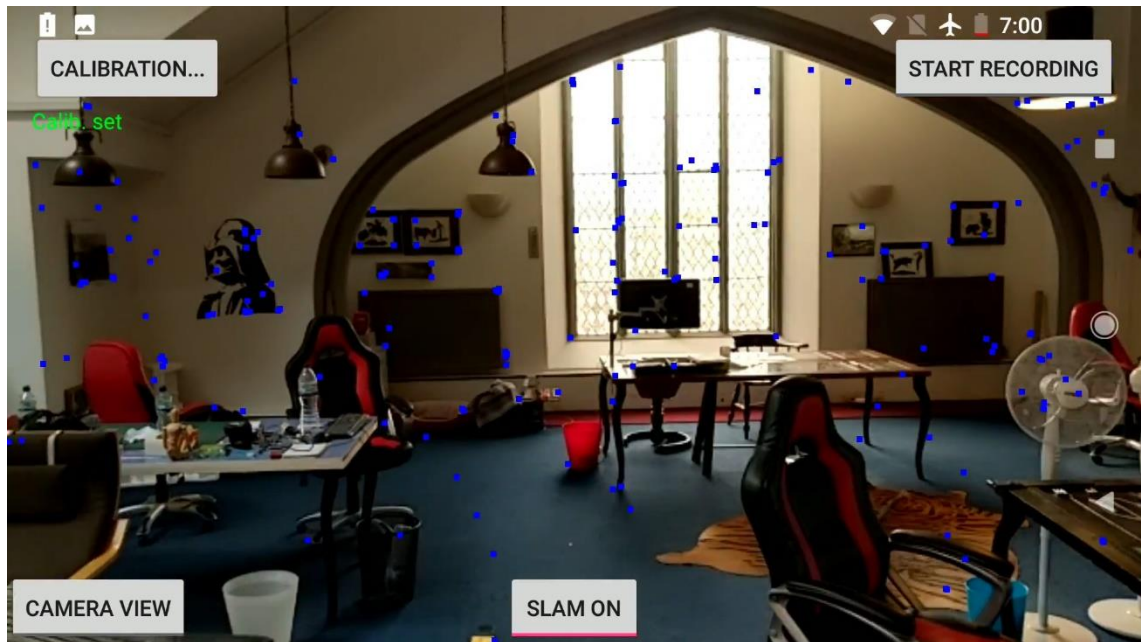


Figura 2.42 Utilização da tecnologia SLAM retirada da demo do SDK Kudan

2.6.1. Tipos de SDK

Através de uma análise detalhada de algumas das ferramentas mais utilizadas, foi criada uma lista dos vários tipos de ferramentas existentes, descrevendo as suas principais funcionalidades e o que as distingue umas das outras.



Figura 2.43 Logótipo SDK Wikitude

Wikitude é um SDK desenvolvido de forma a facilitar o desenvolvimento de aplicações baseadas em realidade aumentada (Figura 2.43). O seu desenvolvimento foi baseado num sistema de localização, podendo ser integrado através da utilização com ou sem marcadores [28].

Este SDK permite um constante reconhecimento de objetos em tempo real, através da utilização da tecnologia de realidade aumentada num ângulo de 360°, permitindo o reconhecimento e localização de objetos e espaços, através da tecnologia SLAM [28].

O sistema de localização instantâneo, permite adicionar informação e objetos digitais em vários tipos de superfície sem a necessidade de utilização de marcadores [28].

Através do reconhecimento e localização de objetos, permite o reconhecimento de várias imagens, sem a necessidade de uma ligação à Internet. Este SDK permite também o reconhecimento de várias imagens em simultâneo, tornando possível apresentar objetos 3D, botões, imagens e vídeos, para cada uma das imagens identificadas. O processo de identificação de imagens, sem a necessidade de uma ligação à Internet, está limitado a um total de 1000 imagens. Este SDK vem equipado com um sistema de armazenamento de *cloud*, que permite o armazenamento de várias imagens [28].

A utilização deste SDK pode ser integrada com o sistema de geolocalização, permitindo referir diversos pontos geográficos através da utilização do GPS ou de uma rede criada através de *beacons*¹[28].

A integração de objetos 3D pode ser realizada através de ferramentas externas como o *Autodesk® Maya® 3D*, *Blender* ou *Unity3D* [28].

Os preços de utilização deste SDK podem variar, entre os 2490 € aos 4490 € ao ano, consoante o plano e as suas funcionalidades. O plano SDK PRO está limitado à utilização de geolocalização e reconhecimento de imagens 2D. O plano SDK PRO 3D integra, para além das funcionalidades do plano anterior, a tecnologia SLAM para reconhecimento de objetos e espaços. Por último o plano *CLOUD*, como o nome indica permite a utilização do sistema *cloud* para armazenamento de imagens [28].

ARKit (Figura 2.44) é um SDK desenvolvido para iOS, que permite o desenvolvimento de aplicações baseadas em realidade aumentada. Esta ferramenta permite que vários utilizadores possam partilhar uma experiência de realidade aumentada, em que todos os conteúdos apresentados são partilhados entre os mesmos [29].

¹ Unidade de localização de objetos através da utilização do GPS, permitindo localizar e seguir determinado objeto.

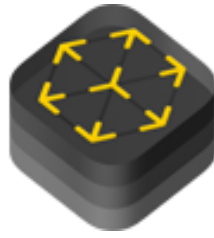


Figura 2.44 Logótipo SDK *Arkit*

Todos os dados e objetos criados por este sistema são guardados em sessões, permitindo que um utilizador possa continuar a qualquer altura, guardando todos estes dados, de forma a poderem ser acedidos no futuro [29].

O *ARKit* permite o reconhecimento de imagens 2D, em tempo real, ou objetos 3D como esculturas, bonecos ou mobília [29].

Este SDK é gratuito, sendo que possui um programa de distribuição anual para programadores de \$99 [29].

ARCore (Figura 2.45) é uma plataforma desenvolvida pela Google, que permite o desenvolvimento de aplicações que utilizam realidade aumentada. Esta ferramenta permite que um telemóvel, consiga perceber o que o rodeia, possibilitando a interação com essa informação [30].



Figura 2.45 Logótipo SDK *ARCore*

Esta plataforma utiliza três características chave para permitir a interação com o mundo real, utilizando a câmara do telemóvel como interface de ligação:

- ***Motion tracking*** – permite ao telemóvel perceber e localizar a sua posição relativamente ao que o rodeia;

- ***Environmental understanding*** – possibilita a detecção de tamanho, localização e diversos tipos de superfície, como a sua posição (horizontal, vertical), ângulos ou objetos;
- ***Light estimation*** – permite ao telemóvel estimar quais as condições de iluminação do ambiente que o rodeia.

Esta plataforma é suportada por diversos tipos de telemóveis, que corram versões do Android 7.0 (*Nougat*) ou superiores, e para sistemas iOS a partir do iPhone 6S ou iPad de quinta geração [30].

O processo de funcionamento deste SDK baseia-se no reconhecimento e localização do dispositivo, em tempo real, e criando a sua própria perceção do mundo real [30].

Através da câmara do telemóvel são identificados pontos de interesse e é registado como estes se movem ao longo do tempo. Combinando a movimentação destes pontos com os sensores do telemóvel, permite o reconhecimento de objetos e superfícies planas (SLAM), que possibilitem a interação, de forma a permitir a introdução de objetos ou informação sobre estes pontos [30].

Utilizando um modelo de testes, desenvolvido pela Google, foi possível analisar algumas destas funcionalidades, desde o reconhecimento de imagens e marcadores, ao reconhecimento de planos utilizando a tecnologia SLAM, através da qual se pode verificar o *tracking* em tempo real de objetos, introduzidos neste plano.

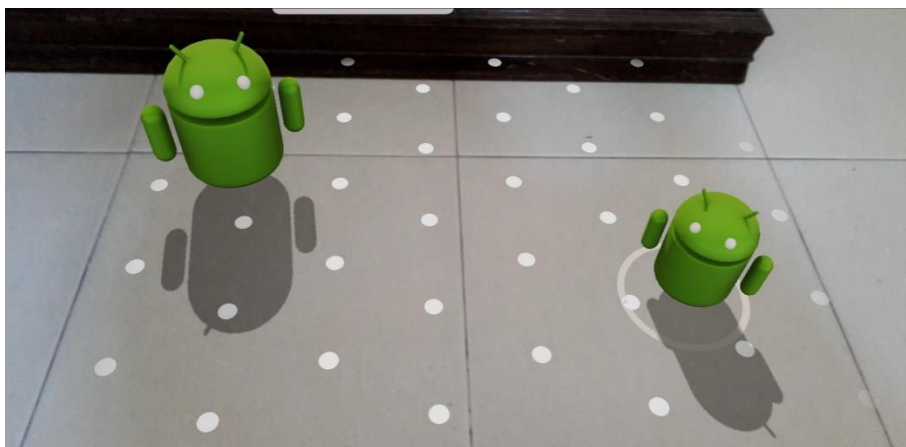


Figura 2.46 Exemplo de utilização do *ARCore* para reconhecimento de objetos em tempo real

O desenvolvimento de aplicações utilizando o SDK Vuforia (Figura 2.47) permite a integração de sistemas de realidade aumentada. Este SDK permite o reconhecimento de objetos pela sua forma utilizando modelos representativos 3D, possibilitando a deteção de superfícies horizontais, onde possam ser introduzidos conteúdos digitais [31].



Figura 2.47 Logótipo SDK *Vuforia*

Através do reconhecimento de objetos é possível identificar um ou diversos alvos reconhecendo imagens, em papel ou revistas [31].

Para além da identificação por objetos, este SDK permite a identificação através de marcadores (VuMarks), funcionando como um código de barras, que pode ser interpretado pela câmara do telemóvel [31].

Os Vumarks podem ser totalmente personalizados pelo utilizador, seguindo um padrão de desenvolvimento, baseado numa forma geométrica com o mínimo de 4 cantos, podendo ser introduzidas imagens ou logotipos de identificação. Estes marcadores são utilizados como planos, onde serão adicionados conteúdos digitais.



Figura 2.48 Exemplos de *Vumarks*

A estes conteúdos digitais é possível a introdução de botões digitais de possível interação, permitindo ao utilizador realizar ações com a informação apresentada, desde alterar conteúdos, apresentar informação e outras operações.

Vuforia é um SDK gratuito exclusivo para testes de desenvolvimento, contendo, adicionalmente, duas versões pagas, uma versão Classic com um preço de \$499, que permite a utilização do reconhecimento de objetos e imagens, como a opção de marcadores ou a opção Cloud, com o preço de \$99 por mês, que consiste nas funcionalidades da versão Classic, juntamente com o serviço de *cloud* para armazenamento de imagens [31].

Maxst AR SDK (Figura 2.49) é uma ferramenta de desenvolvimento de aplicações que utilizam a realidade aumentada. Esta ferramenta tira partido da câmara do dispositivo em funcionamento para executar a funcionalidade de reconhecimento de superfícies e objetos [32].



Figura 2.49 Logótipo SDK Maxst

Através da tecnologia SLAM é possível recolher pontos de um espaço 3D, de forma a criar um ficheiro, que simboliza uma representação virtual da área que rodeia o utilizador [32].

Uma versão de testes é disponibilizada, para permitir analisar todas as funcionalidades existentes nesta ferramenta, para além do reconhecimento por imagens é possível testar a tecnologia SLAM, mapeando um espaço real de forma a identificar um plano através do qual se pode adicionar objetos 3D e verificar o *tracking* destes objetos em tempo real, tendo em conta a sua posição e dimensões.



Figura 2.50 Exemplo de *tracking* de objetos através da tecnologia SLAM

A funcionalidade de identificação de imagens permite criar uma base de dados local, capaz de reconhecer e interagir com um total de 200 imagens diferentes em 0.2 segundos, possuindo um serviço *cloud* que permite o reconhecimento de 10.000 imagens em menos de 1 segundo [32].

Como na identificação de imagens este serviço permite a identificação através de marcadores ou códigos de barras, que podem ser colocados em vários pontos distintos de maneira a permitir a interação por parte dos utilizadores com os mesmos [32].

Este serviço dispõe de várias licenças diferentes, sendo que contém uma versão gratuita, mas obriga à existência de uma marca de água constante de identificação do serviço, ou um plano que requer apenas um pagamento de \$499 sem o serviço de *cloud*. Para se ter acesso ao serviço de *cloud*, passa a ser necessário um pagamento anual de \$599 [32].

DeepAR (Figura 2.51) é uma plataforma de desenvolvimento que permite a integração de um sistema de identificação de expressões faciais em conjunto com a incorporação da realidade aumentada, para a criação de máscaras que podem ser integradas, em tempo real, com a câmara do dispositivo [33].



Figura 2.51 Logótipo SDK *DeepAR*

O reconhecimento facial é realizado utilizando dados de vários modelos em conjunto com tecnologias de *machine learning* em objetos 3D, de forma a ser possível identificar mais de 68 pontos característicos da face do utilizador [33].

EasyAR (Figura 2.52) é um SDK que permite a integração da realidade aumentada, ajudando no desenvolvimento de aplicações para Android e iOS. Através da utilização de marcadores criados com QR Codes, ou através de imagens é possível identificar objetos e apresentar informação apropriada em tempo real relativamente aos objetos identificados [34].



Figura 2.52 Logótipo SDK *EasyAR*

Utilizando a tecnologia SLAM é também possível fazer um mapeamento do espaço em volta do utilizador, identificando por método de pontos, objetos e planos existentes, de forma a possibilitar a integração de informação digital em tempo real, nas imagens recebidas [34].

Este serviço está disponível em duas versões, Basic, uma versão gratuita que inclui o sistema de reconhecimento através de imagens e marcadores, e uma versão Pro que consiste na integração do serviço SLAM ao plano básico, tendo um custo único de \$499 [34].

ARToolKit (Figura 2.53) é uma biblioteca *open source*, utilizada na implementação de aplicações para dispositivos móveis, para integração da realidade aumentada [35].



Figura 2.53 Logótipo SDK *ARToolKit*

Utilizando a câmara de um dispositivo é possível realizar o reconhecimento e localização de vários objetos, utilizando os sensores de posicionamento e orientação do dispositivo [35].

O processo de identificação de objetos é realizado através da utilização de pequenos quadrados pretos, servindo como marcadores, ou utilizando o processo de identificação de imagens [35].

A criação de objetos 3D pode ser realizada por *plugins* de integração à ferramenta *Unity* e *OpenSceneGraph* [35].

Apesar de ser uma ferramenta gratuita, por vezes a sua integração torna-se um pouco complicada, levando à necessidade de mais tempo de implementação e um estudo mais alargado para integrar este sistema numa aplicação por parte dos programadores [35].

Xzimg (Figura 2.54) é uma plataforma de desenvolvimento, multiplataforma, que permite a integração de tecnologias de realidade aumentada para deteção de faces ou imagens, através da utilização da câmara de um dispositivo [36].



Figura 2.54 Logótipo SDK *Xzimg*

Os conteúdos de realidade aumentada são apresentados ao utilizador em tempo real, tendo como ferramenta de desenvolvimento para estes conteúdos, a integração com o *Unity* para a criação dos mesmos [36].

Esta ferramenta é disponibilizada em duas versões, consistindo numa versão gratuita para desenvolvimento não comercial, e uma versão profissional com um valor de aproximadamente 2200 € que pode ser utilizada em aplicações comerciais [36].

Kudan (Figura 2.55) é uma ferramenta de integração da tecnologia de realidade aumentada, que consiste na utilização do sistema SLAM para análise e reconhecimento de objetos ao redor do utilizador através da utilização de sensores [37].



Figura 2.55 Logótipo SDK *Kudan*

Permite o reconhecimento de objetos através da utilização de uma ou várias câmaras num ângulo de 360°, podendo utilizar o GPS para identificar a localização dos objetos e do utilizador. Outra forma de localização pode ser realizada através de uma utilização assíncrona, sem necessidade de utilização de uma ligação à Internet, sendo que para este efeito é necessário a existência de mapas previamente guardados no dispositivo [37].

Augmented Pixels (Figura 2.56) desenvolve um conjunto de ferramentas, que utiliza como base a tecnologia SLAM para reconhecimento de objetos e planos através da realização de cálculos que permitem determinar a sua posição em tempo real [38].



Figura 2.56 Logótipo SDK *Augmented Pixels*

Para realizar estes cálculos é necessária a utilização de um dispositivo com acesso a uma câmara e vários sensores que permitam calcular distâncias entre o utilizador e o que o rodeia,

a partir de lasers, sonar ou acelerómetro e giroscópio (*IMU - Inertial Measurement Unit*) [38].

A empresa *Catchroom* (Figura 2.57) desenvolveu um SDK de realidade aumentada *CraftAR*, gratuito, que permite o reconhecimento de imagens guardadas no dispositivo sem a necessidade de ter ligação à Internet [39].



Figura 2.57 Logótipo SDK CraftAR

Esta ferramenta possui diversa documentação que auxilia o desenvolvimento para vários dispositivos, de forma a facilitar a sua integração em diversas plataformas [39].

2.6.2. Resumo de SDK para AR

Para além dos SDK apresentados, existem muitos outros que poderiam ser referidos, mas, de modo a simplificar a análise, apenas foram referidos os que têm uma maior implantação no mercado ou que possuam características interessantes que pudessem auxiliar no desenvolvimento da aplicação.

Ainda neste domínio, existe uma ferramenta desenvolvida pela *Escher Reality*, utilizada na implementação da aplicação *Pokemon GO*. Esta ferramenta possibilita a criação de uma aplicação multiutilizador, permitindo guardar objetos digitais em vários pontos do mundo, através da persistência destes dados durante um determinado período de tempo. Apesar das suas características, este SDK não pode ser utilizado devido a ter sido adquirido pela empresa *Niantic*, que limitou a sua utilização [40].

Através desta análise foi criada uma tabela comparativa de forma a ser possível identificar as características principais (Anexo E), pretendidas no desenvolvimento da aplicação deste projeto.

Tabela 3 Resumo tabela comparativa de funcionalidades dos SDK's

SDK	Características			
	Versões	Multiplataforma	Modelos 3D	Ligação à Internet
<i>Vuforia</i>	Grátis e Paga	✓	✓	✗
<i>Maxst</i>	Grátis e Paga	✓	✓	✗
<i>DeepAr</i>	Grátis e Paga	✗	✗	✗
<i>EasyAr</i>	Grátis	✓	✗	✗
<i>ArToolkit</i>	Grátis	✓	✓	✗
<i>Xzing</i>	Grátis e Paga	✓	✓	✗
<i>Kudan</i>	Grátis e Paga	✓	✗	✗

2.7. Principais desafios

Através de toda a análise realizada à tecnologia existente de RA, a diversas aplicações relacionadas com *birdwatching* e público alvo, realizado ao longo deste capítulo, foi possível perceber algumas das principais características e funcionalidades. Com um elevado grau de importância foi importante fazer o estudo da arte, do qual resulta a identificação da estratégia, mas cria alguns desafios no desenvolvimento desta aplicação.

Recolhendo informação das aplicações e através dos resultados obtidos num inquérito realizado de forma a caracterizar potenciais utilizadores, apresentado no Capítulo 3 da metodologia, onde foi possível perceber a importância do desenvolvimento de uma aplicação que seja compatível com Android e iOS. Sendo que apesar de a maioria das pessoas que realizaram este questionário são utilizadores de dispositivos Android, existem aproximadamente 22% de utilizadores de dispositivos iOS, criando a necessidade de criar uma aplicação multiplataforma que possa ser utilizada pela maioria destes utilizadores.

A utilização dos dados móveis (Internet) cria um desafio nesta aplicação. Para o funcionamento da mesma, existe a necessidade de utilização de sistemas de localização utilizando ferramentas como mapas que necessitam de receber informação da Internet, juntamente como o conteúdo de várias espécies de aves que habitam ao longo do rio Lis. Uma vez que, através do questionário realizado, foi possível verificar a preocupação das

peçoas, relativamente à utilização da Internet nas aplicações, é necessário encontrar uma solução de maneira a minimizar a sua utilização.

A apresentação das várias aves, é pensada ser realizada através de rotas e de um sistema de geolocalização, de forma a apresentar a informação das várias espécies que se encontram perto da localização do utilizador. Para este efeito poderia ser utilizado um sistema de *beacons*, mas este processo levaria à necessidade de criação de pontos específicos com equipamentos Bluetooth ao longo do rio Lis, provocando um aumento no custo de desenvolvimento da aplicação. Desta forma uma opção mais rentável para o desenvolvimento deste sistema seria a utilização de sistemas como *hotspots* ou *geofences*.

Ainda referente à apresentação da informação das várias espécies, surge a necessidade de alertar o utilizador relativamente a esta informação, algo que pode ser realizado através da utilização do serviço de notificações do *smartphone*. Mas, de acordo com a informação recolhida no inquérito, a maioria das pessoas considera que estes tipos de notificações são incomodativas quando apresentadas de forma excessiva, desta forma é necessário explorar alternativas para esta solução.

Por último através da investigação realizada, não foi possível encontrar nenhuma aplicação que integre a utilização da realidade aumentada neste tipo de aplicações, não tendo sido encontrado nenhum exemplo de implementação para este tipo de aplicações, assim é necessário explorar alguns serviços de realidade aumentada para dispositivos móveis, de maneira a descobrir a melhor forma de introduzir esta funcionalidade, sem que a sua utilização não influencie o funcionamento da mesma.

3. Metodologia

No processo de desenvolvimento desta aplicação, Guard@Lis, e de maneira a facilitar o seu procedimento, optou-se pela utilização de uma metodologia ágil. Das metodologias existentes, consideramos que a mais adequada seria a *Extreme Programming*, consistindo num processo iterativo, que permite o desenvolvimento através de pequenos ciclos de funcionalidades da aplicação, de forma a responder rapidamente à mudança de requisitos, sem criar um aumento de custos no desenvolvimento [41].

Esta metodologia tem uma utilização frequente no desenvolvimento de projetos de menores dimensões, integrados em pequenas/médias equipas, em que o desenvolvimento do projeto é cooperativo entre todos os membros da equipa [41].

Nesta metodologia, a equipa trabalha no desenvolvimento de um conjunto de funcionalidades, acompanhando todo o seu processo através da realização de reuniões periódicas, para recolha de requisitos e fácil esclarecimento de preocupações ou problemas referentes ao desenvolvimento, mantendo uma comunicação constante entre a equipa [41].

Na metodologia *Extreme Programming* (Figura 3.1) é essencial responder às necessidades do cliente, apresentando versões de demonstração constantes, de maneira a recolher feedback, sobre o processo de desenvolvimento da aplicação [41].

Os requisitos desta metodologia são apresentados na forma de *user stories*, que descrevem as necessidades da aplicação descritas pelo cliente, juntamente com a sua prioridade. As *user stories* não necessitam de ser demasiado complexas, contendo apenas informação suficiente que permita à equipa aferir do tempo necessário para o desenvolvimento de cada uma destas funcionalidades [41].

Através da análise das *user stories*, tendo em conta a sua prioridade e tempo previsto ao seu desenvolvimento, o projeto é dividido em iterações, com pequenos lançamentos, permitindo ao utilizador manter-se ao corrente do estado da mesma [41].

Extreme Programming (XP) Methodology

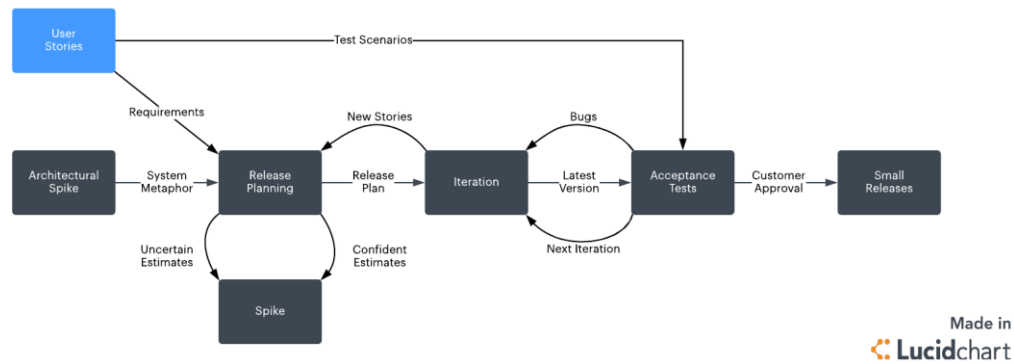


Figura 3.1 Imagem ilustrativa da metodologia ágil *Extreme Programming* retirada do site Lucidchart

No desenvolvimento de cada *user story*, estão sempre associados um ou mais testes de aceitação, que permitem confirmar a sua correta implementação, de forma a minimizar a ocorrência de *bugs* futuros na aplicação [41].

3.1. Gestão de User Stories

Relativamente ao suporte da metodologia utilizada neste projeto, foi utilizada a ferramenta *Trello*, para uma melhor gestão das *user stories*, permitindo a sua subdivisão ao longo de várias *releases* (Figura 3.2), definidas através da prioridade das tarefas.

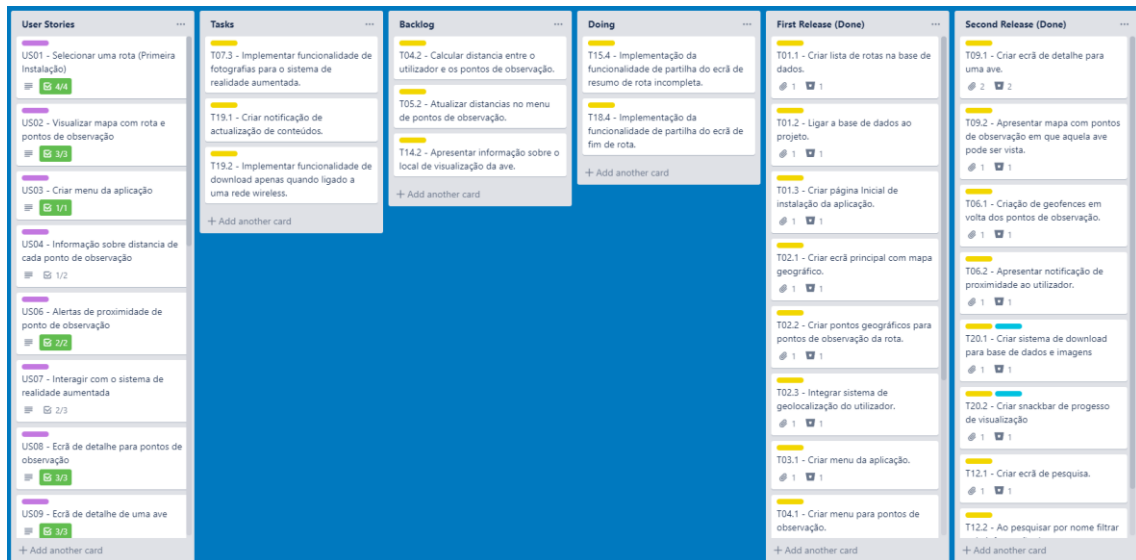


Figura 3.2 Gestão das *user stories* através do Trello

Esta ferramenta permite também manter um registo do processo de desenvolvimento, tendo uma noção alargada do seu processo ao longo do projeto, através do registo de conclusão (Figura 3.3) e a própria ligação aos commits (Figura 3.4) efetuados através da ferramenta Sourcetree.



Figura 3.3 Registo de progresso das *user stories*



Figura 3.4 Ligação dos *commits* à ferramenta Trello

3.2. Inquérito

Com os resultados obtidos pelas aplicações analisadas, foi criado um pequeno inquérito, de forma a conhecer algumas das principais preocupações que influenciam a colocação de uma nova aplicação no mercado. Este questionário foi realizado durante os meses de agosto de 2018 e abril de 2019, procurando interrogar diversos utilizadores, sobre os principais dispositivos móveis por estes utilizados, a importância de alguns serviços, como autenticação na plataforma, utilização de dados móveis e o incómodo das notificações. Para além destas, foram ainda questionadas a experiência e confiança na utilização de sistemas de realidade aumentada.

Os questionários utilizaram uma escala de *likert* em diversas questões, tendo sido realizados em formato de papel (Anexo F) e digital (Anexo G), tendo em conta as normas da sua distribuição, criando para isso uma declaração de consentimento informado (Anexo H).

No momento de entrega dos questionários, foi igualmente entregue um questionário opcional (Anexo I), para identificar pessoas interessadas em participar em eventuais testes da aplicação, no processo final do desenvolvimento da aplicação.

Todos os resultados obtidos permitiram uma melhor perceção sobre as principais preocupações dos utilizadores referentes a estas aplicações e, desta forma, facilitar o desenvolvimento desta aplicação.

O processo de divulgação foi realizado através da entrega de questionários por email ou pessoalmente junto dos intervenientes, distribuídos em vários locais públicos, como estabelecimentos, escolas e através de terceiros. Desta forma foi possível garantir como público-alvo deste questionário, indivíduos de diversas faixas etárias e com opiniões diferentes sobre as questões colocadas. Consequentemente pretendeu-se identificar pessoas que possam vir a ser potenciais utilizadores desta plataforma. Como tal, representa uma amostra de estudo bastante elevada e diversificada.

3.2.1. Análise de resultados

Do questionário realizado, foram obtidas cerca de 200 respostas, sendo feita uma análise dos resultados obtidos, de forma a encontrar uma melhor abordagem dos objetivos principais a serem explorados nos requisitos e desenvolvimento da aplicação.

Neste questionário foram inseridas três questões de carácter pessoal, de forma a caracterizar a amostra. Foi identificado o género das pessoas que responderam a este questionário, sendo possível verificar um maior número de resultados, no sexo feminino (60%).

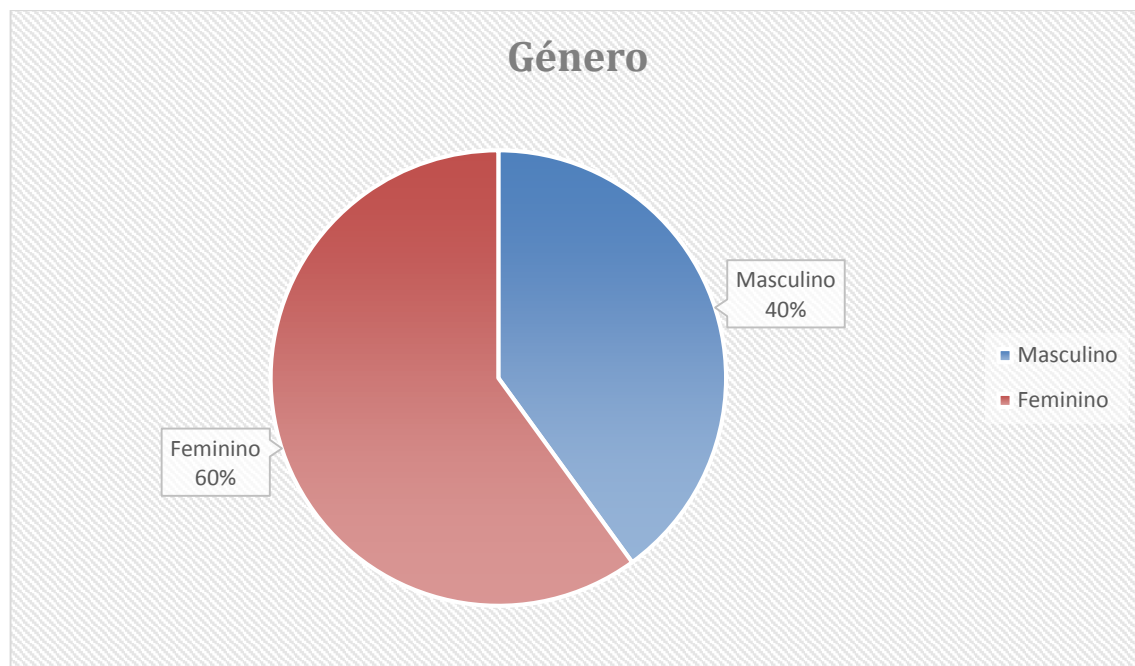


Figura 3.5 Gráfico de gêneros

Foram identificadas as idades destas mesmas pessoas, através da utilização de cinco escalões. Dos resultados obtidos é possível verificar um maior número de pessoas nas duas faixas etárias com idades compreendidas entre os 18 e 35 anos (34%) e dos 36 e 55 anos (42%).

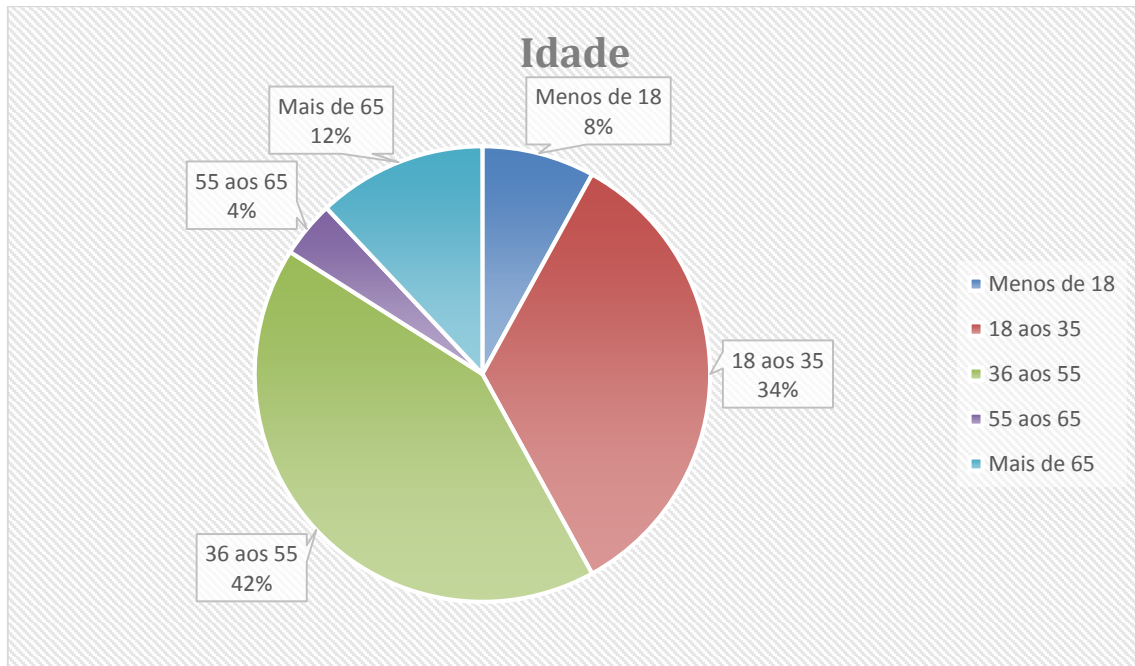


Figura 3.6 Gráfico de idades

Referente às habilitações literárias, foi possível verificar uma grande distribuição dos resultados, obtendo um maior número de resultados pessoas com o ensino básico ou inferior (42%).

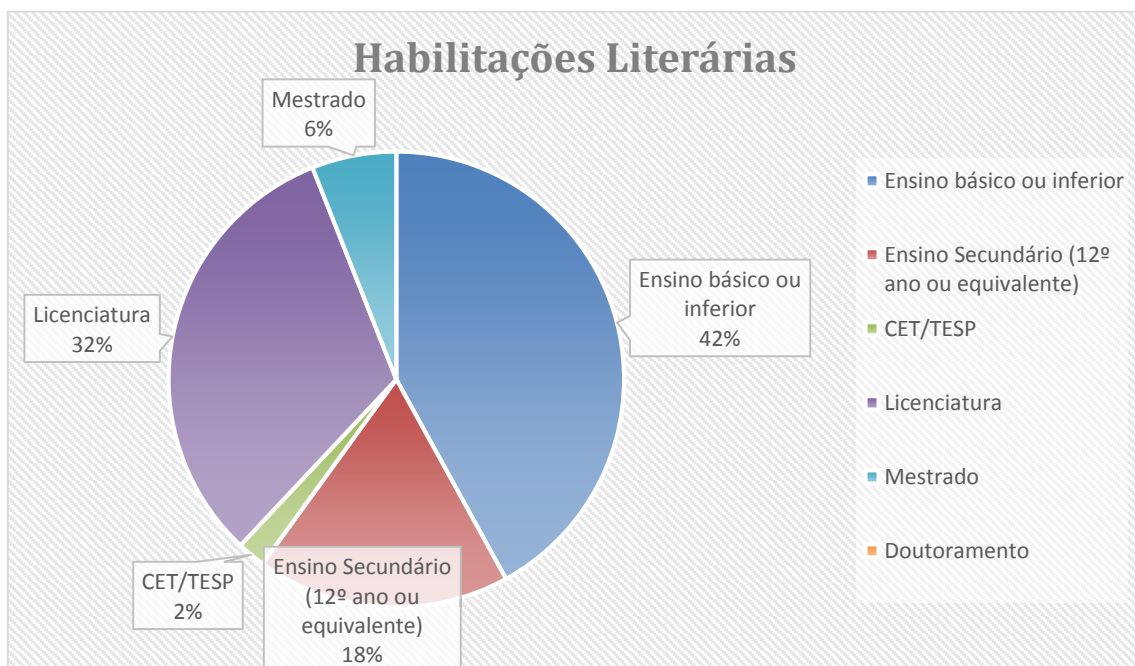


Figura 3.7 Gráfico de habilitações literárias

Para tentar perceber quais os sistemas operativos mais utilizados, no que diz respeito a dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, foi perguntado quais os dispositivos mais utilizados por cada utilizador, podendo cada uma destas pessoas responder com informação de um ou mais dispositivos, consoante a situação. Dos resultados obtidos destaca-se a utilização de dispositivos Android (65%), seguindo-se do iOS (25%), com um valor quase nulo foi possível verificar a utilização de pessoas que utilizam dispositivos Windows, vindo a comprovar a redução que se vem vindo a notar nestes dispositivos ao longo dos anos.

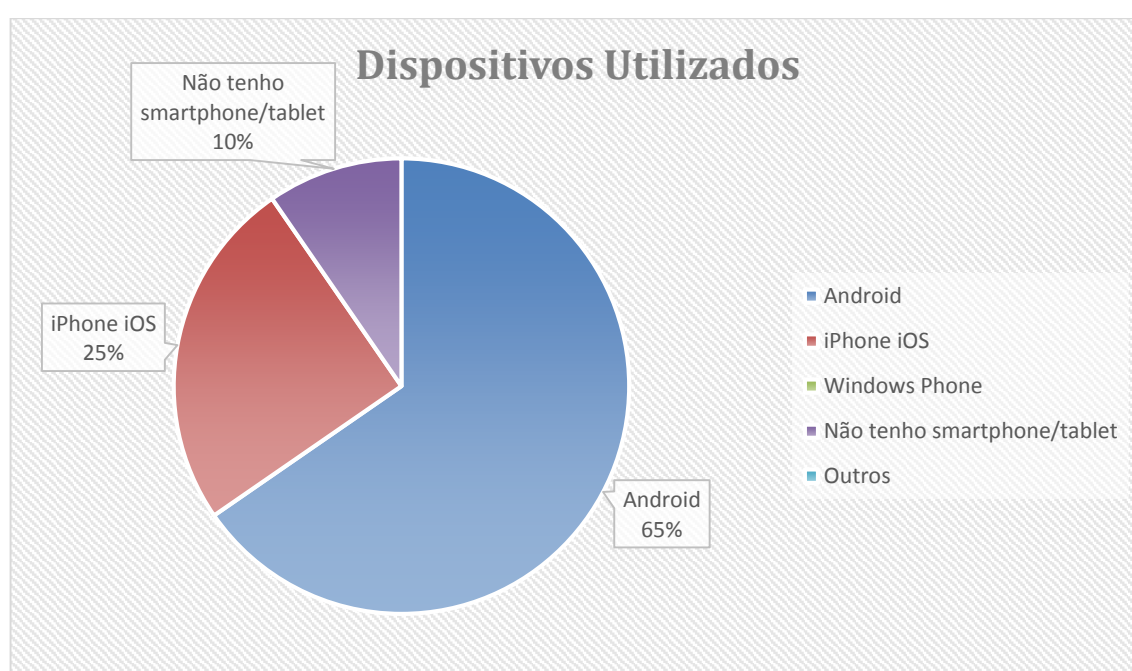


Figura 3.8 Gráfico de dispositivos móveis utilizados

Relativamente à preocupação existente no que diz respeito aos dados de uma pessoa na utilização de uma aplicação, foi perguntada a importância da criação de uma conta através da qual apenas através de *login*, um utilizador poderia aceder a uma aplicação. De acordo com os resultados obtidos é possível verificar que na verdade isto é algo que preocupa as pessoas, sendo que uma grande parte destas respondeu que sim (68%) relativamente à necessidade de terem os seus dados protegidos através de um *login*.

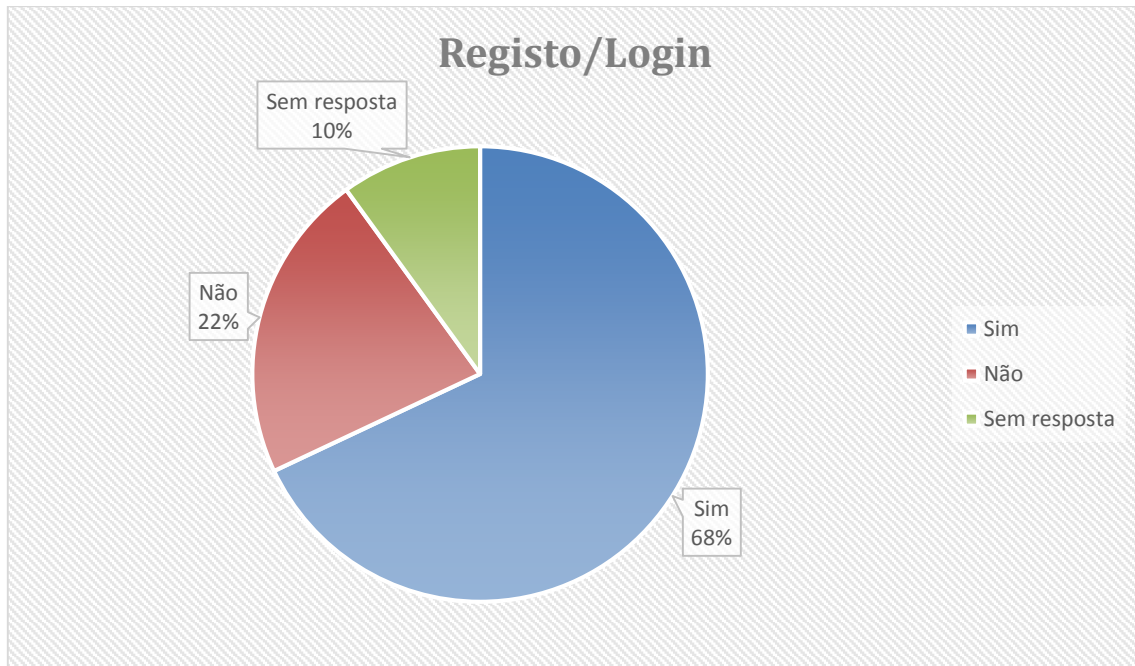


Figura 3.9 Gráfico da importância de registo/login

Como na questão do *login*, foi colocada a questão se a utilização de uma aplicação que necessita de constante ligação à Internet, para aceder a informação externa à aplicação, era algo que os preocupava, dado o conseqüente aumento na utilização de dados móveis e por sua vez criando um aumento nos custos da sua utilização. Assim sendo a maioria das pessoas (83%) afirmaram esta ser uma grande preocupação quando utilizam uma aplicação.

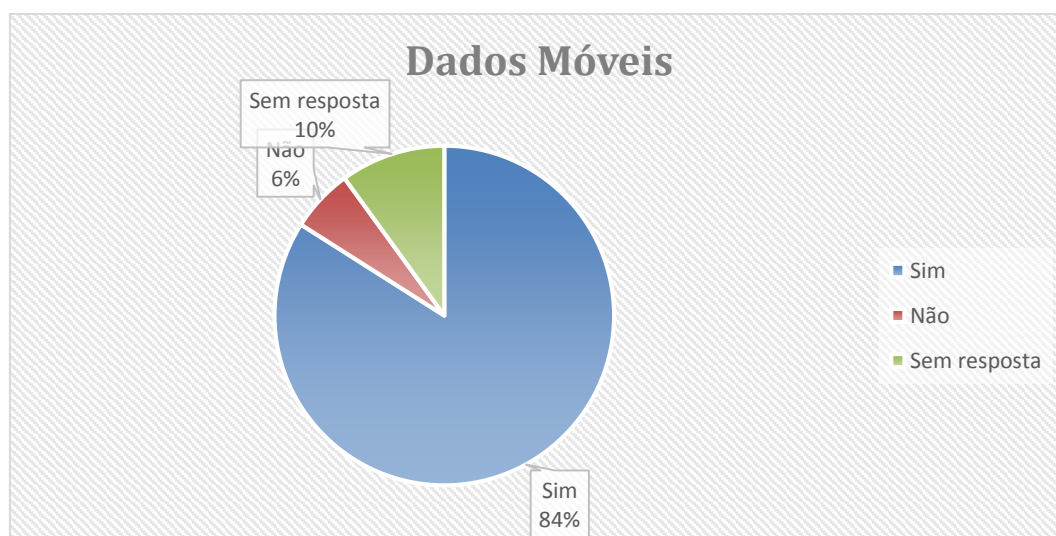


Figura 3.10 Gráfico da importância de minimizar a utilização dos dados móveis

No desenvolvimento desta aplicação surge a possibilidade de utilização de um sistema de notificações que permita alertar o utilizador quando este se aproxima de um ponto de interesse; assim foi importante perguntar ao utilizador a sua opinião referente à apresentação destas notificações, percebendo até que ponto a quantidade de notificações apresentadas pode ser um incómodo para os utilizadores. Através destes resultados, é possível verificar que os utilizadores não gostam de ser incomodados com frequência por este tipo de notificações (66%), sendo relevante a sua redução, tornando a sua utilização minimalista reduzindo a sua quantidade e frequência.

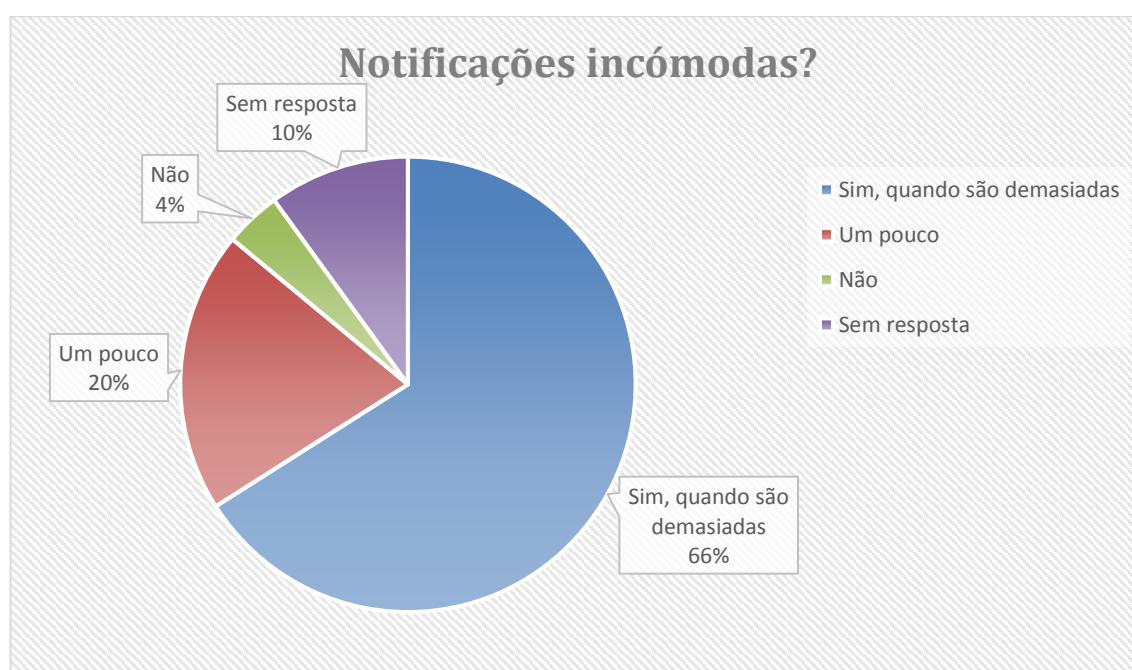


Figura 3.11 Gráfico da opinião das notificações como um incómodo

Por último foi questionada a opinião dos utilizadores, relativamente à importância da criação de aplicações que incentivam a realização de atividades ao ar livre e a preservação da natureza, de forma a perceber a opinião global das pessoas relativamente a esta temática, ao qual foi possível verificar que a maioria das pessoas é da opinião que deveriam existir mais aplicações a incentivar este tipo de atividades (88%).

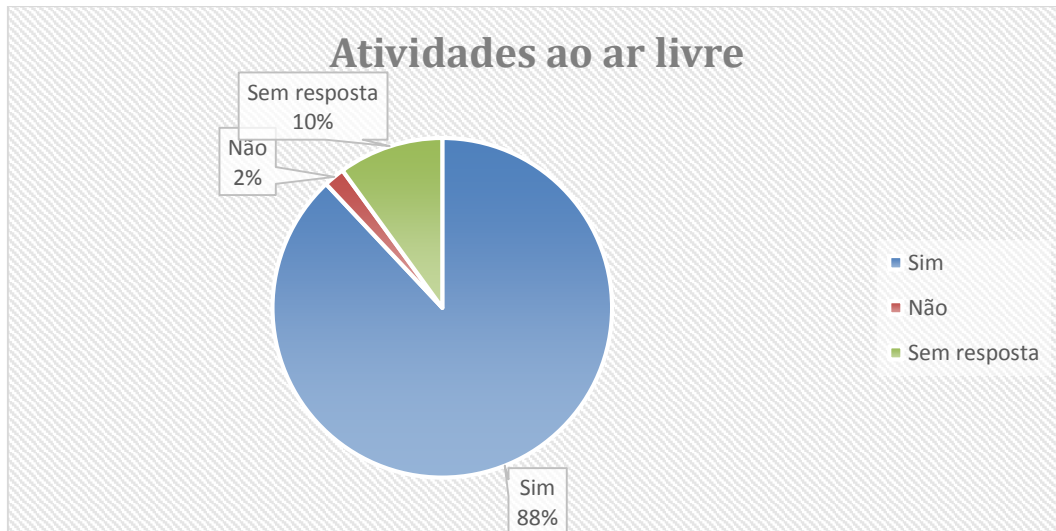


Figura 3.12 Gráfico da criação de aplicações que incentivam atividades ao ar livre

Neste questionário foram também realizadas algumas questões referentes à experiência de cada utilizador, face à utilização de realidade aumentada, sendo que o seu preenchimento se destinou apenas a utilizadores que já tenham tido experiência com a utilização deste tipo de tecnologia. Tendo em conta este elemento, foi perguntado a cada pessoa se alguma vez tinha utilizado realidade aumentada (Figura 3.13); na amostra apenas 37% dos inquiridos responderam que sim.

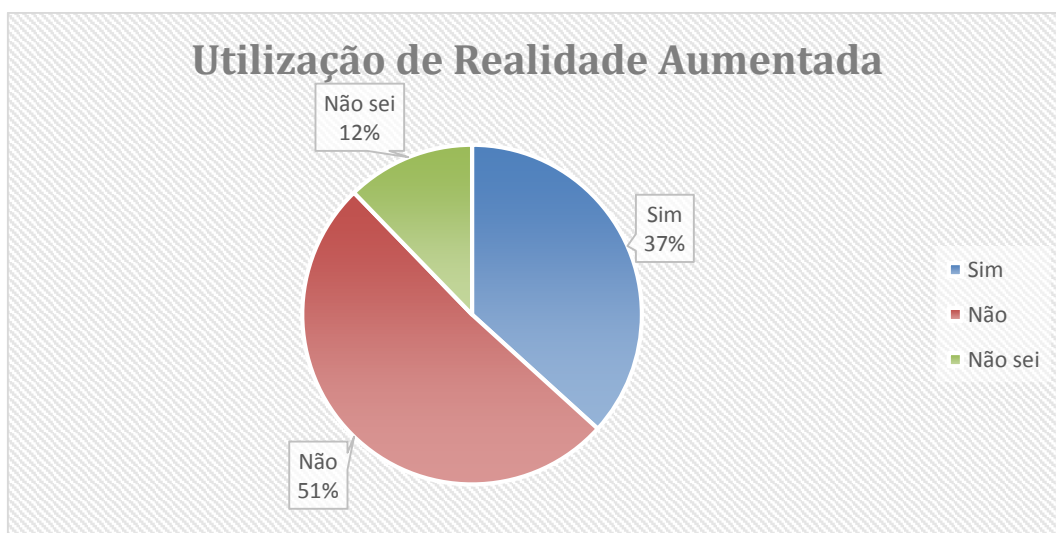


Figura 3.13 Gráfico de utilização de realidade aumentada

Assim sendo todas as questões colocadas após esta destinam-se somente à amostra de 75 pessoas que responderam que sim em questão à utilização desta tecnologia. Nestas questões foi utilizado um modelo diferente de respostas, baseadas numa escala de *likert* entre 1 (Discordo totalmente) e 7 (Concordo totalmente), pretendendo neste sentido perceber qual o nível de à-vontade com a RA, cada pessoa se encontra.

No seguimento, tentou saber-se com que frequência estas pessoas tiveram contacto com a RA (Figura 3.14), em que 1 representa (Muito raramente) e 7 (Muito frequentemente).

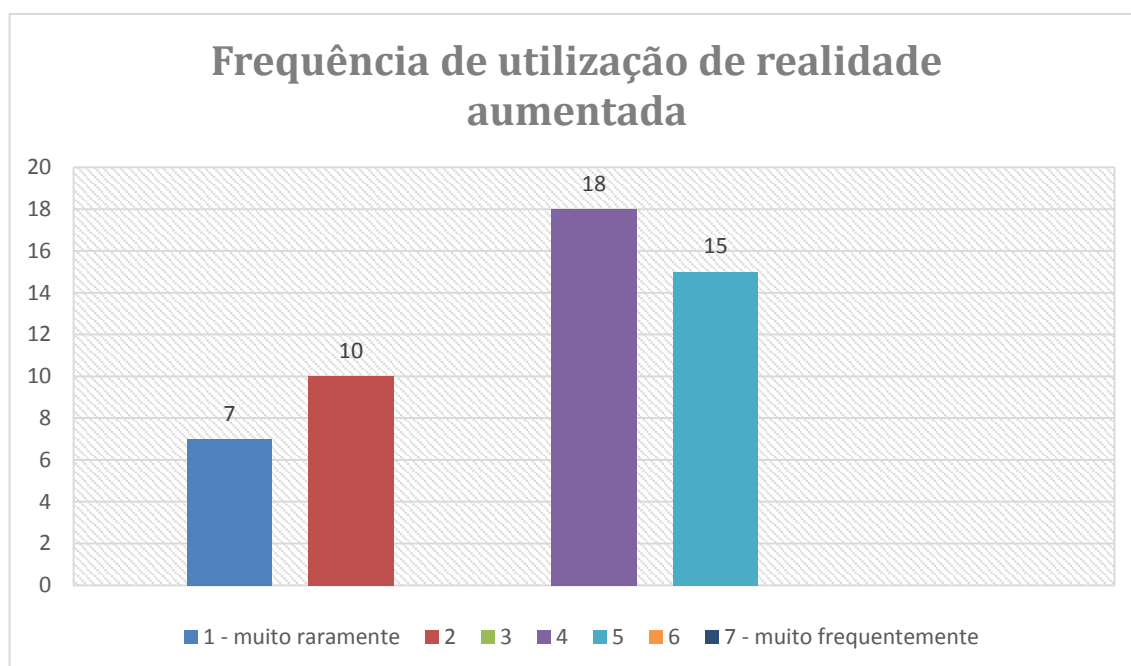


Figura 3.14 Gráfico de frequência de utilização de realidade aumentada

Seguindo o mesmo conceito, um conjunto de 11 questões foram colocadas a estas pessoas, referente à facilidade de utilização e aprendizagem, à integração deste tipo de tecnologia, para o desenvolvimento de aplicações de carácter didático e de interação com o meio ambiente, seguindo estas igualmente a escala de *Likert* entre 1 (Discordo totalmente) e 7 (Concordo totalmente). Destes resultados foi possível verificar alguma curiosidade e vontade em experimentar uma aplicação com este tipo de tecnologia, mesmo verificando que na maioria das pessoas questionadas, não possuíam qualquer tipo de contacto com este tipo de tecnologia. Devido à extensão dos resultados deste questionário, os mesmos foram colocados como anexo (Anexo J), de forma a facilitar a leitura do documento.

3.3. Levantamento de requisitos

Durante o período de trabalho desde a atribuição do projeto em julho de 2018 até setembro de 2019, foram realizadas quinzenalmente reuniões com os orientadores na escola e três reuniões na Câmara Municipal de Leira (CML), o cliente.

Durante um processo inicial, no desenvolvimento da aplicação, foram realizadas algumas reuniões iniciais com os professores orientadores e a CML, de forma a ser feita uma recolha de requisitos funcionais da aplicação. Fazendo uso de toda esta informação, foi criada uma lista de *user stories*, tendo em conta a metodologia utilizada neste projeto, para poder ser realizado um levantamento de requisitos. A lista contendo todas as *user stories*, juntamente com os testes de aceitação encontram-se no Anexo K.

3.3.1. Tecnologia de desenvolvimento



Figura 3.15 Android Studio



Figura 3.16 Xcode

Optando pelo desenvolvimento de uma aplicação multi-plataforma, foram utilizadas duas plataformas de desenvolvimento específicas para Android (Android Studio, Figura 3.15) e iOS (Xcode, Figura 3.16), respetivamente, por serem duas plataformas padrão utilizadas no desenvolvimento de aplicações nativas para cada tipo de aplicação respetivamente. Inicialmente devido à tentativa de facilitar o desenvolvimento, tinha sido pensada a utilização de uma plataforma genérica, como Xamarin [42], que permite a criação de uma única aplicação capaz de ser executada em ambas as plataformas. Sendo uma ferramenta que iria necessitar de um estudo alargado desta plataforma, e tendo em conta que existia um tempo de desenvolvimento curto, que não permitisse este estudo, esta hipótese foi colocada de parte.

3.3.2. Sourcetree



Figura 3.17 Logótipo Sourcetree

Para uma melhor gestão do código da aplicação, permitindo guardar um histórico de alterações ao longo do projeto, foi utilizada a ferramenta *Sourcetree* (Figura 3.17), sendo uma plataforma gratuita que simplifica a interação com um repositório *Git*, fornecendo uma ferramenta gráfica que permite gerir *commits*, visualização de *branches*, gestão de tarefas e uma melhor monitorização de projetos de software.

3.3.3. Utilização de dados móveis

Um dos principais desafios desta aplicação, consistiu no desenvolvimento de uma aplicação que possa ser utilizada sem que seja necessária uma constante ligação à Internet, para aceder aos dados referentes às rotas e aves. Pretende-se assim conseguir fornecer esta informação ao utilizador em tempo real, sem que o telemóvel tenha de utilizar dados móveis ou uma rede *wireless*, durante todo o processo de utilização da aplicação. Sendo uma aplicação a ser utilizada ao ar livre, sem qualquer acesso à Internet e evitando criar eventuais custos da utilização da aplicação, optou-se pela utilização da ferramenta *Cloud Firestore*, que permite a integração em diversas plataformas diferentes, como Android, iOS, e até mesmo PHP. Devido ao seu funcionamento *offline*, permite guardar os dados no formato *cache*, no interior do telemóvel.

3.3.4. Geolocalização

Devido à funcionalidade de criação de rotas, contendo pontos de observação (*hotspots*), através dos quais o utilizador poderá proceder à observação e identificação de aves, foi implementado um sistema de geolocalização na aplicação, permitindo ao utilizador ter uma

noção em tempo real da sua localização ao longo da rota e a sua distância a cada ponto de observação.

3.3.5. Realidade Aumentada

Após a análise realizada aos diversos SDK (*Software Development Kit*), referidos no capítulo 2.5, tendo em conta a limitação de cada um e devido à existência de um modelo já desenvolvido por mim, que não requer a utilização de um SDK, optou-se pela utilização deste modelo, devido à sua facilidade de utilização.

3.3.6. Acessibilidade

Cada vez mais o desafio da acessibilidade tem assumido uma maior relevância na nossa sociedade. De facto, são várias as entidades que têm como um dos seus principais objetivos a implementação de aplicações que possam ser utilizadas por utilizadores com necessidades especiais. Desta forma pretende-se que esta aplicação utilize algumas das boas práticas utilizadas por outras aplicações de forma a facilitar a sua utilização, através de funcionalidades como leitura de ecrã e controlo do tamanho do tipo de letra da aplicação.

3.3.7. Gestor de conteúdos

Permitindo facilitar toda a gestão dos dados da aplicação, como a criação de rotas e a informação referente às aves, pretende-se criar uma plataforma *web*, a partir da qual o utilizador possa atualizar e criar novos conteúdos, que possam ser acedidos nos *smartphones*. Para desenvolvimento deste Gestor de Conteúdos, foi utilizada a *framework Laravel*, utilizando um sistema de autenticação para segurança dos dados.

3.4. Protótipos

Como objetivo principal, tendo em conta o ponto de vista do utilizador, foram realizadas várias abordagens no desenvolvimento de um protótipo não funcional, tentando alcançar

uma interface simples e minimalista, tendo como principal objetivo facilitar a sua usabilidade.

Através da criação destes protótipos torna-se possível apresentar ao utilizador, uma aproximação à interface do software, numa fase final, antes do seu desenvolvimento. Este tipo de abordagem, permite garantir junto do cliente se tudo se encontra de acordo com desejado, evitando um esforço extra no desenvolvimento, obtendo aprovação da interface, antes da mesma ser implementada.

Tendo em conta os requisitos pretendidos foi realizada uma primeira fase de desenho de todos os ecrãs da aplicação (Figura 3.18). Para a criação destes protótipos (Anexo L), foi utilizada a ferramenta Android XD facilitando na apresentação de protótipos semelhantes à realidade, com a funcionalidade de criar ligações entre os mesmos, permitindo simular mudanças de ecrã e animações como deslizar de um menu ou transições.

Depois de um processo de criação e de alterações realizados até se obter uma versão final dos protótipos da aplicação foi realizada uma reunião junto do cliente, Câmara Municipal de Leiria, de forma a obter aprovação sobre os desenhos da interface, antes de se proceder ao desenvolvimento ([“link público para os protótipos”](#)).

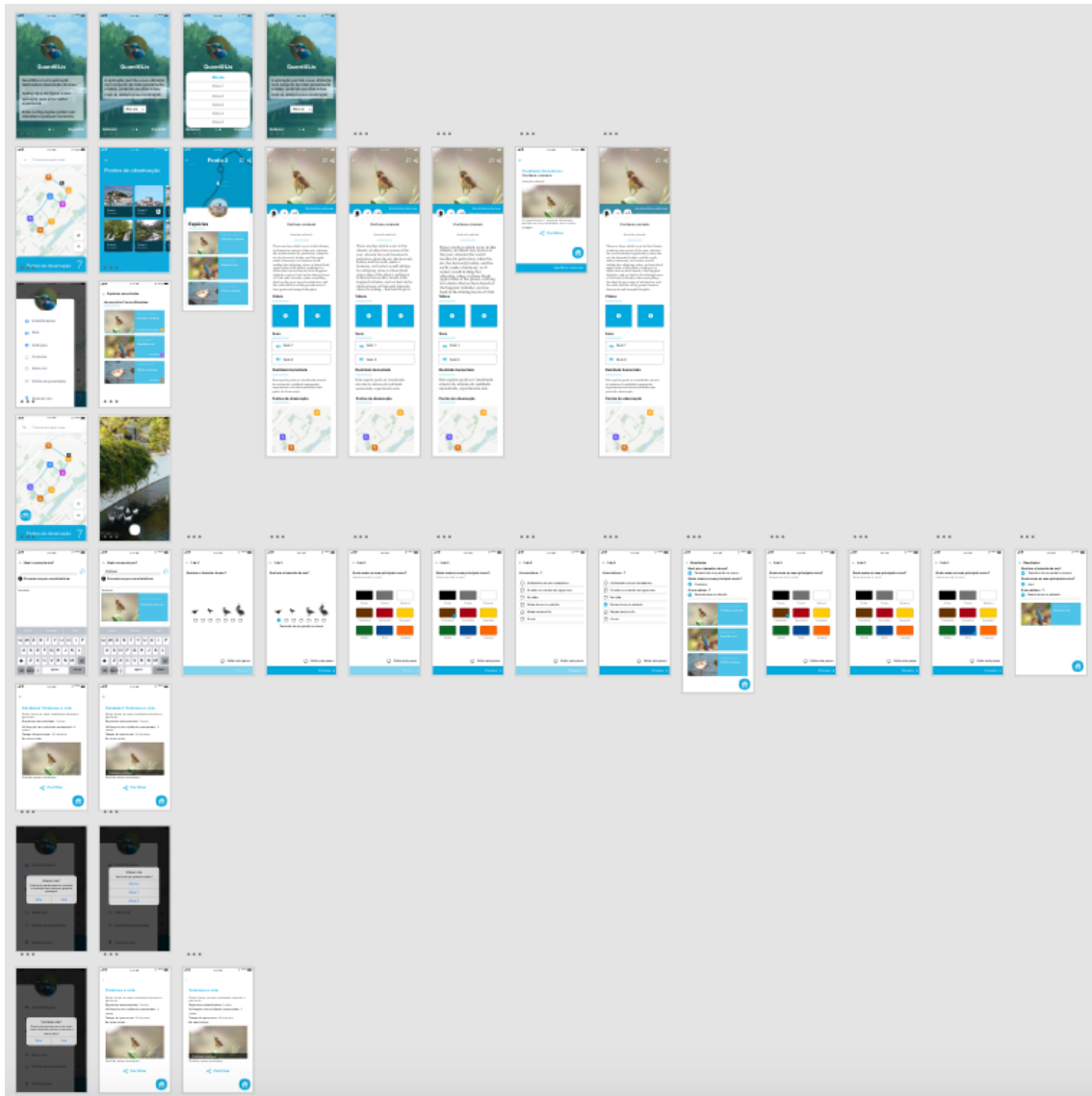


Figura 3.18 Protótipos da aplicação

Para cada ecrã da aplicação foi criado um protótipo específico com todas as interações como cliques em botões e animações de forma a dar uma visão ao utilizador do funcionamento de cada interação.

3.5. Reuniões

Ao longo do desenvolvimento deste projeto foram feitas várias reuniões, servindo como meio de dar a conhecer o estado de cada iteração do projeto, realizando a tarefa de levantamento de requisitos e testes de aceitação para as tarefas realizadas. O cliente CML

também participou em algumas destas reuniões e os orientadores também assumiram o papel de clientes. Estas realizaram-se, na sua maioria, de forma quinzenal, estando para além de mim, presentes os professores orientadores do projeto.

Nestas reuniões eram também definidas quais as próximas tarefas a serem desenvolvidas e tentado solucionar e resolver algumas dificuldades encontradas ao longo do projeto.

4. Desenvolvimento

Este capítulo descreve todo o processo de criação da aplicação, na tentativa de solucionar todos os desafios propostos no seguimento das funcionalidades descritas nos capítulos anteriores, através dos resultados aos questionários realizados, respeitando todos os padrões de desenho (*design patterns*) e protótipos da aplicação, entre outros detalhes de implementação.

4.1. Padrões e desenho utilizados no desenvolvimento de Software

Quando se desenvolve um projeto de software, surge a necessidade de utilizar determinados padrões de desenvolvimento de forma a facilitar todo o desenvolvimento de uma aplicação. Diversos programadores e engenheiros de software, deparam-se com a necessidade de encontrar soluções para problemas comuns no desenvolvimento de uma aplicação. Assim sendo através da utilização de padrões de desenho ou *Design Patterns*, é possível resolver estes problemas através da utilização de métodos e boas práticas, utilizados por vários programadores, que visam solucionar este tipo de problemas. Estes padrões têm como principais objetivos:

- Facilitar a comunicação entre utilizadores;
- Melhorar a qualidade do software;
- Ser flexível de forma a possibilitar a implementação em qualquer tipo de sistema;
- Criar um sistema mais produtivo, não sendo necessário criar soluções para problemas que já foram estudados e testados, tendo sido comprovados anteriormente pela comunidade e literatura.

Neste sentido, no desenvolvimento deste projeto foram utilizados alguns padrões de desenho, tentando solucionar alguns problemas encontrados, melhorando a qualidade do produto final.

4.2. Modelo de Domínio

Tendo em conta as necessidades da aplicação, foi realizada a criação do modelo de domínio tendo como principal finalidade contemplar os vários conteúdos a serem mostrados e tendo em conta todas as ligações entre as diversas classes e os seus dados. Inicialmente foram pensadas três classes chave para simbolizar a informação na aplicação, sendo estas: rotas, *hotspots* e aves. Pensando na reutilização de objetos, estas seriam consideradas as classes principais da aplicação, uma vez que existe a possibilidade de utilização de *hotspots* iguais em várias rotas e por sua vez diversos pássaros poderem ser observados em vários *hotspots*. Posteriormente foi introduzida uma nova classe (*images*) referente a imagens contendo um *link* para imagens guardadas como conteúdo multimédia.

O facto de ter sido simplificado o modelo de negócio numa fase inicial, ajudou na otimização dos dados e na velocidade do seu processamento, podendo ser verificado, no *download* dos dados da Internet, provenientes do Gestor de Conteúdos. Este assunto é abordado em profundidade no capítulo seguinte.

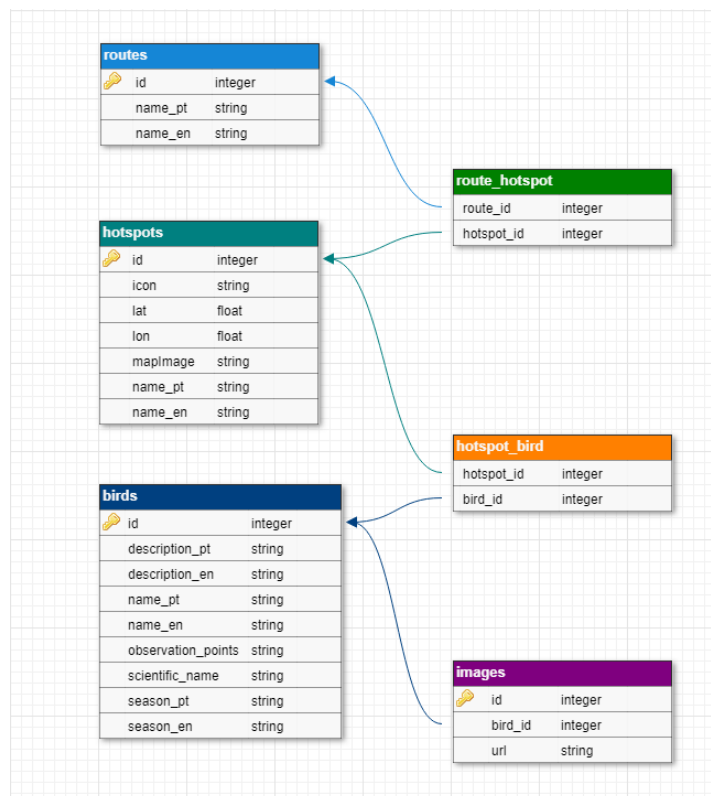


Figura 4.1 Modelo de domínio da aplicação

Na Figura 4.1 é possível observar as várias classes que representam os quatro objetos da aplicação (rotas, *hotspots*, aves e imagens), juntamente com as suas tabelas de relação M:N (route_hotspot e hotspot_bird) e a tabela de relação 1:N (images).

- **Rotas (*routes*)** – O modelo que representa as rotas da aplicação consiste numa listagem de todas as rotas que serão possíveis realizar por parte do utilizador, aquando da utilização da aplicação. Sendo um dos modelos mais simples do modelo de domínio, este é representado apenas pelo nome em ambas as linguagens da aplicação (Inglês e Português) e uma listagem de hotspots, representando os pontos de observação ao longo da rota.
- **Hotspots** – Por sua vez, o modelo de um *hotspot*, é representado pela localização (latitude [*lat*] e longitude [*lon*]), identificando um ponto geográfico ao longo da rota, como também o seu nome (Inglês e Português), juntamente com as imagens para o ícone do *hotspot* (*icon*) e para uma representação do mapa (*mapImage*). Sendo considerado um ponto de observação de aves, este modelo possui também uma listagem de aves (*birds*), com todas as espécies que normalmente, poderão ser observadas nesse local.
- **Aves (*birds*)** – A ave (*bird*) é um modelo mais complexo, devido a toda a informação que é necessário apresentar ao utilizador, sobre a mesma. Este é composto pelo nome, uma descrição e hábitos migratórios, contendo também estes três elementos para ambas as linguagens da aplicação (Inglês e Português), um nome científico genérico (*scientific_name*), uma imagem apresentando todos os pontos de observação, a partir dos quais esta ave poderá ser encontrada e dois componentes para integração da realidade aumentada, sendo um representativo da existência de um modelo 3D de uma espécie (*augmented*), através da utilização de um *boolean*, e um outro componente composto por uma *string* genérica que identifica qual o nome do modelo 3D (*model*). Este modelo contém também uma listagem de imagens (images), que representam as imagens de uma ave.
- **Imagens (*images*)** – Imagens (*images*) é composto apenas por um link (*url*), que define uma localização para uma imagem, de forma a que esta possa ser utilizada pela aplicação para realização de um *download* da mesma para a plataforma.

4.3. Cloud Firestore

O processo de ligação entre um gestor de conteúdos e uma aplicação, é um processo por vezes facilitado devido a uma constante ligação à Internet, através da qual o utilizador tem a informação sempre atualizada em tempo real, mas sendo que uma das principais preocupações desta aplicação é reduzir o consumo excessivo de dados na utilização de dados móveis, surge a ferramenta *Cloud Firestore*.

Quando o utilizador abre a aplicação pela primeira vez, esta faz uma verificação para a existência de dados. Caso estes não estejam presentes é realizado um pedido ao *Cloud Firestore*, dos dados atualizados existentes na base de dados, realizando um *download* inicial para a aplicação. Após este *download*, todos os dados passam a estar presentes no dispositivo, sem requerer uma constante ligação à Internet, sendo apenas necessária novamente uma ligação, caso surja uma atualização nos dados.

Pensando na possibilidade de atualização dos dados no gestor de conteúdos, é utilizada uma variável contendo a data da última atualização, presente na base de dados e no dispositivo do utilizador, sendo que no caso de estas datas não coincidirem, será lançado um alerta ao utilizador de forma a alertar para a existência de atualizações nos dados, permitindo ao utilizador realizar um novo pedido ao *Cloud Firestore*.

4.4. Cache

Sendo que a aplicação possui bastante conteúdo multimédia, da existência de imagens a vídeos, foi implementado um sistema de *cache* para ambas as aplicações, utilizando ferramentas nativas, para *iOS* e uma biblioteca específica *Picasso* para *Android*, permitindo realizar o *download* de todo o conteúdo multimédia, quando o *download* de informação inicial da aplicação é realizado, e permitindo manter em *cache*, no dispositivo, toda a informação destas imagens.

4.5. Geofencing

Geofencing é um tipo específico de localização que permite despoletar eventos de monitorização, em determinadas coordenadas, de forma a saber sempre que o utilizador entra ou sai de um raio de proximidade de um ponto específico. Nesta aplicação este tipo de eventos torna-se fundamental, devido à existência de pontos de observação, através dos quais o utilizador pode observar as aves que costumam habitar esse local.

Utilizando o sistema de *Geofencing*, é possível enviar alertas ao utilizador, sempre que este entra numa área, onde se torna possível a observação de algumas aves. Para esta funcionalidade, foram utilizadas as coordenadas referentes aos pontos de observação (*hotspots*) e um raio de proximidade de 10 metros, enviando uma notificação ao utilizador sempre que este entrar num destes pontos.

Mantendo um registo do percurso realizado pelo utilizador e permitindo a realização de uma rota sem uma ordem, ou direção específica, ao sair de um ponto de observação é executada uma função que procede ao registo do ponto de observação como um ponto já observado durante a rota atual do utilizador. Ao serem registados todos os pontos de observação, um alerta será lançado ao utilizador a informar do sucesso na conclusão da rota.

4.6. Splash Screen

O *splash screen* foi principalmente desenvolvido tendo em conta a tentativa de apresentar a aplicação ao utilizador e permitir uma seleção da rota a ser realizada pelo utilizador. Este ecrã foi criado através da criação de um *slider* de dois ecrãs, onde no primeiro ecrã é apresentado uma pequena descrição da aplicação, onde permite à aplicação fazer validações de conteúdos, verificando que o utilizador possui a versão mais recendo de todos os dados da aplicação instalada. Caso o utilizador não possua estes dados no telemóvel, é pedido ao utilizador para realizar o download dos dados através da utilização da Internet, fazendo uma verificação de ligação a uma rede que permita o download deste conteúdo. Durante o processo de download foi adicionado um *loader* ao ecrã para dar a informação visual de que existe uma transferência de dados a decorrer (Figura 4.2).

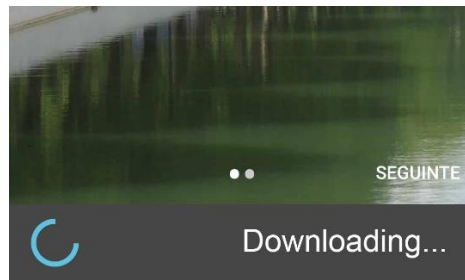


Figura 4.2 Funcionalidade de download de dados no *splash screen*

No segundo ecrã do *splash screen* é apresentado uma listagem de todas as rotas da aplicação, permitindo ao utilizador seleccionar a que mais se adequa ao percurso que pretende realizar (Figura 4.3).

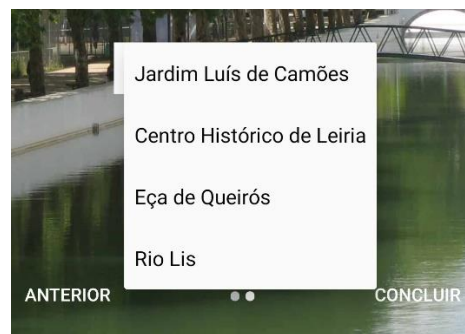


Figura 4.3 Listagem de rotas no *splash screen*

4.7. Realidade Aumentada

No desenvolvimento da funcionalidade de realidade aumentada foi implementado um *plugin* em *Unity*, a ser utilizado por ambas as plataformas Android e iOS. Através da criação de um *script* (Figura 4.4), que utiliza o giroscópio do dispositivo onde a aplicação está instalada, torna possível a criação de uma área de 360° em volta do utilizador onde poderão ser introduzidos modelos virtuais de algumas das aves.

```

2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 public class webCamScript : MonoBehaviour {
6
7     public GameObject webCameraPlane;
8
9     // Use this for initialization
10    private void Start () {
11
12        if (Application.isMobilePlatform) {
13            GameObject cameraParent = new GameObject ("camParent");
14            cameraParent.transform.position = this.transform.position;
15            this.transform.parent = cameraParent.transform;
16            cameraParent.transform.Rotate (Vector3.right, 90);
17        }
18
19        Input.gyro.enabled = true;
20
21        WebCamTexture webCamTexture = new WebCamTexture ();
22        webCameraPlane.GetComponent<MeshRenderer> ().material.mainTexture = webCamTexture;
23        webCamTexture.Play ();
24    }
25
26    // Update is called once per frame
27    private void Update () {
28
29        Quaternion cameraRotation = new Quaternion (Input.gyro.attitude.x, Input.gyro.attitude.y, -Input.gyro.attitude.z, -Input.gyro.attitude.w);
30        this.transform.localRotation = cameraRotation;
31    }
32
33 }
34 }
35

```

Figura 4.4 Script de implementação de funcionalidade do giroscópio

No processo de integração de modelos 3D de algumas das aves da aplicação, foi feita uma pesquisa na *Asset Store* da aplicação *Unity*, tendo encontrado um *pack* de 7 aves, da empresa *Protofactor, Inc* (Figura 4.5). Apesar deste *pack* ter o valor de (49,12 €), considerou-se que os modelos seriam o mais semelhante às espécies reais, à exceção do modelo referente à águia, que não possuía traços de semelhança à espécie encontrada na região de Leiria.



Figura 4.5 Pack de modelos 3D de algumas das aves

Devido a pretender-se a integração de um *plugin* genérico capaz de apresentar os vários modelos, sem a necessidade de criar um *plugin* específico para instanciar cada uma das aves, foi implementado um *script* que permite a ligação à aplicação Android e iOS (Figura 4.6), de forma a enviar uma variável, para o *plugin*, indicando qual a ave a ser apresentada.

```
1 using System;
2 using System.Runtime.InteropServices;
3 using System.Collections;
4 using System.Collections.Generic;
5 using UnityEngine;
6
7 public class ArManager : MonoBehaviour {
8
9     public GameObject owl;
10    public GameObject crow;
11    public GameObject duck;
12    public GameObject pigeon;
13    public GameObject seagull;
14    public GameObject sparrow;
15
16    private void StartBird(string bird) {
17        switch (bird)
18        {
19            case "owl":
20                Instantiate (owl);
21                break;
22            case "crow":
23                Instantiate (crow);
24                break;
25            case "duck":
26                Instantiate (duck);
27                break;
28            case "pigeon":
29                Instantiate (pigeon);
30                break;
31            case "seagull":
32                Instantiate (seagull);
33                break;
34            case "sparrow":
35                Instantiate (sparrow);
36                break;
37        }
38    }
39 }
40
```

Figura 4.6 *Script* para instanciar o modelo 3D

Após instanciar o modelo 3D, surgiram algumas dificuldades por parte de alguns utilizadores para encontrar o modelo 3D, levando à necessidade de implementar um *script* de localização (Figura 4.7), apresentando uma seta capaz de indicar a posição em relação ao objeto (Figura 4.8).

```

private void InstantiateTargetIcon()
{
    m_icon = new GameObject().AddComponent<RectTransform>();
    m_icon.transform.SetParent(mainCanvas.transform);
    m_icon.localScale = m_targetIconScale;
    m_icon.name = name + ": OTI icon";
    m_iconImage = m_icon.gameObject.AddComponent<Image>();
    m_iconImage.sprite = m_targetIconOnScreen;
}

private void UpdateTargetIconPosition()
{
    Vector3 newPos = transform.position;
    newPos = mainCamera.WorldToViewportPoint(newPos);
    if(newPos.z < 0)
    {
        newPos.x = 1f - newPos.x;
        newPos.y = 1f - newPos.y;
        newPos.z = 0;
        newPos = Vector3Maximize(newPos);
    }
    newPos = mainCamera.ViewportToScreenPoint(newPos);
    newPos.x = Mathf.Clamp(newPos.x, m_edgeBuffer, Screen.width - m_edgeBuffer);
    newPos.y = Mathf.Clamp(newPos.y, m_edgeBuffer, Screen.height - m_edgeBuffer);
    m_icon.transform.position = newPos;

    atan2 = Mathf.Atan2 (newPos.y, newPos.x);
    m_icon.transform.rotation = Quaternion.Euler (0f, 0f, atan2 * Mathf.Rad2Deg - 90);
}

```

Figura 4.7 Script de localização do modelo 3D



Figura 4.8 Seta indicadora da posição da ave no ambiente de RA

Para além destes modelos de realidade aumentada foram implementadas algumas alternativas de implementação que foram utilizadas para apresentar ao cliente final. De todas estas versões acabou por ser selecionada a anterior devido a algumas limitações no desenvolvimento dessas alternativas, principalmente devido aos custos de implementação.

Estes modelos consistiam na utilização de marcadores que poderiam ser colocados ao longo das rotas criadas, onde o utilizador poderia interagir através da utilização do telemóvel, apontando para uma imagem previamente colocada no local. Através de um SDK de

reconhecimento destes marcadores, o utilizador poderia observar à sua frente, um modelo 3D de uma ave (Figura 4.9).



Figura 4.9 Implementação RA com marcador contendo um modelo 3D

Utilizando o modelo de marcadores foi desenvolvido um modelo de implementação mais avançado, contendo a ideia de botões na imagem, que foram implementados através de código que permitiria ao utilizador interagir com os mesmos, onde ao ocultar um destes botões com os dedos, seria possível alterar o modelo 3D que seria apresentado, desta forma um único marcador poderia apresentar informação referente a várias espécies diferentes, consoante o número de botões (Figura 4.10).

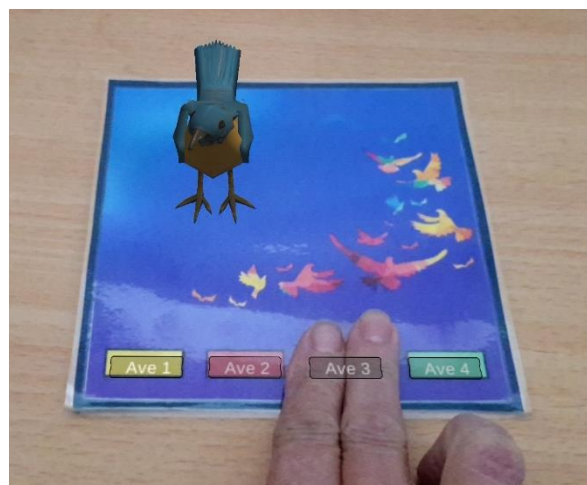


Figura 4.10 Implementação RA com botões virtuais para seleção de modelo 3D

Outro modelo que foi criado posteriormente, foi apenas utilizado na criação de um poster virtual, apresentado num congresso nacional, funcionando como um marcador, que tencionava demonstrar diversos tipos de utilização que esta tecnologia poderia ter para este projeto, permitindo apresentar, para além de modelos 3D, integrar componentes como texto, vídeos e sons, dando a ideia de criar placas informativas sobre algumas das espécies, como podem ser observadas em Jardins Zoológicos, mas de uma forma interativa (Figura 4.11).

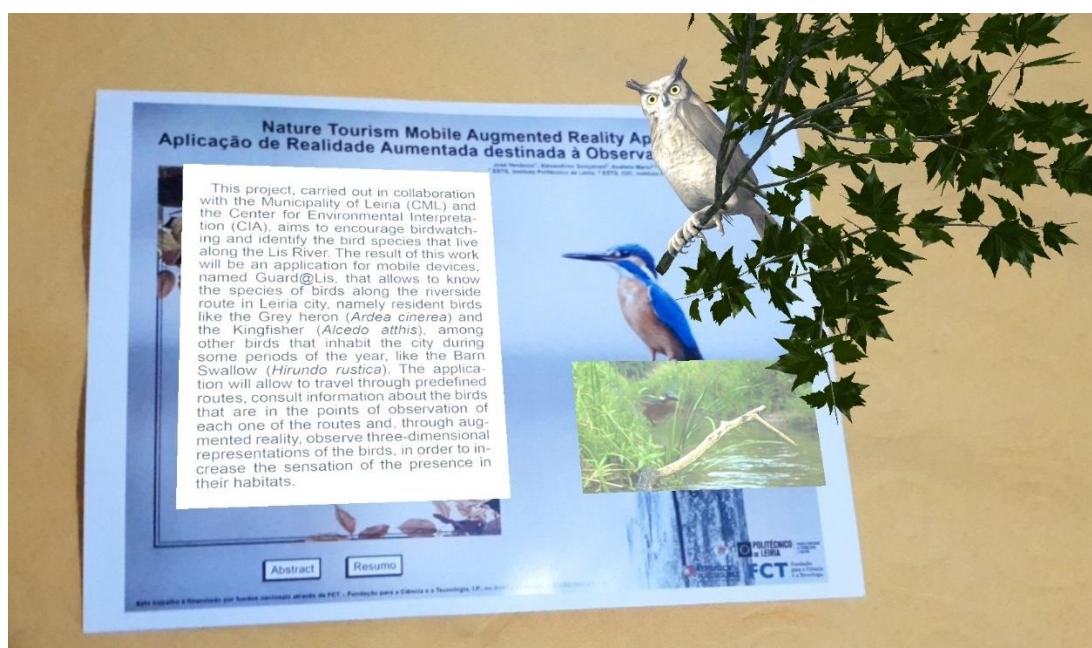


Figura 4.11 Implementação RA do poster criado para demonstrar alguns tipos de implementação

4.8. Identificações

Durante a análise das aplicações relacionadas e a conversa sobre as aves do rio Lis, referidas no Capítulo 2, surgiu a noção para a importância de uma funcionalidade na aplicação que permitisse ao utilizador registar as aves encontradas ao longo de uma rota. Sendo uma funcionalidade que já tinha sido estudada para a sua implementação inicial, durante o desenvolver deste projeto, deparou-se com a necessidade de melhorar esta funcionalidade.

Numa fase inicial este registo teria sido pensado, apenas referente à rota, sendo que ao terminar a rota todos os dados seriam apagados, voltando a ser criada uma nova lista de

identificações numa nova rota. No seguimento, surgiu a ideia de criar duas listas de identificações, sendo uma com o processo já mencionado e uma outra que regista a ave, juntamente com a data e o local onde esta foi identificada. Desta forma ao terminar uma rota esta segunda lista será preservada na aplicação, mantendo um histórico de identificações de cada espécie.

4.9. Gestor de Conteúdos

O gestor de conteúdos foi implementado, através da utilização de um serviço web, sendo que para o efeito foi desenvolvido através da *framework* Laravel. Tendo em conta a segurança dos dados de maneira a não permitir que qualquer pessoa consiga ter acesso ou alterar a informação desta aplicação, foi utilizado o sistema de autenticação próprio desta *framework* (Figura 4.12), tendo sido criada uma lista de contas de utilizador de acesso, destinadas para os vários intervenientes deste projeto (Anexo M).

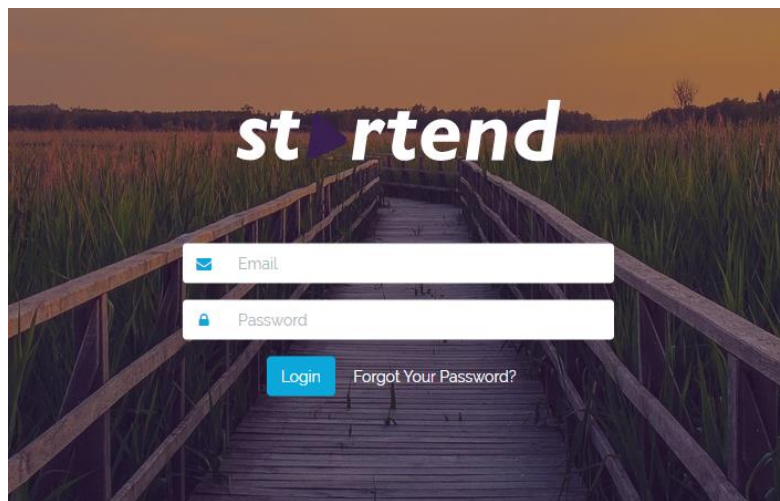


Figura 4.12 Ecrã de autenticação do gestor de conteúdos

Após ser efetuada a autenticação na plataforma, tentou-se utilizar as funcionalidades básicas de listar, criar, editar e apagar para cada um dos componentes que caracterizam os objetos da aplicação (rotas, hotspots e aves). Estes objetos podem ser acedidos através de um menu

lateral (Figura 4.13) que ao clicar apresentam a listagem com todos os elementos daquele objeto (Figura 4.14). Onde se poderá criar um novo objeto, editar ou até mesmo apagar.



Figura 4.13 Menu lateral do gestor de conteúdos

A imagem é uma captura de tela de uma interface web. No topo, há uma barra azul com o título 'Rotas' e um botão 'Nova rota'. Abaixo, há um campo de busca 'Pesquisar' e botões de navegação 'Anterior', '1' (selecionado) e 'Seguinte'. À direita, há um seletor 'Mostrar: 10 registos'. A tabela principal tem três colunas: 'Nome Português', 'Nome Inglês' e 'Ações'.

Nome Português	Nome Inglês	Ações
Centro Histórico de Leiria	Historic Center of Leiria	...
Eça de Queirós	Eça de Queirós	...
Jardim Luis de Camões	Garden Luis de Camões	...

Na base da tabela, há o texto 'A mostrar: 1 a 3 de 3 registos'.

Figura 4.14 Tabela de listagem de objetos no gestor de conteúdos

Na opção de adicionar um novo objeto o utilizador poderá guardar todos os dados referentes a um objeto, desde texto, coordenadas, imagens e links (para vídeos), ou criar relações entre os vários objetos, tendo em conta o modelo de domínio (Figura 4.15).

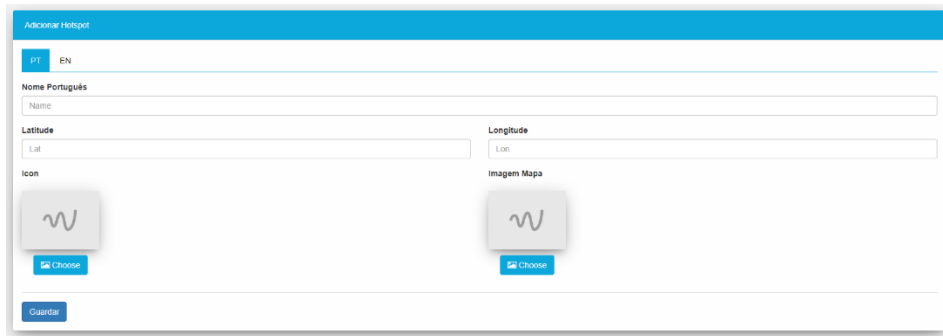


Figura 4.15 Criação de um novo objeto no gestor de conteúdos

Também na listagem de objetos é possível apagar um objeto através de um botão na tabela (Figura 4.16), sendo necessária confirmação por parte do utilizador antes de se proceder à eliminação do mesmo (Figura 4.17).

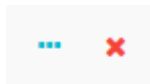


Figura 4.16 Opções de editar e apagar respetivamente da listagem de conteúdos

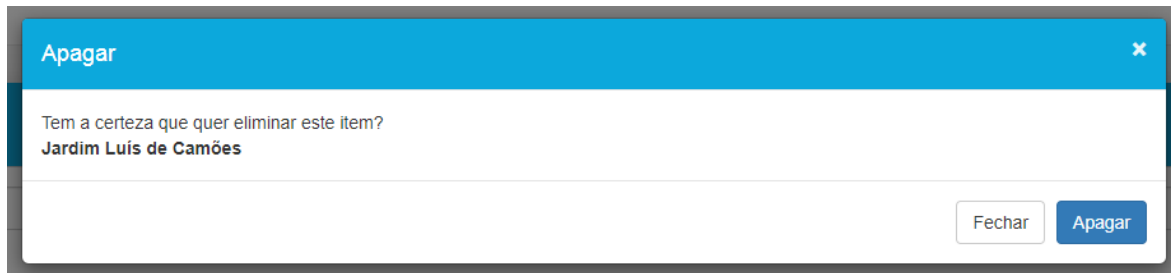


Figura 4.17 Alerta de confirmação antes de remover um conteúdo

Sempre que uma alteração é realizada num objeto, é também guardado um *timestamp* que será utilizado pela aplicação para verificar a existência de alterações de dados, onde a aplicação ao verificar que o *timestamp* da aplicação é diferente do que vem do gestor de conteúdos, envia uma notificação ao utilizador a informar da necessidade de fazer download de novos conteúdos para a aplicação.

4.10. Versão Final da Aplicação

Após várias iterações, foi possível alcançar uma versão estável da aplicação, preenchendo os requisitos definidos e corrigindo todos os principais *bugs* encontrados no decorrer deste projeto. Desta forma chegou-se a uma versão final da aplicação para ambas as plataformas Android e iOS, à data de conclusão deste documento.

5. Testes em ambiente real

Durante todo o processo de desenvolvimento, o utilizador final foi incluído no desenvolvimento desta aplicação, do cliente final CML, aos professores orientadores, desempenhando o papel de utilizadores da aplicação e elo de ligação com o cliente final, aos vários utilizadores que participaram nos vários testes e questionários realizados, que através dos problemas encontrados e sugestões dadas, possibilitaram a criação de novas funcionalidades e requisitos, dando origem a novas versões da aplicação, ao longo do seu desenvolvimento. Sendo também sujeita a testes de usabilidade, à aplicação, numa fase final do seu desenvolvimento.

5.1. Testes Realizados

Ao longo destes subcapítulos é descrito todos os processos realizados durante estes testes e resultados obtidos através do seu estudo.

5.1.1. Dispositivos testados

Tentando verificar o desempenho e comportamento da aplicação em diversos dispositivos com características diferentes, esta foi testada em dispositivos como:

- Samsung Galaxy S8;
- Apple iPhone 5;
- Tablet Samsung Galaxy Tab A 10'';
- Samsung Galaxy A8;
- Huawei P Smart 2019;
- Telemóvel Android de marca branca;

Tendo em conta os vários dispositivos testados, e as várias dimensões dos mesmos, tiveram de ser realizados diversos ajustes na aplicação, de forma a permitir que o layout da aplicação, respondesse da mesma forma para cara um destes dispositivos, realizando vários testes até alcançar uma versão mais coerente.

5.1.2. Testes Manuais

Estes testes referem-se aos testes realizados ao longo do desenvolvimento, sendo que para cada nova funcionalidade implementada eram realizados testes para confirmar o estado de cada funcionalidade, antes de prosseguir para o desenvolvimento de novas funcionalidades.

Através da realização destes testes foi possível simular cenários reais, realizando todos os passos para a conclusão de uma funcionalidade, de forma a confirmar se era possível chegar ao resultado esperado.

Este tipo de testes é o único realizado pelas pessoas que normalmente desenvolvem este tipo de aplicações, sendo uma das fases onde são encontrados a maioria dos problemas, tratando-se sempre de funcionalidades iniciais, e desta forma ainda incompletas, aquando da realização deste tipo de testes.

5.1.3. Testes de aceitação

Os testes de aceitação referem-se aos testes realizados no final de cada iteração da implementação, realizados com a ajuda dos professores orientadores deste projeto, assumindo a finalidade de utilizadores finais, realizando diversos testes a todas as funcionalidades, antes de se avançar para uma próxima iteração.

Estes testes foram realizados, durante a realização das reuniões quinzenais realizadas ao longo do desenvolvimento deste projeto, permitindo aos mesmos explorar, todas estas funcionalidades e dar uma primeira ideia de como o utilizador final iria interagir com esta aplicação.

5.1.4. Testes de usabilidade

Durante todo o processo de desenvolvimento desta aplicação, todas as implementações foram desenvolvidas, tendo em conta a interação com o utilizador, sendo realizados testes para validade e melhorar a aplicação. Estes tipos de testes são chamados testes de usabilidade, tendo como principal objetivo perceber se a aplicação é facilmente compreendida pelo utilizador, facilitando assim a sua utilização.

Utilizando uma versão estável da aplicação, permitindo testar todas as suas funcionalidades, foram realizados alguns testes com utilizadores reais, durante uma visita ao longo do rio Lis, destinada à observação de aves, que permitiu testar uma versão da aplicação. Durante estes testes foi instalada a aplicação em alguns dispositivos móveis, como tablets e telemóveis, de forma a permitir que estes utilizadores testassem todas as suas funcionalidades em diferentes dispositivos.

Após a realização destes testes foram entregues alguns questionários aos utilizadores, de forma a tentar perceber quais as funcionalidades em que tiveram mais dificuldades em perceber, enquanto testavam a aplicação. Também nestes questionários os utilizadores poderiam escrever em algumas linhas algumas sugestões de melhoramento da aplicação (Anexo N e O).

5.2. Resultados

Através dos resultados obtidos durante todos os testes e questionários realizados, através das alterações realizadas ao longo das iterações e validação das funcionalidades, aos resultados obtidos pelos questionários realizados, foi possível desenvolver uma versão final estável, indo ao encontro com as necessidades do utilizador, resolvendo potenciais erros na integração da realidade aumentada, devia à incompatibilidade de algumas funcionalidades com alguns dispositivos, à correção de layouts da aplicação para diferentes tamanhos de ecrã, à alteração de algumas funcionalidades como a pesquisa, que se tornava confuso para alguns utilizadores.

Dos testes realizados, foi possível dar a experimentar esta aplicação a um total de 12 pessoas, conseguindo recolher um feedback da experiência realizada, através das respostas recolhidas nos questionários.

Neste questionário foram inseridas três questões de carácter pessoal, de forma a caracterizar a amostra. Foi identificado o género das pessoas que responderam a este questionário, sendo possível verificar um maior número de resultados, no sexo feminino (60%).

Neste questionário tentou-se saber qual a experiência do utilizador, antes de realizar esta experiência, na utilização de tecnologias que utilizem a RA (Figura 5.1), tentando perceber desde logo se a sua implementação foi de fácil adaptação, quer para os utilizadores mais

experientes, como para aqueles que já utilizaram antes este tipo de tecnologia. Dos resultados obtidos apenas 33% já tinham tido qualquer tipo de experiência anteriormente com RA, sendo que dos restantes utilizadores 25% não sabia dizer se já tinha utilizado anteriormente.

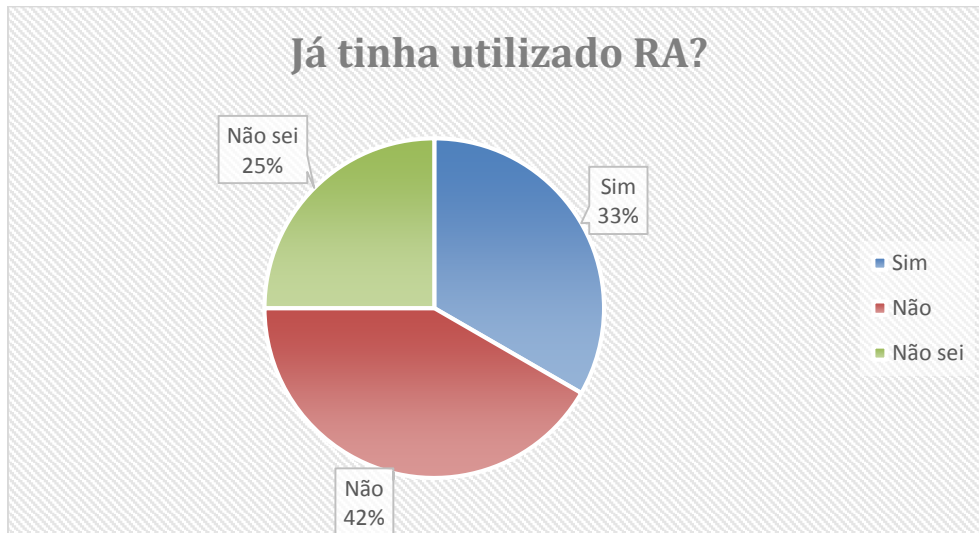


Figura 5.1 Gráfico de utilização de RA anteriormente

Mesmo sabendo que 67% das pessoas que responderam a este questionário, nunca tinham utilizado, ou não sabiam se já tinham utilizado anteriormente, foi interessante verificar que de todas estas pessoas apenas 25% dos utilizadores não foi capaz de visualizar o modelo virtual apresentado durante a utilização da aplicação, devendo-se apenas a algumas limitações, relacionadas com o dispositivo utilizado (Figura 5.2).

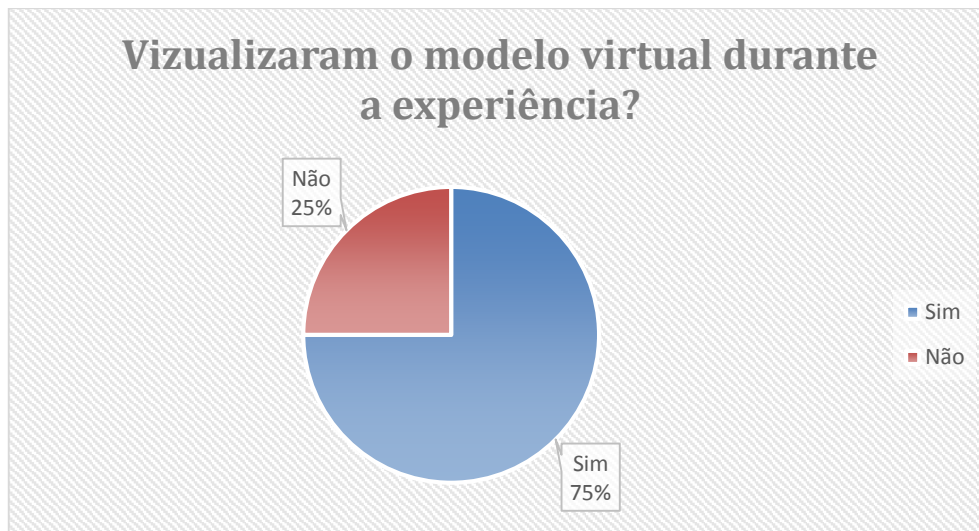


Figura 5.2 Gráfico de visualização de modelo virtual pelo utilizador

Seguindo a mesma lógica dos questionários realizados, antes do processo de desenvolvimento da aplicação, foi utilizado novamente um modelo de respostas, baseadas numa escala de *likert* entre 1 (Discordo totalmente) e 7 (Concordo totalmente), pretendendo neste sentido perceber qual o nível de interesse em utilizar uma aplicação deste tipo para a observação da vida animal. Devido à extensão dos resultados deste questionário, os mesmos foram colocados como anexo (Anexo P), de forma a facilitar a leitura do documento.

6. Conclusão e Trabalho Futuro

A necessidade de melhorar as atividades ao ar livre com suporte tecnológico nos levou a idealizar e implementar uma aplicação móvel inovadora com um *backoffice* personalizado. Este *backoffice* permite a gestão de todos os dados da aplicação para as rotas e espécies de aves, permitindo uma atualização constante do conteúdo desta aplicação.

Ao longo do desenvolvimento da aplicação Guard@Lis, as necessidades do utilizador foram o foco de todas as decisões de desenvolvimento, tais como: a criação de uma aplicação que incentive a observação de aves e à preservação do meio ambiente, criando uma aplicação educacional, tendo um sistema para identificação e registro de aves controladas, oferecendo a integração de uma funcionalidade de Realidade Aumentada (RA), através da qual os utilizadores podem interagir.

Esta aplicação, integra a existência de ambas as versões para Android e iOS com os recursos propostos desenvolvidos, como a identificação de espécies, todo o procedimento de geolocalização, permitindo a um utilizador poder concluir uma rota e também interagir com as funcionalidades de RA.

Por fim, os testes de usabilidade com utilizadores reais foram realizados em algumas visitas ao longo das rotas, permitindo a recolha de dados sobre a utilização da aplicação, além de feedback para possíveis melhorias.

Para garantir a segurança dessas espécies, esta aplicação será essencialmente usada por grupos de pessoas com a ajuda de um guia, para garantir que nada de mal seja feito a nenhuma ave, ou outro animal.

Tendo em conta os requisitos principais deste projeto, consideramos que esta aplicação cumpre os objetivos propostos, visto permitir a realização das rotas de birdwatching planeadas, sem qualquer impedimento, independentemente do público alvo, quer sejam turistas que se dedicam a esta atividade constantemente ou estudantes de uma escola, que tenham um contacto pela primeira vez com este tipo de atividades.

Esta aplicação foi desenvolvida considerando uma possível evolução, criando uma arquitetura que permita integrá-la em outras rotas, cidades ou até mesmo outras espécies de animais, através da criação de novas rotas, com novos pontos de observação. Além dessas

rotas, pretende-se adicionar novos modelos 3D de outras espécies com mais animações e interações com os utilizadores.

O pipeline da arquitetura do nosso sistema permite facilmente a criação de diferentes aplicações para a observação, de outros animais ou plantas, através de algumas alterações simples na estrutura do sistema.

Bibliografia

- [1] “Estratégia 2027,” 2017.
- [2] N. Maricato, “O Turismo em Portugal: Tendências e Perspectivas,” p. 71, 2012.
- [3] O. Ine, *Estatísticas do Turismo - 2018*. 2019.
- [4] J. Patr, “Avaliação do Programa Polis em Leiria através da Satisfação dos Agentes Locais Marisa de Jesus Patrício Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Território Júri,” 2009.
- [5] R. Steven, C. Morrison, and J. G. Castley, *Birdwatching and avitourism: a global review of research into its participant markets, distribution and impacts, highlighting future research priorities to inform sustainable avitourism management*, vol. 23, no. 8–9. 2015.
- [6] M. Guerra, “Quantas aves diferentes consegue observar na cidade de Leiria?,” *Região Leir.*, 2017.
- [7] M. Guerra, “Fotógrafos amadores captam riqueza que cruza rio Lis a bater asas,” *Região Leir.*, 2018.
- [8] “Cartaxo-comum *Saxicola rubicola.” [Online]. Available: <http://avesdeportugal.info/saxtor.html>. [Accessed: 13-Aug-2018].
- [9] “Garça-real *Ardea cinerea.” [Online]. Available: <http://www.avesdeportugal.info/ardcin.html>. [Accessed: 13-Aug-2018].
- [10] “Guarda-rios *Alcedo atthis.” [Online]. Available: <http://www.avesdeportugal.info/alcatt.html>. [Accessed: 13-Aug-2018].
- [11] “Pato-real *Anas platyrhynchos.” [Online]. Available: <http://www.avesdeportugal.info/anapla.html>. [Accessed: 03-Aug-2019].
- [12] “Gaivota-argêntea *Larus michahellis.” [Online]. Available: <http://www.avesdeportugal.info/larmic.html>. [Accessed: 03-Aug-2019].
- [13] “Peneireiro-vulgar *Falco tinnunculus.” [Online]. Available:

- <http://www.avesdeportugal.info/faltin.html>. [Accessed: 03-Aug-2019].
- [14] “Tordo-comum **Turdus philomelos*.” [Online]. Available: <http://www.avesdeportugal.info/turphi.html>. [Accessed: 13-Aug-2018].
- [15] “Cegonha-branca **Ciconia ciconia*.” [Online]. Available: <http://www.avesdeportugal.info/ciccic.html>. [Accessed: 13-Aug-2018].
- [16] “Audubon Bird Guide.” [Online]. Available: <https://www.audubon.org/app>. [Accessed: 20-Sep-2018].
- [17] “BirdID - Nord University.” [Online]. Available: <https://www.birdid.no/bird/index.php>. [Accessed: 20-Aug-2018].
- [18] “Birds Complete Reference Guide.” [Online]. Available: <https://www.luminousapps.net/portfolio/>. [Accessed: 20-Aug-2019].
- [19] “eBird.” [Online]. Available: <https://help.ebird.org/customer/portal/articles/1848031-ebird-mobile-apps-overview>. [Accessed: 20-Sep-2018].
- [20] “GoBird.” [Online]. Available: <http://thenerdbirder.com/>. [Accessed: 20-Aug-2018].
- [21] “Indian Birds.” [Online]. Available: <http://www.india-birds.com/Default.aspx>. [Accessed: 20-Aug-2018].
- [22] T. C. L. of Ornithology, “Merlin Bird ID,” 2014. [Online]. Available: <http://merlin.allaboutbirds.org/>. [Accessed: 20-Aug-2018].
- [23] “Animal Quiz.” [Online]. Available: <http://animalquiz.com.br/>. [Accessed: 20-Aug-2018].
- [24] R. Aumentada and P. Global, “Realidade aumentada 1.,” pp. 1–8.
- [25] R. Resende, “O Panorama da Realidade Aumentada,” *11/04/2018*, 2018. [Online]. Available: <https://edit.com.pt/blog/o-panorama-da-realidade-aumentada/>. [Accessed: 31-Jul-2018].
- [26] M. Isberto, “The History of Augmented Reality,” *Colocation America*, 2018. [Online]. Available: <https://www.colocationamerica.com/blog/history-of->

- augmented-reality. [Accessed: 04-Feb-2019].
- [27] Y. Poluliakh, “What Best Augmented Reality Apps Exist and In What Fields Your Business Can Apply AR.” [Online]. Available: <https://yalantis.com/blog/best-augmented-reality-apps/>. [Accessed: 07-Feb-2019].
- [28] “Wikitude SDK.” [Online]. Available: <https://www.wikitude.com/products/wikitude-sdk/>. [Accessed: 18-Sep-2018].
- [29] “ARKit.” [Online]. Available: <https://developer.apple.com/arkit/>. [Accessed: 18-Sep-2018].
- [30] “ARCore Google.” [Online]. Available: <https://developers.google.com/ar/discover/>. [Accessed: 18-Sep-2018].
- [31] “Vuforia.” [Online]. Available: <https://developer.vuforia.com/>. [Accessed: 18-Sep-2018].
- [32] “Maxst.” [Online]. Available: <http://maxst.com/>. [Accessed: 18-Sep-2018].
- [33] “DeepAR.” [Online]. Available: <https://deepar.ai/augmented-reality-sdk/>. [Accessed: 18-Sep-2018].
- [34] “EasyAR.” [Online]. Available: <https://www.easyar.com/>. [Accessed: 18-Sep-2018].
- [35] “ARToolKit.” [Online]. Available: <https://thinkmobiles.com/blog/best-ar-sdk-review/>. [Accessed: 25-Sep-2018].
- [36] “Xzimg.” [Online]. Available: <https://www.xzimg.com/>. [Accessed: 18-Sep-2018].
- [37] “Kudan.” [Online]. Available: <https://www.kudan.eu/>. [Accessed: 18-Sep-2018].
- [38] “Augmented Pixels.” [Online]. Available: <http://augmentedpixels.com/>. [Accessed: 18-Sep-2018].
- [39] “CraftAR.” [Online]. Available: <https://documentation.catchoom.com/>. [Accessed: 18-Sep-2018].
- [40] “Escher Reality.” [Online]. Available: <http://www.escherreality.com/>. [Accessed: 25-Sep-2018].

- [41] L. Content Team, “What Is Extreme Programing? An Overview of XP Rules and Values,” 2018. [Online]. Available: <https://www.lucidchart.com/blog/what-is-extreme-programming>. [Accessed: 26-Sep-2018].
- [42] “Xamarin.” [Online]. Available: <https://dotnet.microsoft.com/apps/xamarin>. [Accessed: 05-Sep-2019].

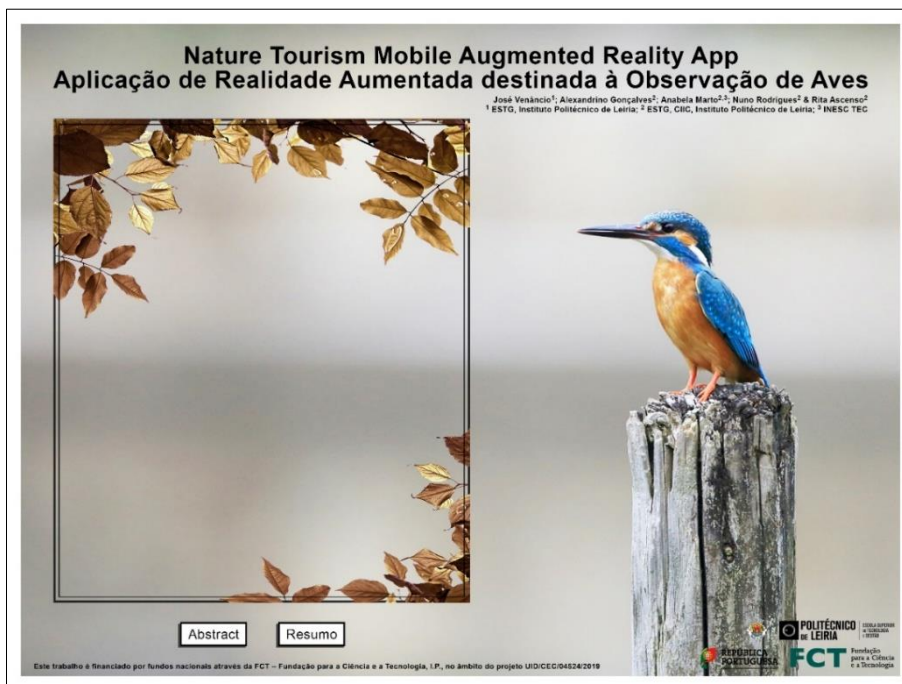
Anexos

Anexo A – Congresso de Ornitologia da SPEA (2 a 5 de março de 2019)

Durante a primeira semana de março de 2019, entre os dias 2 e 5, realizou-se a 10º Congresso de Ornitologia da SPEA, na Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar, em Peniche. Sendo um congresso que visa reunir inúmeros investigadores, ornitólogos e estudantes, possibilitando a troca de ideias e conhecimentos, surgiu como uma oportunidade de dar a conhecer este projeto, devido à sua integração no tema da observação de aves.

Para a inscrição neste congresso foi elaborado um pequeno resumo, contendo uma pequena apresentação do tema deste projeto, candidatando-se aos temas de apresentação oral e elaboração de um poster.

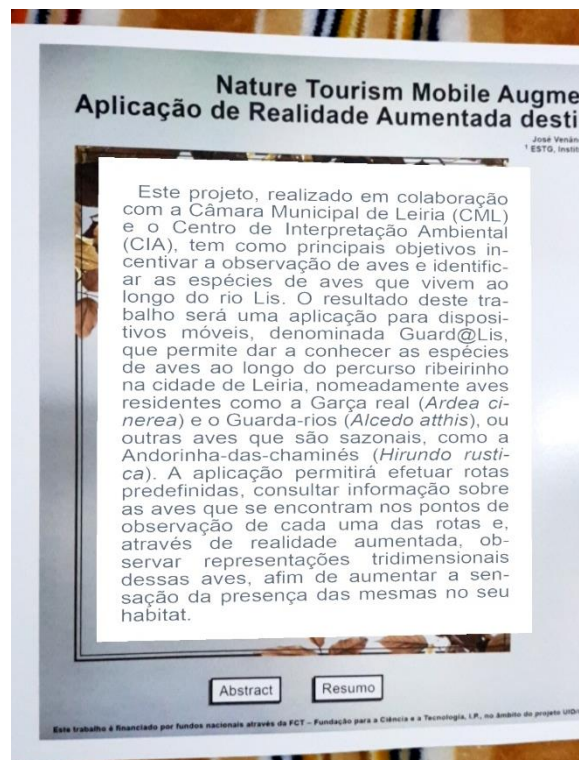
O resultado desta conferência foi obtido com aprovação para a elaboração de um poster, a ser apresentado durante a conferência. Com este intuito foi pensado na realização de um poster interativo, utilizando uma pequena demonstração de uma aplicação, utilizando Realidade Aumentada (Anexo A. 1).



Anexo A. 1 Poster interativo 10º Congresso de Ornitologia da SPEA

Utilizando a ferramenta *Vuforia*, foi realizada uma pequena aplicação em *Unity*, que permite o reconhecimento da imagem presente no poster, desta forma foram criados três principais componentes interativos a serem apresentados, através de um Tablet.

Resumo do projeto – No lado esquerdo do poster foi adicionado um pequeno retângulo que permite apresentar um texto contendo um resumo do projeto. Sendo uma conferência que visa juntar diversos investigadores de vários países, surgiu a ideia de inserir dois botões virtuais, permitindo ao utilizador alterar o texto entre Inglês e Português respetivamente, facilitando assim a sua leitura (Anexo A. 2).



Anexo A. 2 Resumo Poster Congresso SPEA utilizando o sistema de Realidade Aumentada

Modelo 3D de uma ave – No lado direito do poster foi colocado um modelo 3D de uma ave, permitindo mostrar a possibilidade de integração desta funcionalidade na aplicação a ser desenvolvida neste projeto, este modelo, era apenas um modelo de exemplo de utilização gratuita, permitindo mostrar movimentos deste modelo, juntamente com alguns sons simbólicos à ave em questão (Anexo A. 3).



Anexo A. 3 Modelo 3D Poster Congresso SPEA utilizando o sistema de Realidade Aumentada

Vídeo – Também do lado direito deste poster, foi adicionado um pequeno vídeo em reprodução com som, de forma a mostrar, algumas das possibilidades de evolução da aplicação, sendo possível, no futuro a integração de novos componentes, para além dos modelos a serem implementados (Anexo A. 4).



Anexo A. 4 Vídeo Poster Congresso SPEA utilizando o sistema de Realidade Aumentada

Através da utilização de um Tablet, foi dada a oportunidade a várias pessoas durante as sessões de apresentação de poster de ter acesso a uma experiência de Realidade Aumentada, dando a conhecer as possibilidades desta tecnologia e a que campos esta pode ser aplicada.

Anexo B - CISTI'2019 - 14ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação

Entre os dias 19 e 22 de junho de 2019, realizou-se a 14ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação em Coimbra, onde várias pessoas apresentaram, algumas ideias de projetos a serem desenvolvidos, nas várias áreas da tecnologia. Nesta conferência foi possível apresentar uma versão deste projeto ainda em desenvolvimento, com o intuito de mostrar as ideias desta aplicação e tirar algumas ideias sobre alguns conceitos sobre a mesma.

































Anexo C – International Conference on Nature-Based Tourism and Hospitality (20 a 21 de agosto de 2019)

Durante os dias 20 e 21 de agosto, realizou-se uma conferencia internacional, realizada em Wembley, Londres, destinada ao turismo destinado à natureza, tendo o privilégio de realizar uma apresentação da aplicação a ser desenvolvida, num estado, final, contendo a maioria das funcionalidades propostas.

Anexo D – Tabela comparativa aplicações analisadas

O presente anexo é alusivo a uma análise comparativa de funcionalidades das várias aplicações analisadas.

Tabela 4 Tabela comparativa aplicações analisadas

Funcionalidades									
Plataformas									
Idioma Português									
Localização Portugal									
Registo/Login									
Visualizações									
Adicionar fotos									
Multimédia na aplicação									
Mapa/Hotspots									
Filtro por categorias									
Questionários									
Número de espécies	800	---	300	11.400	---	10.000	---	2.000	10.000

Anúncios	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Anexo E – Tabela comparativa funcionalidades dos SDK's

Esta tabela representa os dados recolhidos através da análise realizada aos vários SDK's referidos ao longo deste projeto.

Tabela 5 Tabela comparativa funcionalidades dos SDK's

	Wikitude	ARKit	ARCore	Vuforia	Maxst	DeepAR	EasyAR	ARToolKit	Xzing	Kudan	Augmented Pixels	CraftAR
Tipo	Free + Pag o	Free + Pag o	Free	Free + Pag o	Free + Pag o	Free + Pag o	Free	Free	Free + Pag o	Free + Pag o	Free + Pag o	Free
Multiplataforma	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Identificação 2D	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗
Identificação 3D	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Identificação de Imagens	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓
Identificação Cloud	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓
Geolocalização	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
Integração com Unity	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
(SLAM) ¹	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓
Ligação à Internet	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Utilização de Marcadores	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗

¹Localização e Mapeamento Simultâneos

Anexo F – Questionário em papel

O presente anexo é referente ao questionário em papel (4 Páginas) realizado que permitiu uma análise a algumas preocupações e motivos que podem influenciar a escolha de uma aplicação.

Questionário

Este questionário destina-se apenas a recolha de dados para análise estatística, de forma a auxiliar no desenvolvimento de uma aplicação no âmbito de um Projeto para o Mestrado de Engenharia Informática - Computação Móvel, que visa a utilização de tecnologias de realidade aumentada através de dispositivos móveis (smartphones e tablets) em espaços dedicados à observação da vida animal.

Todas as questões presentes são anónimas, não sendo utilizados quaisquer dados para outros fins que não estatísticos. Prevê-se que 3 minutos sejam suficientes para responder a este questionário.

1 - Qual o dispositivo móvel que utiliza com mais frequência?

- Android
 - iPhone/iPad iOS
 - Windows Phone
 - Não tenho *smartphone/tablet*
 - Outros (caso não tenha a certeza, escreva nas linhas seguintes qual a marca do dispositivo que utiliza)
-
-

(Nota: Caso tenha respondido que não tem *smartphone* ou *tablet*, na questão anterior, pode avançar para a pergunta 6)

2 – Com que frequência utiliza esse mesmo dispositivo?

- Diariamente
 - Dia sim dia não
 - Semanalmente
 - Raramente
-

3 - Utilizar uma aplicação que não necessita de utilizar dados móveis (Internet) para funcionar é importante para si?

- Sim
 - Não
-

Anexo F. 1 Questionário (Página 1)

4 - Aplicações que geram notificações (ex.: informar o utilizador que está próximo de um local onde se podem observar aves), são um incómodo para si?

Sim

Não

5 – Considera que aplicações que incentivam atividades ao ar livre, incentivam o conhecimento e a preservação da natureza, são importantes?

Sim

Não

6 - Alguma vez utilizou realidade aumentada?

Sim

Não

Não sei

Muito raramente
← ...
1 2 3 4 5 6 7
Muito frequentemente
... →

7 - Se respondeu que "Sim" à questão anterior, indique a frequência com que utiliza a realidade aumentada.

Discordo totalmente
← ...
1 2 3 4 5 6 7
Concordo totalmente
... →

8 - Considero que a realidade aumentada é uma tecnologia fácil de utilizar.

9 - Considero que a sua interação com a realidade aumentada será clara e compreensível.

10 - Com uma utilização constante considero que a sua utilização se tornará mais fácil.

Anexo F. 2 Questionário (Página 2)

	Discordo totalmente				Concordo totalmente			
	← ...	1	2	3	4	5	6	7
11 – Considero que a realidade aumentada deveria ser utilizada para ajudar as pessoas a obter informação sobre os animais que nos rodeiam.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 – Considero que seria importante a utilização da realidade aumentada como meio de conhecer melhor os animais e o seu habitat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13 - Considero que seria importante a utilização da realidade aumentada como meio de dar a conhecer pontos históricos de uma cidade.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13 - Acredito que a realidade aumentada pode incentivar na preservação do ambiente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14 – Considero que a utilização da realidade aumentada em parques, jardins, ou ao longo de uma cidade, seria divertido.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15 - Para além da utilização de imagens virtuais com a utilização de realidade aumentada, gostaria de ouvir sons relacionados com os animais apresentados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16 – Para além da utilização de imagens virtuais com a utilização de realidade aumentada, gostaria de ver vídeos didáticos com informação científica detalhada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27 - Acha importante que uma aplicação necessite de registo/login para que possa ser utilizada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18 - Género	19 - Idade	20 - Habilitações Literárias
<input type="checkbox"/> Masculino	<input type="checkbox"/> Menos de 18	<input type="checkbox"/> Ensino básico ou inferior
<input type="checkbox"/> Feminino	<input type="checkbox"/> 18 aos 35	<input type="checkbox"/> Ensino Secundário (12º ano ou equivalente)
	<input type="checkbox"/> 36 aos 55	<input type="checkbox"/> CET/TESP
	<input type="checkbox"/> 56 aos 65	<input type="checkbox"/> Licenciatura
	<input type="checkbox"/> Mais de 65	<input type="checkbox"/> Mestrado
		<input type="checkbox"/> Doutoramento

Anexo F. 3 Questionário (Página 3)

21 – Relativamente à tecnologia de realidade aumentada, e no desenvolvimento de uma aplicação destinada à observação de aves, qual a sua opinião ou sugestão de funcionalidades que acharia interessante nesta aplicação.

Obrigado pela sua colaboração, as suas respostas ajudarão no desenvolvimento desta aplicação.

Anexo F. 4 Questionário (Página 4)

Anexo G – Questionário Online

Este anexo apresenta os *links* para o modelo online do questionário (<https://goo.gl/forms/ihfUcT3yl73WIWxl1>) e para a participação em testes da aplicação (<https://goo.gl/forms/WYOtGReEAKloJ3sC2>), sendo que ambos foram desenvolvidos com auxílio da ferramenta *Google Forms*.

Anexo H – Declaração de Consentimento Informado

Declaração de consentimento, entregue no ato de entrega dos questionários em papel que dão a conhecer ao utilizador os objetivos e termos legais referentes ao questionário apresentado.

Declaração de Consentimento Informado

Investigadores:
José Venâncio, aluno do Mestrado em Engenharia Informática - Computação Móvel no Instituto Politécnico de Leiria. Com a colaboração dos professores orientadores Alexandrino Gonçalves, Anabela Marto, Nuno Rodrigues e Rita M. T. Ascenso.

Objetivos:
De maneira a não influenciar os resultados deste questionário os objetivos do projeto em desenvolvimento não podem, de momento ser revelados. Após o término do mesmo, todos os resultados serão divulgados.

Participantes:
Todos os intervenientes deste questionário são voluntários que concordam com a realização do mesmo.

Confidencialidade:
Os dados adquiridos são de carácter anónimo e todas as respostas dadas serão confidenciais.

Procedimento:
O proceder do questionário pode variar no seu preenchimento, entre intervenientes, sendo que receberá instruções detalhadas durante o mesmo.

Proveitos:
As pessoas a quem este questionário se aplica não receberão nenhum benefício direto ao participar nesta experiência.

Riscos:
Os procedimentos deste questionário visam estar de acordo com os termos legais, tendo já sido utilizados em projetos semelhantes.

Desistência:
O preenchimento completo deste questionário não é obrigatório, sendo que qualquer interveniente pode terminar o mesmo, por sua iniciativa, a qualquer momento.

Questões Adicionais:
No caso de pretender informações adicionais sobre os objetivos, procedimentos ou outros aspetos relacionados com este questionário, ou projeto, pode entrar em contacto com o investigador em causa (2171956@my.ipleiria.pt).

Declaração:
Declaro que li os termos e autorizo a minha participação neste questionário. Reservo o direito de, em qualquer momento, poder desistir e solicitar que todos os dados resultantes da minha participação ou os meus dados pessoais sejam destruídos.

Assinatura: _____
Idade: ____ Data: ____ / ____ / 2018

Anexo H. 1 Declaração de Consentimento Informado

Anexo I – Participação em testes da aplicação

Juntamente com a declaração de consentimento e o questionário, foi também entregue uma folha para participação em testes da aplicação a serem realizados numa fase final da aplicação.

Participação em Testes da aplicação

Gostaria de participar em testes reais, podendo testar a aplicação, durante o seu desenvolvimento e dar a sua opinião sobre a mesma?

Sim

Não

Caso tenha respondido que sim deixe um contacto (e-mail ou telemóvel) de forma a poder ser contactado aquando a realização dos testes da aplicação:

Anexo I. 1 Participação em testes da aplicação

Anexo J – Respostas referentes à utilização de Realidade Aumentada

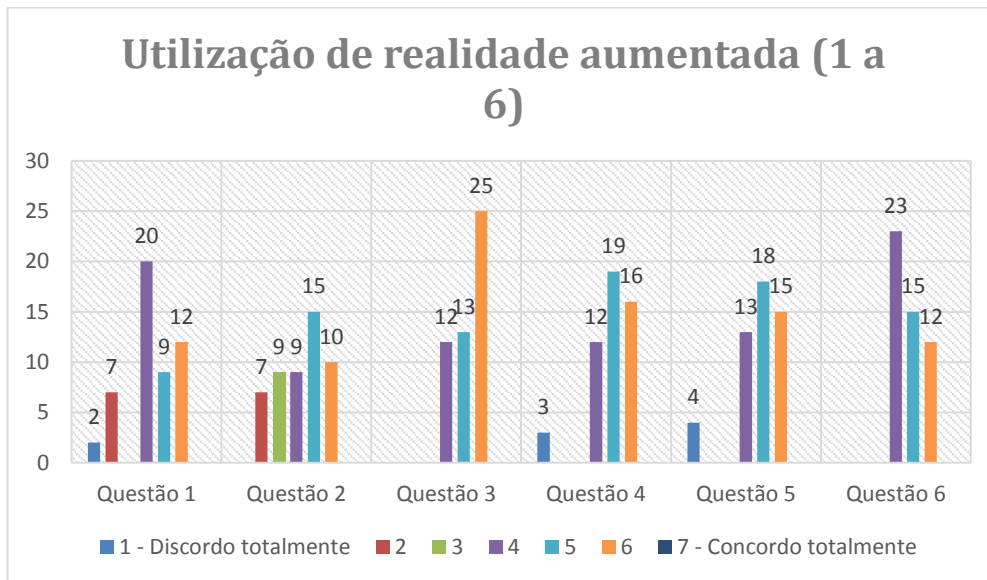
Respostas retiradas, referente à utilização de Realidade Aumentada, através dos questionários realizados.

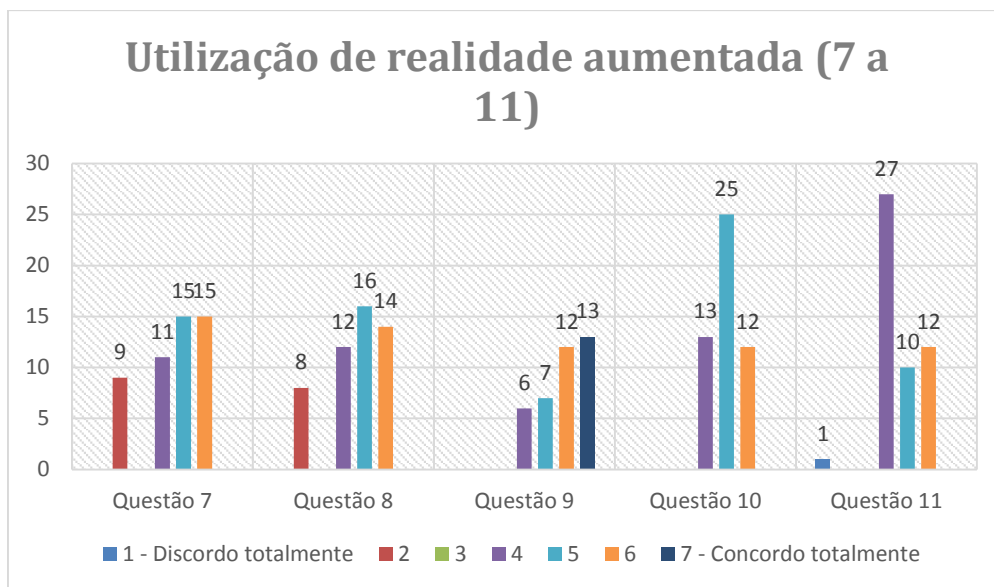
Tabela 6 Questões referentes à utilização de Realidade Aumentada

Questão	
Questão 1	Acho que a realidade aumentada é uma tecnologia fácil de utilizar
Questão 2	Considero que a interação com a realidade aumentada será clara e compreensível.
Questão 3	Com uma utilização constante considero que a utilização se tornará mais fácil.
Questão 4	A realidade aumentada deveria ser utilizada para ajudar as pessoas a obter informação sobre os animais que nos rodeiam.
Questão 5	Considero que seria importante a utilização da realidade aumentada como meio de conhecer melhor os animais e o seu habitat.
Questão 6	Considero que seria importante a utilização da realidade aumentada como meio de dar a conhecer pontos históricos de uma cidade.

Questão

Questão 7	Acredito que a realidade aumentada pode incentivar na preservação o ambiente.
Questão 8	A utilização da realidade aumentada em parques, jardins, ou ao longo de uma cidade, seria divertido.
Questão 9	Para além da utilização de imagens virtuais com a utilização de realidade aumentada, gostaria de ouvir sons relacionados com os animais apresentados.
Questão 10	Para além da utilização de imagens virtuais com a utilização de realidade aumentada, gostaria de ver vídeos didáticos com informação dos animais apresentados.
Questão 11	Acha importante que uma aplicação necessite de registo/login para que possa ser utilizada?





Anexo K – User Stories

US – User Story

T - Task

Tabela 7 Tabela de User Stories

User Stories		Testes de Aceitação
US01 - Selecionar uma rota (Primeira Instalação)	Na primeira instalação, enquanto utilizador quero poder selecionar uma rota de uma lista de possíveis rotas.	<ul style="list-style-type: none"> - É apresentado um ecrã de boas vindas com uma lista de rotas disponíveis. - Esta informação está disponível na primeira instalação da aplicação no dispositivo, ou se o utilizador não tiver nenhuma rota selecionada.
	T01.1 - Criar lista de rotas na base de dados.	
	T01.2 - Ligar a base de dados ao projeto.	
	T01.3 - Criar página Inicial de instalação da aplicação.	
	T01.4 - Guardar informação da rota no dispositivo.	
US02 - Visualizar mapa com rota e pontos de observação	Como utilizador ao entrar no ecrã principal quero poder ver um mapa com os pontos de observação	- O utilizador terá acesso a um mapa da rota no ecrã principal com a sua localização atual.

	da rota que escolhi, juntamente com a minha localização atual.	
	T02.1 - Criar ecrã principal com mapa geográfico.	
	T02.2 - Criar pontos geográficos para pontos de observação da rota.	
	T02.3 - Integrar sistema de geolocalização do utilizador.	
US03 - Criar menu da aplicação	Como utilizador no ecrã principal quero ter acesso a um menu da aplicação, com acesso a informação sobre a aplicação e o meu progresso.	- No ecrã principal o utilizador pode clicar no menu, sendo apresentado com um conjunto de funcionalidades da aplicação.
	T03.1 - Criar menu da aplicação.	
US04 - Informação sobre distancia de cada ponto de observação	Como utilizador quero poder ver os pontos de observação da rota e a que distancia me encontro de cada um destes.	- Quando o utilizador está no ecrã principal poderá abrir um menu com todos os pontos de observação existentes para a rota atual juntamente com a informação da distância dos mesmos.
	T04.1 - Criar menu para pontos de observação.	
	T04.2 - Calcular distancia entre o utilizador e os pontos de observação.	
US05 - Alertas de proximidade de ponto de observação	Como utilizador ao chegar a um ponto de observação quero ser notificado quanto à possibilidade de encontrar aves neste local.	- Quando o utilizador entra num raio de proximidade de um ponto de observação é apresentada uma notificação, a informar o utilizador para a existência de aves neste local.
	T05.1 - Criação de geofences em volta dos pontos de observação.	
	T05.2 - Apresentar notificação de proximidade ao utilizador.	
US06 - Interagir com o sistema de realidade aumentada	Como utilizador ao aproximar-me de um ponto de observação, quero poder interagir com	- Quando o utilizador chega a um ponto de observação é apresentado um icon no ecrã que

	o sistema de realidade aumentada, quando o mesmo é possível.	permite a utilização do sistema de realidade aumentada.
	T06.1 - Apresentar icon de realidade aumentada ao entrar na geofence de um ponto de observação.	
	T06.2 - Ligar aplicação ao aplicativo de realidade aumentada do Unity.	
	T06.3 - Implementar funcionalidade de fotografias para o sistema de realidade aumentada.	
US07 - Ecrã de detalhe para pontos de observação	Como utilizador quero ter acesso a uma página com informação das espécies que podem ser encontradas num ponto de observação.	- O utilizador pode clicar num ponto de observação no mapa ou na lista de pontos no menu, será apresentado com uma página com informação do ponto e uma lista de aves que podem ser vistas nesse mesmo ponto.
	T07.1 - Criar ecrã de detalhe para os pontos de observação	
	T07.2 - Ligar a informação das aves, para o ponto de observação.	
	T07.3 - Criar evento de clique no ecrã principal e no menu de listagem de pontos de observação.	
US08 - Ecrã de detalhe de uma ave	Como utilizador ao clicar numa ave no ecrã de detalhes de um ponto de observação, quero poder ver informação sobre essa ave.	- O utilizador ao clicar numa ave num ponto de observação, será apresentado com uma página de detalhes sobre a ave. - O utilizador poderá partilhar os dados desta ave nas redes sociais.
	T08.1 - Criar ecrã de detalhe para uma ave.	
	T08.2 - Apresentar mapa com pontos de observação em que aquela ave pode ser vista.	
	T08.3 - Implementação da funcionalidade de partilha da página de detalhe da ave.	
US09 - Identificar uma ave	Como utilizador quero poder registar uma ave,	- O utilizador poderá registar uma ave como

	como a tendo encontrado ao longo da rota.	visualizada durante o percurso da rota. - O utilizador poderá partilhar os dados desta ave nas redes sociais, juntamente com a informação sobre a sua visualização.
	T09.1 - Implementação de botão de visualização nos detalhes da ave.	
	T09.2 - Criação de página de sucesso na visualização da ave.	
	T09.3 - Guardar no dispositivo do utilizador informação sobre a ave juntamente com a localização do utilizador.	
	T09.4 - Implementação da funcionalidade de partilha da página de visualização da ave.	
US10 - Botões de acessibilidade	Como utilizador no ecrã de detalhes de uma ave, quero poder opções de acessibilidade que me permitam aumentar ou diminuir o tamanho do texto, ou ativar o modo de leitura.	- O utilizador poderá clicar nos botões de acessibilidade para aumentar ou diminuir o tamanho do texto, ou ativar o modo de leitura.
	T10.1 - Inserir botões de acessibilidade no ecrã de detalhe de uma ave.	
	T10.2 - Integrar funcionalidade de leitura na aplicação.	
	T10.3 - Criar eventos de clique para aumentar e diminuir o tamanho do texto.	
US11 - Pesquisa por nome de uma ave	Como utilizador no ecrã principal quero poder pesquisar por uma ave que tenha encontrado.	- O utilizador terá acesso a uma pesquisa no ecrã principal que lhe permitirá pesquisar por uma ave.
	T11.1 - Criar ecrã de pesquisa.	
	T11.2 - Ao pesquisar por nome filtrar pela informação das aves, como nome.	
US12 - Pesquisa por características	Como utilizador no ecrã de pesquisa quero poder pesquisar por uma ave através das suas características.	- É apresentado um ecrã com características, para o utilizador selecionar. - Ao finalizar será apresentado um resultado

		de aves filtrado pelas características selecionadas.
	T12.1 - Criar ecrã de pesquisa por características.	
	T12.2 – Filtrar resultados por características.	
US13 - Menu Visualizações	Como utilizador quero poder ver todas as aves visualizadas durante a rota numa página da aplicação.	- Ao clicar no menu da aplicação, o utilizador poderá aceder a um ecrã com todas as aves visualizadas durante a rota, com informação de onde foi possível ver cada uma destas aves.
	T13.1 - Criar ecrã com registo de aves visualizadas pelo utilizador.	
	T13.2 - Apresentar informação sobre o local de visualização da ave.	
US14 - Alterar rota	Como utilizador no menu da aplicação quero poder terminar a rota atual e começar uma nova.	- Ao clicar na opção do menu da rota o utilizador será apresentado com uma mensagem de confirmação de alteração de rota, informando para a possibilidade de perder todo o progresso realizado até ao momento e será redirecionado para o ecrã principal com a nova rota. - Ao clicar na opção do menu para terminar a rota atual, o utilizador será apresentado com uma mensagem de confirmação e será redirecionado para o ecrã de primeira instalação.
	T14.1 - Criar alerta para permitir terminar rota a meio.	
	T14.2 - Criar ecrã de resumo de rota incompleta, com informação de tempo e visualizações do utilizador.	
	T14.3 - Implementação da funcionalidade de partilha do ecrã de resumo de rota incompleta.	
	T14.4 - Remover dados da rota atual do dispositivo.	

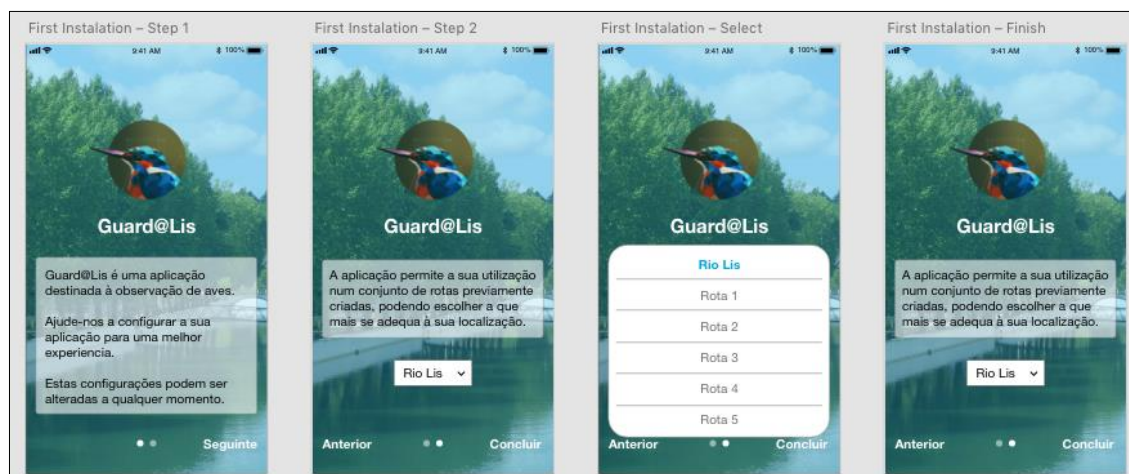
US15 - Menu Definições	Como utilizador no menu da aplicação quero poder alterar as definições da aplicação.	No menu de definições deve ser possível: - Alterar a linguagem da aplicação. - Alterar as dimensões do texto apresentado (referente à acessibilidade).
	T15.1 - Criar ecrã de definições.	
	T15.2 - Implementar opção para alterar linguagem da aplicação.	
	T15.3 - Implementar opção para definir tamanho de letra padrão para acessibilidade.	
	T15.4 - Definir tamanho da fonte tendo em conta o tamanho padrão.	
US16 - Ecrã Sobre nós/Contactos	Como utilizador quero poder ter informação sobre a aplicação e o Centro de Interpretação Ambiental.	- Ao aceder ao menu da aplicação o utilizador terá acesso a duas páginas com detalhes sobre a aplicação e contactos.
	T16.1 - Criar página Sobre nós.	
	T16.2 - Criar página de Contactos.	
US17 - Ecrã Fim da rota	Como utilizador após visitar todos os pontos de observação de uma rota quero poder dizer que terminei a rota.	- Ao visitar todos os pontos de observação uma notificação e um novo menu serão apresentados ao utilizador para permitir terminar a rota.
	T17.1 - Criar registo de pontos de observação pelos quais o utilizador passou durante a rota.	
	T17.2 - Criar notificação de fim de rota.	
	T17.3 - Criar ecrã de fim de rota com todos os dados sobre a rota (Visualizações, tempo, número de pontos de observação).	
	T17.4 - Implementação da funcionalidade de partilha do ecrã de fim de rota.	
	T17.5 - Criar ecrã de registo de pontos observados.	

US18 - Notificação de atualização de conteúdos	Como utilizador quero ser notificado quando existirem atualizações de conteúdos como rotas ou novas espécies.	- Quando surgir atualizações para a aplicação o utilizador será notificado e estas só serão instaladas depois do utilizador aceitar a seu download e instalação.
	T18.1 - Criar notificação de atualização de conteúdos.	
	T18.2 - Implementar funcionalidade de download apenas quando ligado a uma rede wireless.	
US19 - Download dados ao iniciar aplicação	Ao abrir a aplicação, caso não existam dados no telemóvel, pedir para realizar um download dos dados para a aplicação.	- É apresentado uma mensagem a pedir permissão ao utilizador para realizar o download.
	T19.1 Criar sistema de download para base de dados e imagens.	
	T19.2 - Criar snackbar de progresso de visualização.	
	T19.3 - Ao clicar em "Sim" verificar conectividade à Internet.	
US20 - Criar lista de aves registadas ao longo da aplicação com listagem de datas e coordenadas	Como utilizador quero ter um registo de todas as vezes que encontrei uma ave, sempre que utilizo a aplicação.	- Guardar a data e coordenadas, no momento de identificação. - Na página de identificações é apresentada uma lista com todas as identificações do utilizador, com todas as respetivas datas.
	T20.1 - Implementar classes para aves registadas.	
	T20.2 - Criar menu para aves registadas.	
	T20.3 - Criar página com todas as vezes que essa ave foi registada pelo utilizador.	

Anexo L – Detalhe dos vários protótipos da aplicação

Pré-visualização da aplicação

Sendo a utilização desta aplicação destinado à realização de uma rota, e de forma a garantir a seleção inicial de uma rota, foi optado pela criação de um ecrã a ser apresentado numa primeira instalação ou quando o utilizador não tenha uma rota definida (Anexo L. 1). Através deste ecrã é possível dar a conhecer ao utilizador um pouco da aplicação e ao mesmo tempo garantir a seleção de uma rota, previamente criada, antes da sua utilização.



Anexo L. 1 Pré-visualização da aplicação

Este ecrã tem como finalidade também verificar a existência de todos os conteúdos no dispositivo do utilizador, como descrição de rotas e aves ao conteúdo multimédia, como imagens, vídeos e sons. Desta forma é possível garantir a utilização desta aplicação em modo *offline*, sem a necessidade de uma utilização constante de ligação à Internet.

Home

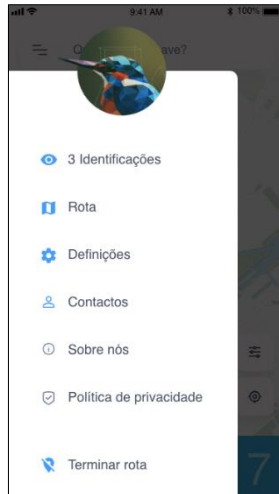
Após a seleção de uma das rotas existentes, o utilizador será redirecionado para o ecrã principal da aplicação, contendo um mapa apresentando a sua localização, juntamente com os pontos de observação referentes à rota selecionada (Anexo L. 2).



Anexo L. 2 Ecrã principal da aplicação

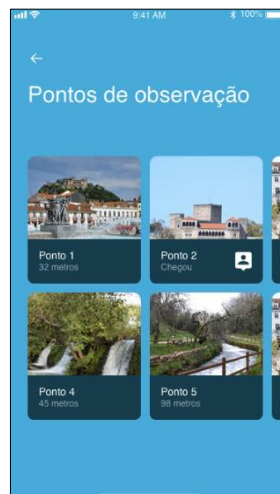
Nesta página é possível ter um acesso rápido ao menu da aplicação, juntamente como a listagem detalhada de pontos de observação ou acesso à pesquisa de uma determinada ave a partir do seu nome.

Menu – Através do menu da aplicação é possível aceder a páginas como a listagem de identificações realizadas pelo utilizador, ao longo da rota ou desde o início da utilização da aplicação, aceder às definições da aplicação ou terminar a rota a meio (Anexo L. 3).



Anexo L. 3 Menu da aplicação

Pontos de observação – Este menu apresenta uma listagem com todos os pontos de uma rota, através dos quais será possível visualizar algumas aves nesse mesmo lugar. A listagem permite ao utilizador saber qual a sua distância a cada hotspot de uma rota. Ao seleccionar um destes pontos dá acesso a uma página detalhada com todas as aves que podem ser observadas nesse local (Anexo L. 4).



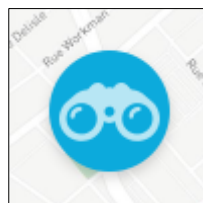
Anexo L. 4 Listagem de pontos de observação

Pesquisa – A pesquisa desta aplicação permite através de uma palavra apresentar todas as aves que possuam essa designação no seu nome, permitindo assim um rápido acesso aos seus detalhes durante a rota (Anexo L. 5).



Anexo L. 5 Ecrã de pesquisa

Realidade aumentada – Ao entrar num raio de proximidade de um ponto de observação será apresentado um botão, que permite a interação com o sistema de Realidade Aumentada (Anexo L. 6). Este botão permite a ligação com uma biblioteca externa, que liga a um pequeno programa criado através da ferramenta *Unity*, permitindo apresentar alguns modelos 3D de algumas espécies de aves, juntamente com uma interação direta com o utilizador.



Anexo L. 6 Botão de interação com sistema de Realidade Aumentada

Página detalhes ponto de observação

Na página de detalhes de um ponto de observação é possível ver todas as aves que podem ser observadas nesse ponto, dando um rápido acesso à informação necessária para a identificação de uma ave (Anexo L. 7).



Anexo L. 7 Ecrã detalhes ponto de observação

Página detalhes de uma Ave

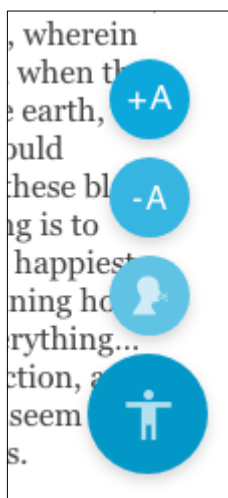
A página de detalhes de uma ave, trata-se de um ecrã que contém informação como galeria de imagens, nome, descrição, padrões migratórios e principais pontos onde esta ave pode ser observada. Para além desta informação é possível visualizar vídeos e ouvir sons realizados por esta ave (Anexo L. 8).



Anexo L. 8 Ecrã detalhes de uma ave

Através de um sistema de partilha o utilizador poderá divulgar esta informação com os seus amigos através das redes sociais. Nesta página será também possível a um utilizador, registar a identificação desta espécie ao longo da rota, permitindo criar um registo com todas estas identificações, para que estes dados possam ser acedidos, juntamente com o local e data da sua identificação.

Acessibilidade – Pensando nas pessoas com dificuldades auditivas ou visuais, foram desenvolvidos alguns botões permitindo ao utilizador controlar o tamanho da fonte da aplicação ou ouvir o texto de um ecrã com a ajuda de um leitor de texto a ser implementado na aplicação (Anexo L. 9).



Anexo L. 9 Botões de acessibilidade para leitura e tamanho do tipo de letra

Identificações

De forma a criar um registo de todas as aves que um utilizador identifica ao longo de uma rota, foi criado um ecrã que apresenta todas as suas identificações, permitindo saber onde estas foram visualizadas, através do registo da sua localização, tendo em conta um ponto de proximidade de uma rota (Anexo L. 10).



Anexo L. 10 Ecrã de identificações

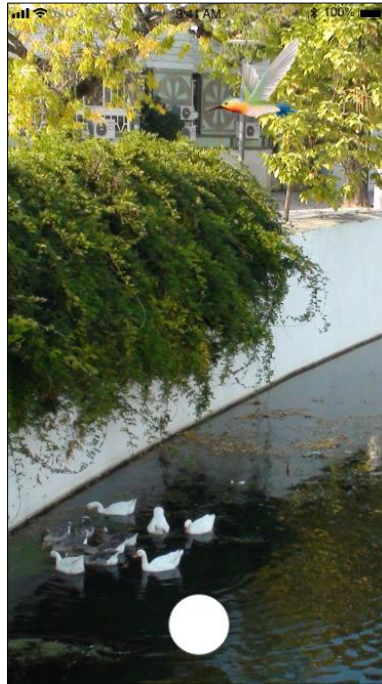
Identificação de uma Ave – Utilizando o sistema de identificações de uma ave em conjunto com o sistema de partilhas, foi criado um ecrã de felicitação que mostre ao utilizador a espécie identificada, juntamente com o total de identificações realizados durante uma rota (Anexo L. 11). Este ecrã pretende incentivar uma pessoa a partilhar o seu progresso de identificação ao longo de uma rota e ao mesmo tempo fazer com que esta pessoa queira identificar o maior número de aves possível, incentivando desta forma à prática de observação de aves e a divulgação da aplicação entre várias pessoas.



Anexo L. 11 Ecrã sucesso de uma identificação

Realidade Aumentada

O sistema de Realidade Aumentada consiste numa extensão da aplicação criada em *Unity*, que visa apresentar alguns modelos 3d de algumas aves, utilizando para o efeito a câmara de um dispositivo móvel, permitindo a captura de imagens, desta sua experiência (Anexo L. 12).



Anexo L. 12 Ecrã de utilização de Realidade Aumentada

Definições

O ecrã de definições visa dar acesso ao utilizador para editar alguns detalhes da aplicação, como permitir a receção de notificações, alterar opções de acessibilidade, ou a linguagem da aplicação (Anexo L. 13).



Anexo L. 13 Ecrã de definições da aplicação

Contactos e Sobre nós

Com o intuito de dar a conhecer um pouco da aplicação e todas as entidades envolvidas foram criadas duas páginas, “Sobre nós” contendo uma pequena descrição (Anexo L. 14) com alguma informação relevante sobre a mesma, e uma página “Contactos” (Anexo L. 15), com os principais dados como morada, email e número de telefone, das entidades envolvidas.



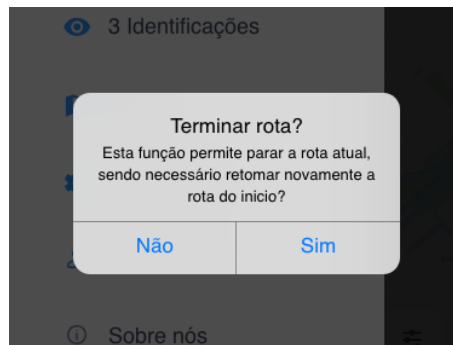
Anexo L. 14 Ecrã sobre nós da aplicação



Anexo L. 15 Ecrã contactos da aplicação

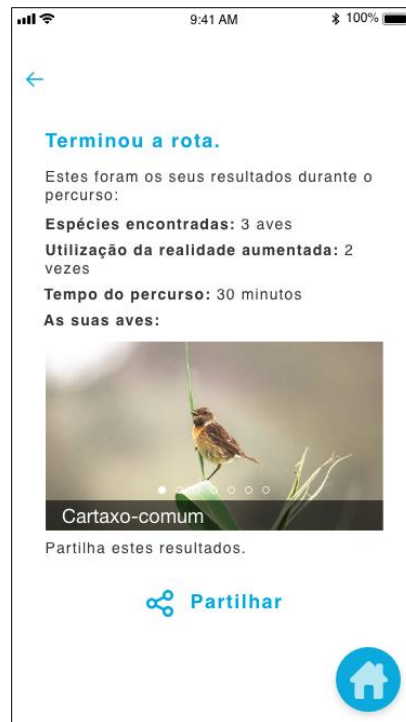
Fim de rota

A finalização de uma rota pode ser realizada de duas formas, sendo estas, através da deslocação do utilizador ao longo de todos os pontos de observação, ou terminando a rota a meio, por via da opção existente no menu da aplicação. Ao terminar uma rota será apresentada uma mensagem ao utilizador, para que este possa confirmar esta ação antes de continuar (Anexo L. 16).



Anexo L. 16 *Pop-up* para confirmação de fim de rota

Ao confirmar esta ação será apresentado ao utilizador um ecrã contendo todos os detalhes da rota realizada, apresentando o número de espécies identificadas, o tempo que o mesmo demorou a realizar esta rota e uma lista de imagens referentes a todas as aves identificadas (Anexo L. 17). Como no processo de identificação esta informação poderá ser partilhada nas redes sociais, permitindo assim a sua divulgação.



Anexo L. 17 Ecrã de resumo de finalização da rota

Ao finalizar uma rota o utilizador será redirecionado novamente para a página de apresentação, permitindo ao mesmo selecionar uma nova rota de identificação.

Anexo M – Tabela de utilizadores do gestor de conteúdos

Tabela com dados de acesso dos vários utilizadores criados, para acesso ao gestor de conteúdos:

Tabela 8 Tabela de utilizadores do gestor de conteúdos

Utilizador	Password
alexandrino@guardalis.com	guardalis1819
anabela@guardalis.com	guardalis1819
nuno@guardalis.com	guardalis1819
rita@guardalis.com	guardalis1819
admin@guardalis.com	guardalis1819

Anexo N – Questionário de testes de usabilidade em papel

O presente anexo é referente ao questionário em papel (4 Páginas) realizado durante um percurso real, que permitiu a vários utilizadores testar uma versão muito próxima de uma possível versão final, contribuindo para algumas alterações finais da aplicação.

Questionário

Este questionário destina-se apenas à recolha de dados para análise estatística, de forma a auxiliar no desenvolvimento de uma aplicação no âmbito de um Projeto para o Mestrado de Engenharia Informática - Computação Móvel, que visa a utilização de tecnologias de realidade aumentada através de dispositivos móveis (smartphones e tablets) em espaços dedicados à observação da vida animal.

Todas as questões presentes são anónimas, não sendo utilizados quaisquer dados para outros fins que não estatísticos. Prevê-se que 3 minutos sejam suficientes para responder a este questionário.

1 – Anteriormente à experiência de hoje, já alguma vez tinha utilizado alguma tecnologia com Realidade Aumentada?

Sim

Não

Não sei

2 – Qual o principal motivo que levou a aceitar participar na utilização da aplicação Guard@Lis?

Porque não sei o que é a Realidade Aumentada e fiquei com curiosidade em passar a conhecer

Porque a Realidade Aumentada parece-me ser uma funcionalidade interessante na observação da vida animal

Apesar de considerar a Realidade Aumentada pouco interessante neste contexto da observação da vida animal, fiquei com curiosidade em experimentar

Outro motivo:

3 – Durante a experiência com a Realidade Aumentada, conseguiu visualizar o modelo virtual através do ecrã do telemóvel?

Sim

Não

(Nota: Caso tenha respondido que “Não”, na questão anterior, pode avançar para a pergunta 7)

1 de 4

Anexo N. 1 Questionário Testes de Usabilidade (Página 1)

4 – Durante a funcionalidade de Realidade Aumentada, conseguiu encontrar facilmente o modelo virtual?

Sim

Não

Não sei

5 – Com base na experiência de hoje com Realidade Aumentada, classifique o seu nível de concordância com as seguintes afirmações:

	Discordo totalmente			Concordo totalmente				
	← ...	1	2	3	4	5	6	... →
Sobre o sentimento de presença:								
5.1 – A minha visita tornou-se mais dinâmica e ativa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2 – A minha visita tornou-se mais divertida.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3 – Fiquei com uma noção mais exata sobre as características das várias aves (dimensões, cores, etc.).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anexo N. 2 Questionário Testes de Usabilidade (Página 2)

	Discordo totalmente			Concordo totalmente				
	← ...	1	2	3	4	5	6	... →
Sobre a experiência tecnológica:								
5.4 – Considero que durante a experiência, senti-me totalmente perdido sem saber para onde apontar o telemóvel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.5 – Ao fim de alguns minutos de utilização, já estava à vontade com a tecnologia e compreendia bem como utilizá-la.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.6 – Esta tecnologia é fácil de utilizar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.7 – O modelo virtual oscilava demasiado, mesmo quando eu tinha o telemóvel firme em determinada posição.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.8 – Foi difícil ter uma perceção sobre a posição do modelo virtual em relação à área envolvente pois este mudava de posição à medida que eu explorava o ambiente envolvente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Totalmente desinteressado			Totalmente interessado				
	← ...	1	2	3	4	5	6	... →
6 – Com base na experiência de hoje, qual o seu nível de interesse em instalar esta aplicação no seu telemóvel para que pudesse utilizá-la para ajudar a observar a vida animal?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Discordo totalmente			Concordo totalmente				
	← ...	1	2	3	4	5	6	... →
7 – Considera que aplicações de Realidade Aumentada na atividade de observação da vida animal podem contribuir para uma maior procura desta atividade?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 – Considera a disponibilização de aplicações de Realidade Aumentada, podem levar a um maior número de visitantes à cidade de Leiria?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3 de 4

Anexo N. 3 Questionário Testes de Usabilidade (Página 3)

<p>9 - Género</p> <p><input type="checkbox"/> Masculino</p> <p><input type="checkbox"/> Feminino</p>	<p>10 - Idade</p> <p><input type="checkbox"/> Menos de 18</p> <p><input type="checkbox"/> 18 aos 35</p> <p><input type="checkbox"/> 36 aos 55</p> <p><input type="checkbox"/> 56 aos 65</p> <p><input type="checkbox"/> Mais de 65</p>	<p>11 - Habilitações Literárias</p> <p><input type="checkbox"/> Ensino básico ou inferior</p> <p><input type="checkbox"/> Ensino Secundário (12º ano ou equivalente)</p> <p><input type="checkbox"/> CET/TESP</p> <p><input type="checkbox"/> Licenciatura</p> <p><input type="checkbox"/> Mestrado</p> <p><input type="checkbox"/> Doutoramento</p>
---	---	---

12 – Quais foram as principais dificuldades encontradas durante a experiência?

13 – Tendo em conta experiência na utilização desta tecnologia, gostaria de fazer alguma sugestão, que ache que possa servir para melhorar a aplicação?

Obrigado pela sua colaboração, as suas respostas ajudarão no desenvolvimento desta aplicação.

Anexo N. 4 Questionário Testes de Usabilidade (Página 4)

Anexo O – Questionário de testes de usabilidade online

Este anexo apresenta os links para o modelo online do questionário referente aos testes de usabilidade (<https://forms.gle/avwnhQW9WNQ5J4og9>), sendo desenvolvido com auxílio da ferramenta *Google Forms*.

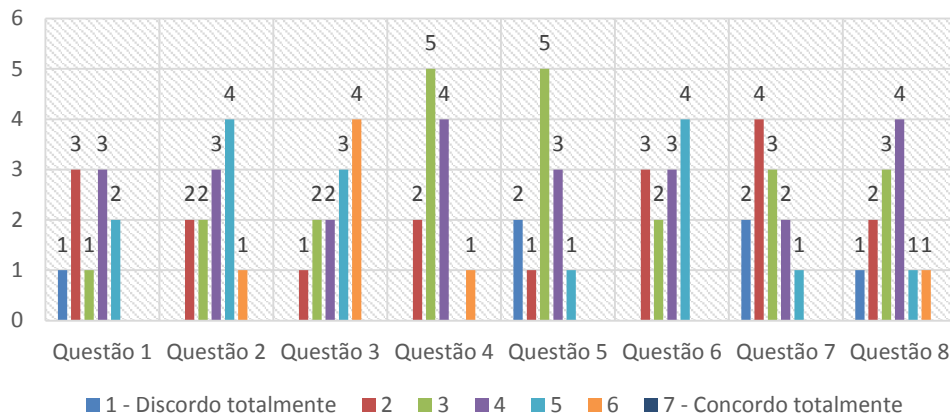
Anexo P - Respostas referentes aos testes de usabilidade

Respostas retiradas, referente aos testes de usabilidade, através dos questionários realizados.

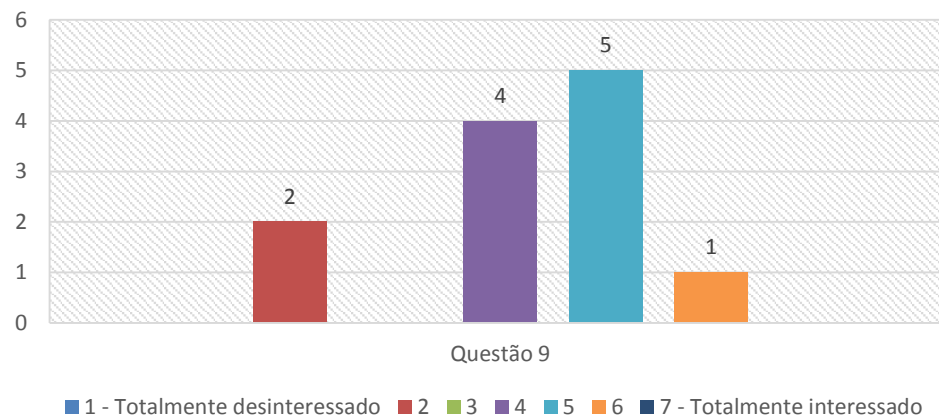
Tabela 9 Questões referentes à utilização de Realidade Aumentada

Questão	
Questão 1	A minha visita tornou-se mais dinâmica e ativa.
Questão 2	A minha visita tornou-se mais divertida.
Questão 3	Fiquei com uma noção mais exacta sobre as características das várias aves (dimensões, cores, etc.).
Questão 4	Considero que durante a experiência, senti-me totalmente perdido sem saber para onde apontar o telemóvel.
Questão 5	Ao fim de alguns minutos de utilização, já estava à vontade com a tecnologia e compreendia bem como utilizá-la.
Questão 6	Esta tecnologia é fácil de utilizar.
Questão 7	O modelo virtual oscilava demasiado, mesmo quando eu tinha o telemóvel firme em determinada posição.
Questão 8	Foi difícil ter uma percepção sobre a posição do modelo virtual em relação à área envolvente pois este mudava de posição à medida que eu explorava o ambiente envolvente.
Questão 9	Com base na sua experiência de hoje, qual o seu nível de interesse em instalar uma aplicação de Realidade Aumentada no seu telemóvel para que pudesse utilizá-la ao longo de toda a sua visita à cidade de Leiria?
Questão 10	Considera que aplicações de Realidade Aumentada na atividade de observação da vida animal podem contribuir para uma maior procura desta atividade?
Questão 11	Considera a disponibilização de aplicações de Realidade Aumentada, podem levar a um maior número de visitantes à cidade de Leiria?

Utilização de realidade aumentada (1 a 8)



Utilização de realidade aumentada (9)



Utilização de realidade aumentada (10 e 11)

