

Aplicação Móvel de Realidade Aumentada
para o Património e Cultura da
Ilha de São Miguel
Afonso Castro Cordeiro

02/2021

Afonso Castro Cordeiro. Aplicação Móvel de Realidade Aumentada para o
Património e Cultura da Ilha de São Miguel

Aplicação Móvel de Realidade
Aumentada para o Património e
Cultura da Ilha de São Miguel
Afonso Castro Cordeiro

02/2021

Instituto Politécnico do Porto
Escola Superior de Media Artes e Design

Afonso Castro Cordeiro

**Aplicação Móvel de Realidade Aumentada para o Património e Cultura
da Ilha de São Miguel**

Trabalho de Projeto

Mestrado em Sistemas e Media Interativos

Orientação: Prof. Doutor João Pedro Sampaio de Matos Antunes de Azevedo

Coorientação: Prof. Doutor Firmino Oliveira da Silva

Vila do Conde, fevereiro de 2021

Afonso Castro Cordeiro

**Aplicação Móvel de Realidade Aumentada para o Património e Cultura
da Ilha de São Miguel**

Trabalho de Projeto
Mestrado em Sistemas e Media Interativos

Membros do Júri

Presidente

Prof. Doutor Luís Manuel Félix Alípio

Escola Superior de Media Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Orientador

Prof. Doutor João Pedro Sampaio de Matos Antunes de Azevedo

Escola Superior de Media Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Arguente

Prof. Doutor Tiago Araújo e Gama Constante da Rocha

Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto

Vila do Conde, fevereiro de 2021

Agradecimentos

Começo por refletir sobre o último ano, desde o momento que decidi dar asas ao desenvolvimento deste projeto até agora. Fiquei sempre com a dúvida sobre a conclusão do projeto, mas prossegui com uma atitude pró-ativa para nunca desistir e seguir em frente.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor João Pedro Sampaio de Matos Antunes de Azevedo, foi um prazer poder tê-lo a acompanhar-me neste processo que se tornou uma constante descoberta para ambos e dos sucessivos incentivos a procurar e descobrir novas abordagens e experiência para melhor concluir o projeto.

Ao meu coorientador, Professor Doutor Firmino Oliveira da Silva, que foi incansável neste processo mostrando-se sempre disponível para me ajudar na componente mais técnica com a sua opinião assertiva e sempre positiva.

Ao Professor Doutor José Campos Neves, que nunca desistiu da minha ideia. Mostrou-se sempre muito positivo e entusiasmado com o tema que escolhi, sendo o encanto e paixão pelos Açores, um fator comum entre nós que facilitou a comunicação, sendo o mesmo bastante importante e motivador neste processo.

Aos meus pilares agora e sempre, os meus pais e irmão. Aos três que me apoiaram e incentivaram a nunca desistir mesmo nos momentos mais caóticos e difíceis que vivemos neste último ano. Distantes ou não, a mensagem de força e resiliência para nunca desistir foi sempre recebida. Agradeço ao meu irmão pela ajuda imprescindível nos últimos dias de ajustes ao projeto, sempre com a sua paciência e disponibilidade que o caracterizam.

Aos Açores, local onde nasci que me inspiraram a desenvolver este projeto, onde todos os anos ao voltar lá, fazem-me sentir nostálgico. Este foi o sentimento que tanto quis representar neste projeto, ou seja, revisitar e redescobrir o passado no presente.

Não menos importante agradeço à Música. Este meu vício que, me ajudou a ultrapassar dia após dia e que me deu “a música perfeita” fosse num momento de frustração, felicidade, força, tristeza ou gratidão. Quando senti que dava por concluída esta etapa da minha vida, a música final chegou.

Resumo analítico

A realidade aumentada é considerada atualmente como um dos maiores investimentos para o futuro, não só em Portugal, mas a nível mundial pois prevê-se que seja uma mais valia no campo do entretenimento, educacional e património. No sentido desta afirmação, este projeto explora as possibilidades de uma aplicação móvel utilizando a realidade aumentada com o objetivo de visualizar, utilizando um smartphone, o estado original de monumentos em ruínas ou já inexistentes da ilha de São Miguel nos Açores através de modelos 3D desses mesmos monumentos. O foco principal é o desenvolvimento da aplicação móvel, possibilitando ao utilizador explorar a ilha e conhecer um pouco mais do seu património e cultura numa experiência em tempo real. O projeto divide-se em dois caminhos que se interligam - o teórico onde foram explorados diversos documentos e artigos que demonstram diferentes tipos de processos de desenvolvimento possíveis para a credibilidade e exequibilidade do projeto. O outro caminho, o projeto em si, foi dotado de vários processos que ajudaram a perceber as melhores formas de como desenvolver um protótipo de uma aplicação móvel, desenhar modelos 3D e com isto recorrer ao reconhecimento de geolocalização do utilizador de forma a que o monumento seja sempre visualizado mesmo que já não tenhamos nada como referência do local em questão. Durante todo o procedimento de desenvolvimento foram identificados alguns pontos-chave para a concretização do mesmo como o estudo da história dos monumentos, o estado atual da realidade aumentada e a viabilidade da compatibilidade de tecnologias como a modelação 3D com o património de um local. A peça final utilizou um fluxo de trabalho que desencadeou algumas questões ao longo do processo e também propostas para futuros novos desenvolvimentos.

PALAVRAS-CHAVE : Aplicação Móvel, Realidade Aumentada, 3D, Património, Cultura, Ilha de São Miguel

Abstract

Augmented reality is currently considered one of the biggest investments for the future, not only in Portugal, but worldwide and it is expected to be a big asset for the entertainment, education and heritage fields. With this statement, this project explores the possibilities of a mobile application using augmented reality in order to visualize, using a smartphone, the original state of destroyed or nonexistent monuments on the island of São Miguel in the Azores through 3D models of these same monuments. The main focus is the development of the mobile application, allowing the user to explore the island and learn more about its heritage and culture with a real time experience. The project is divided into two interconnecting paths - the theoretical one, where several documents and articles were explored that demonstrate different types of possible developments for the credibility and feasibility of the project. The other path, the project itself, was endowed with several processes that helped understand the best ways on how to develop a prototype of a mobile application, design 3D models and with this resort to the user's geolocation recognition so that the monument is always displayed even if it does no longer have anything as a reference for the location in question. Throughout the development procedure, some key points for its realization were identified, such as the study of the history of monuments, the current state of augmented reality and the feasibility of the compatibility of technologies such as 3D modeling with the heritage of a place. The final piece used a workflow that triggered some questions throughout the process and also proposals for future new developments.

KEY-WORDS: Mobile App, Augmented Reality, 3D, Heritage, Culture, São Miguel Island

SUMÁRIO

Lista de siglas.....	12
Lista de figuras.....	13
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	16
1.1 Contextualização.....	16
1.2 Porquê os Açores e a ilha de São Miguel?.....	19
1.3 Objetivos	21
CAPÍTULO 2 - ESTADO DE ARTE	24
2.1 Revisão de Literatura	24
2.1.1 Definição de Realidade Aumentada	25
2.1.2 Tipos de Realidade Aumentada.....	27
2.1.3 Artefactos e Geolocalização.....	28
2.2 Apps de RA em dispositivos móveis.....	33
2.2.1 UI / UX.....	34
CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO MÓVEL.....	36
3.1 Definição de requisitos.....	36
3.2 Validação do software	38
3.2.1 Primeiras experiências de Software	39
3.3 Estudo dos locais para desenvolvimento.....	42
3.4 Fortim de São Caetano do Pópulo.....	45
3.4.1 Contextualização histórica do edifício	46
CAPÍTULO 4 - IMPLEMENTAÇÃO TÉCNICA	50
4.1 Desenvolvimento da App.....	50

4.1.1 Desenho de Layouts.....	50
4.1.2 Modelação 3D	55
4.1.3 Aplicação APK.....	58
4.2 Resultados	65
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

Lista de siglas

RA – Realidade Aumentada

UI – User Interface

UX - User Experience

iOS – Apple Operating System

SDK – Software Development Kit

APK – Android Package

POI – Point of Interest

APP – Aplicação Móvel

URL - Uniform Resource Locator

Lista de figuras

Figura 1 - O Desenvolvimento do <i>QR Code</i>	17
Figura 2 - Continuidade de realidade-virtualidade	19
Figura 3 - Ilha de São Miguel	20
Figura 4 - Realidade Aumentada usada no campo Militar	24
Figura 5 - Modelo de pesquisa	29
Figura 6 - Fluxo de dados do conteúdo fornecido pelo utilizador num cenário de Realidade Aumentada.....	30
Figura 7 - Interface do Computador.....	30
Figura 8 - The Historical Tour Guide	31
Figura 9 - Visualização da app com encaixe da visualização.....	31
Figura 10 - Visualização de Edifício em Ruínas através da app	32
Figura 11 - UI / UX Design Interface Thinking.....	35
Figura 12 - Demonstração do layout do Wikitude Studio com modelo 3D.....	39
Figura 13 - Modelo 3D em tempo real na plataforma Wikitude	40
Figura 14 - Busto do Cardeal Humberto Medeiros criadas através da Fotogrametria em <i>Metashape</i>	44
Figura 15 - Portas da Cidade criadas através da Fotogrametria em <i>Metashape</i>	44
Figura 16 - Pintura de umas das primeiras versões do Forte	45
Figura 17 - Localização do edifício.....	46
Figura 18 - Ruínas do Fortim de São Caetano do Pópulo	47
Figura 19 - Planta do fortim de São Caetano copiada da planta de 1896	48
Figura 20 - Planta de adaptação para posição de metralhadoras pesadas de 1943	49
Figura 21 - Sobreposição das plantas de 1896 e 1943.....	49
Figura 22 - Paisagens da Ilha de S. Miguel.....	50
Figura 23 - Organigrama da app.....	51
Figura 24 - <i>Welcome Screen + Splash screens</i>	52
Figura 25 - Homepage.....	53
Figura 26 - Menu	53
Figura 27 - Explicação do funcionamento da app	54
Figura 28 - Monumentos disponíveis para consulta na app	54

Figura 29 – Ecrã de acesso à câmara.....	55
Figura 30 - Modelo Base 3D (Planta de 1896).....	57
Figura 31 - Comparação da planta original com o modelo 3D	57
Figura 32 - Forma original do Fortim de São Caetano do Pópulo em 3D	58
Figura 33 - Exemplo da app base utilizada	59
Figura 34 - <i>Build Settings</i>	60
Figura 35 - Adicionar o Native Toolkit ao Unity.....	61
Figura 36 - Como adicionar a LarCamera e LarTarget.....	62
Figura 37 - Exemplo do cubo na App com Geolocalização	62
Figura 38 - Modelo 3D inserido em Unity.....	63
Figura 39 - Latitude e Longitude	63
Figura 40 - Reconhecimento do dispositivo em "Build Settings"	64
Figura 41 – App instalada num dispositivo Android.....	64
Figura 42 – Modelo inserido na paisagem.....	65
Figura 43 - Pormenores do modelo.....	66

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A Realidade Aumentada (RA) designa-se como a interação entre ambientes virtuais e o mundo físico, ou seja, podemos escolher qualquer espaço físico e dar-lhe uma nova experiência visual, com a adição de elementos que não existem utilizando esta tecnologia. Foi escolhido como ponto principal, a ilha de São Miguel e a sua cultura. A ilha tem uma história, um passado, presente e está a caminho de um futuro mais tecnológico. A RA está pouco inserida na cultura da ilha, por isso, foi decidido explorar o passado da ilha, monumentos em ruínas e, através da RA, poder visualizar esse passado, mostrando como eram constituídos os edifícios, captando o fator nostalgia e memória às pessoas. Esta interpelação é importante, pois vai poder dar aos residentes e visitantes uma nova visão sobre o património, sua história conjunta e a consciência de uma região extraordinária e pujante em conteúdos únicos.

Para o desenvolvimento desta aplicação móvel (app) foi preciso tocar em vários pontos como o UI/UX, a modelação 3D e o estudo do Património da ilha de São Miguel que depois no fim se conectam num só.

A evolução do turismo na ilha, foi visto como uma mais valia, este desenvolvimento, para quem a visita poder conhecer mais locais que muitas vezes são desconhecidos até para os residentes. Com esta app é pretendido resolver o problema do facto de muitas vezes os monumentos serem desconhecidos e de difícil acesso para quem reside ou visita a ilha.

No geral, a tecnologia afirma-se pela sua capacidade contínua de inovação e criatividade, sofrendo mudanças, adaptando novas ideias e conceitos num esforço de supremacia e afirmação no mercado e alinhamento à RA. Estas mutações, e o crescimento inerente do setor leva-nos a referir um dos exemplos mais emblemáticos que é o *QR Code*, uma tecnologia que pode ser usado por qualquer pessoa gratuitamente, e a maioria dos telemóveis com câmara permitem a leitura de *QR Code* que permitem o

acesso à Internet endereços automaticamente, simplesmente lendo o *URL*¹ codificado no *QR Code* (Tan Jin, 2008).

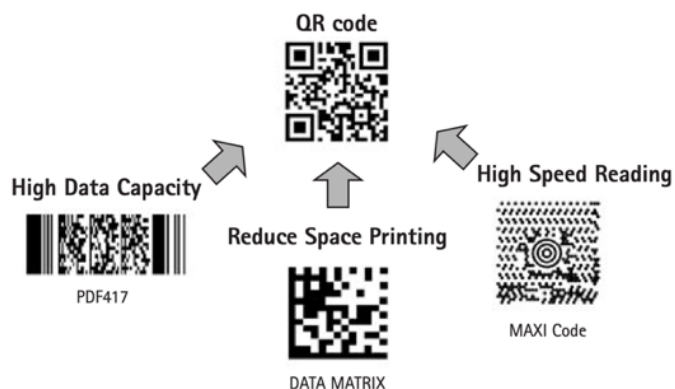


Figura 1 - O Desenvolvimento do *QR Code*²

Deve-se enfatizar que atualmente é difícil tecer julgamentos cientificamente fundamentados sobre o uso de aplicações e a RA na educação patrimonial (Luna et al., 2019). É através de vários estímulos e o uso de uma app de RA que se torna possível de potencializar o pensamento das crianças relacionando com múltiplas associadas ao léxico (Baptista et al., 2020). Este ambiente permite ao utilizador ver o mundo real com objetos digitais em tempo real. As competências potenciadas nesta abordagem dizem respeito não só a aptidões mais específicas em várias disciplinas, mas também a competências transversais, tais como instrumentais, pessoais e a habilidade de aplicar conhecimentos teóricos a situações práticas (Bonner & Reinders, 2018). Com isto é possível apenas fornecer um dispositivo móvel às crianças e explicitar que ao apontarem para um certo local ou espaço, podem ver mais do que a realidade e assim estimular o ensino de formas diferentes, ou no simples convívio com o património histórico. O ritmo acelerado de desenvolvimento da tecnologia digital leva a constantes mudanças e novidades, o que dificulta a realização de estudos de longo prazo que, quando realizados, não conseguem acompanhar a vastidão da atualidade e da inovação.

A exequibilidade das apps que incorporam RA, obriga a considerar as diferentes áreas de conhecimento, a sua integração em parcerias e cooperações e estratégias que devem existir para se poder criar algo educacional e atrativo para o público em geral.

¹ Uniform Resource Locator – endereço de rede no campo informático.

² Fonte : (Tan Jin, 2008)

Foi sem dúvida o contacto recente e a descoberta desta tecnologia no decorrer do estudo no Mestrado que fez optar pela RA e assim usá-la através app que pode ser instalada no dispositivo mais utilizado pela sociedade, o telemóvel. Todos os estudos realizados para perceber se o melhor caminho seria a Realidade Virtual ou a RA levaram-nos a acreditar que a última era a mais apropriada, e assim, possibilitar o desenvolvimento da app com ferramentas disponíveis.

A app apresentada no presente projeto foca-se na interação com o utilizador, e deste no espaço físico circundante, acrescentando uma dimensão intemporal que lhe permita visitar virtualmente o passado do local, com elevada convivialidade técnica, graficamente apelativa, e flexibilidade e compatibilidade geral.

No desenvolvimento do projeto, foram abordados temas e conceitos que permitiram definir o caminho da implementação, constituindo-se como um compromisso entre as componentes técnicas, históricas e culturais. Os principais conceitos expostos neste trabalho foram a Fotogrametria, a Modelação 3D, o UI/UX, a RA, as apps e o património e cultura da ilha de São Miguel.

Analisando as duas realidades, podemos dizer quais as forças e fraquezas de cada uma. No caso da RA temos como forças a interação social e do mundo real, acesso imediato à informação e para a execução do mesmo não são precisos muitos hardwares extras para o seu funcionamento. Do lado das fraquezas temos a imaturidade da tecnologia, poucas empresas estão a investir na tecnologia por isso há uma pouca partilha de mercado e também o preço das aplicações.

Na Realidade Virtual temos como forças uma imersão maior na experiência, criação de mundos paralelos e não existentes, existem mais empresas a investir e a tornar esta realidade acessível e há uma mais competitividade de empresas a investir. No campo das fraquezas temos a necessidade de transportar sempre uns óculos, por isso o acesso é mais complicado, o preço também é maior e também a experiência não é tão empática.

As características estéticas e hedónicas das aplicações de RA foram também uma das razões para qual decidimos estudar a possibilidade de desenvolver a app para suporte móvel. Para o seu desenvolvimento foi necessário tocar em vários pontos como o UI/UX, a modelação 3D e o estudo do Património da ilha de São Miguel que no final se reúnem num produto único.

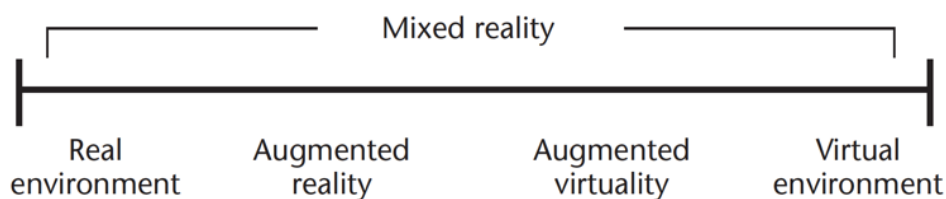


Figura 2 - Continuidade de realidade-virtualidade³

Podemos apontar a modelação 3D como um dos desafios maiores, pois a pouca experiência na tecnologia tornou-se requereu um esforço e empenho redobrado e constante para o desenvolvimento do modelo 3D juntamente com a RA.

Durante a exploração da modelação 3D tentou-se ir de encontro a uma série de requisitos procurando, assim, condições para se modelar o objeto escolhido de forma célere, sendo a Fotogrametria uma das primeiras experiências utilizadas. Esta tecnologia através de uma série de fotografias, faz o mapeamento de um objeto à escolha, reconhecendo a forma do mesmo e através do mapeamento e junção de pontos, cria o modelo. O propósito do uso da Fotogrametria foi poder obter informações sobre o material, dimensões e localização acerca do monumento.

Trabalhar com a RA foi também um dos desafios pois a experiência e conhecimento pela tecnologia era escassa, onde apenas os jogos criados para smartphones serviam como exemplo de funcionamento, servindo de desafio para poder tirar o maior partido destas tecnologias numa só app.

1.2 Porquê os Açores e a ilha de São Miguel?

Os Açores que aparentam receber as tecnologias de forma tardia e desfasado das tendências e da evolução do Mundo, como exemplo temos a rede 5G, que só será implementada em último lugar nos Arquipélagos regionais (RTP Açores, 2019). Com esta ferramenta, vai-se disponibilizar, para quem lá vive, ou visita, uma forma diferente de conhecer o seu espaço cultural, o seu passado e as suas gentes. Há um empenho redobrado em inserir a tecnologia no quotidiano regional, de forma natural, mas segura,

³ Fonte : (Azuma et al., 2001)

que as pessoas, empresas e instituições regionais tem vindo a seguir, num esforço de abertura e modernização em linha com a transformação digital em curso na Europa e no mundo.

Foi esta visão para a região dos Açores que suporta este trabalho, visando uma forma de trazer novas abordagens e ferramentas tecnológicas para a população e para quem a visita. Sendo a natureza uma das maiores conexões, e espelho das ilhas, com o aumento do turismo, torna-se essencial melhorar a promoção digital da região e evoluir na produção de conteúdos e interatividade geral de todo património existente, desde a natureza, o mar, as pessoas e a história.

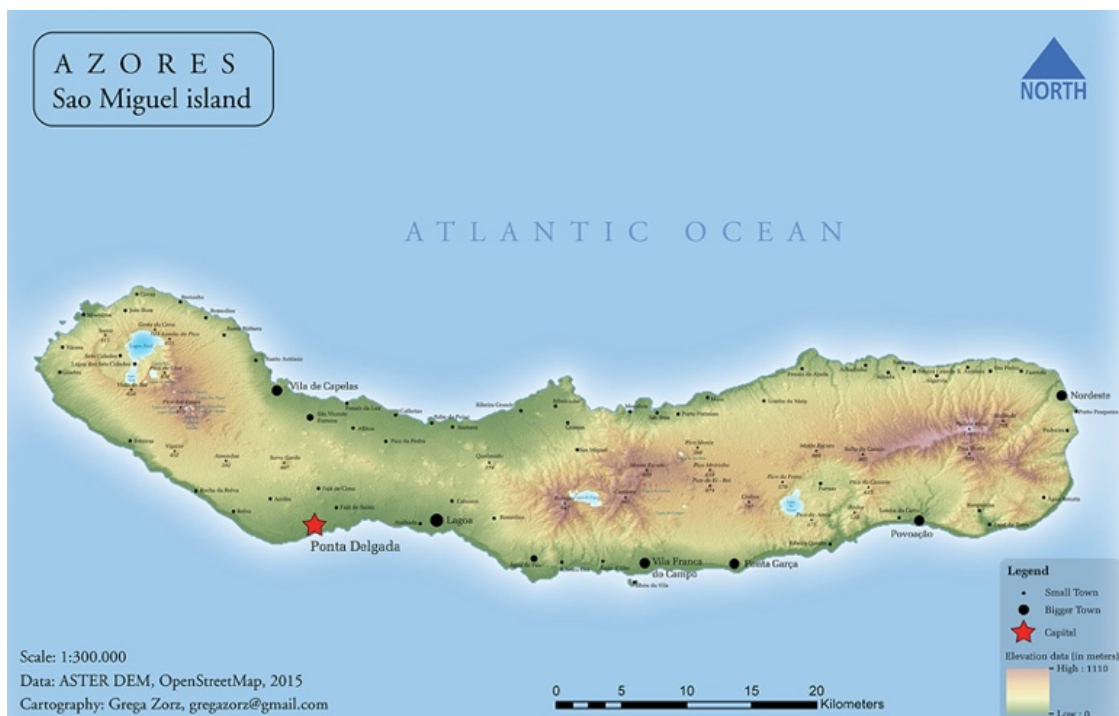


Figura 3 - Ilha de São Miguel⁴

Assim, à questão de como conectar os turistas com os locais e a natureza, surge a resposta de explorar o património e cultura locais, numa simbiose de tecnologia, inovação e cultura.

⁴ Fonte : [Ilha São Miguel](#)

Tendo-nos deparado com a RA e o seu potencial de uso em *smartphones*, surgiu a possibilidade de conectar a RA ao património e cultura dos Açores, domínio parco até ao momento em testes e produtos.

Com um conhecimento nativo do potencial turístico da ilha de São Miguel, surgiu a opção de implementação de um sistema de criação de conteúdos para apps que recorram à RA podendo mostrar o passado de monumentos e descreva a sua evolução, a partir da georreferenciação, ou da localização no seu espaço.

Para tal acontecer, as tecnologias para o desenvolvimento da app são a modelação 3D, o desenho de uma app e o explorar do património e cultura da ilha de forma a escolher um edifício que seria exemplo e teste, de ver algo que já não existe, ou está em ruínas, e que pela geo-localização do dispositivo móvel, poderia apresentar o aspeto que tinha no passado em sobreposição com o ambiente real.

1.3 Objetivos

A ideia principal do projeto é poder escolher entre as tecnologias interativas existentes, as que mais são de alguma forma confortáveis trabalhar do ponto de vista da experiência e juntar outras que estão a emergir e contêm potencialidades de possível incorporação com outras, num projeto único multidisciplinar. O objetivo é desenvolver uma app que utilize a RA para apresentar, em tempo real a evolução histórica de monumentos do património e cultura da ilha de São Miguel, nos Açores, bem como permitir que sirva de suporte a desenvolvimentos futuros. Ao juntarmos estas tecnologias, que podem ser incorporadas numa app, iremos dotar o utilizador de uma experiência em tempo real que lhe permite visitar o passado de um monumento, recorrendo à modelação 3D e à RA via smartphone ou tablet como suporte físico e lógico e interface gráfico que fornece a informação.

Durante o processo de pesquisa para o desenvolvimento da app foram estudadas várias vertentes da app para o seu desenvolvimento:

- 1) Utilizar a app em parceria com uma companhia de turismo, tendo ela já um roteiro definido facilitando assim o desenvolvimento do roteiro para o utilizador seguir e visitar os locais com a experiência de RA;
- 2) Desenvolver uma app de RA em que o modelo 3D do objeto escolhido é desenvolvido em programas apropriados para a RA e modelação 3D que possibilita a criação de uma app nativa a ser instalada num smartphone, recorrendo à geolocalização do local. O modelo é visualizado em tempo real com a sua representação a ser feita em escala real e na localização original.

A relação próxima com o monumento é o ponto chave desta app, levando a pessoa a visitar o local e conhecer mais dos Açores e das ilhas que o compõem trazendo o passado ao presente captando o fator nostalgia e surpresa, e o recordar de algo que já não existe. Optou-se então por seguir o caminho da segunda ideia, adequa-se mais ao pretendido, pois seria muito demoroso e mais complicado criar um roteiro com vários monumentos, onde os obstáculos seriam a falta de experiência em criar vários modelos 3D e, definir um roteiro apropriado com um conceito pensado, não deixando de parte a ideia de no futuro se realizar.

Este documento está dividido em várias secções. Em primeiro lugar temos o “Estado de Arte” onde será abordado a situação atual da RA, 3D e apps relacionadas com o Património e Cultura.

Em segundo lugar, será então descrita a app no seu todo, ou seja, todos os pontos principais que vão compor a app, estudos de aplicações a serem utilizadas na criação da mesma, o estudo dos monumentos existentes na ilha que são de maior importância e que podem ser mais interessantes trabalhar o modelo 3D com a app e qual o caminho percorrido para a escolha do monumento junto com a justificação da escolha do mesmo.

De seguida é detalhada a implementação técnica utilizada na app, desde o desenho dos layouts⁵, a ligação entre os desenhos, o processo de desenho do modelo 3D final do monumento escolhido e a incorporação do modelo 3D com a RA.

Por último são apresentadas conclusões do projeto, e são definidos os objetivos para futuros desenvolvimentos para a continuação do projeto, dificuldades, objetivos complementares passíveis de serem aplicados no futuro na continuação do projeto, as dificuldades, e uma descrição de apreciação do processo geral.

⁵ A área de desenho ou formato de página, que deve ser fundamentada com justificações da perspetiva criativa seguida.

CAPÍTULO 2 - ESTADO DE ARTE

Um dos tópicos a realçar neste capítulo, é poder-se perceber exatamente o caminho que tem vindo a ser traçado com a RA. Foi preciso explorar em que campos atua, em que locais já foi utilizada e como se difere de outras realidades como a Virtual e a *Mixed Reality*.

A RA é uma tecnologia que, ao longo do tempo, tem demonstrado ser uma mais-valia para a sociedade e a sua evolução é digna de ser explorada para entender a sua importância e aplicabilidade nos vários domínios de interesse humano. Existem interpretações e explicações de como a RA cresceu ao longo dos últimos tempos e a maneira como está a influenciar a forma como vivemos.

2.1 Revisão de Literatura

De acordo com (Dedale, 2012), a RA começou por ser usada em aplicações militares, industriais e médicas, mas rapidamente foi entendido o potencial da mesma e passou também para as áreas comerciais e de entretenimento. Com esta incorporação percebe-se que fornecem informações enriquecidas, interativa, manipuláveis digitalmente e de acesso mais direto da sociedade no geral com elas, em vez de se focarem apenas na parte industrial e médica que têm um público mais limitado.



Figura 4 – Realidade Aumentada usada no campo Militar⁶

⁶ Fonte : (Morozova, 2018)

A RA é um fenómeno crescente em dispositivos móveis, associado ao aumento da computação móvel e à omnipresença internacional do acesso à Internet. Segundo (Johnson, Smith, Willis, Levine, & Haywood, 2011), o NMC Horizon Report identificou a RA como o tópico mais bem avaliado pelo seu Conselho Consultivo, com tempo para adoção generalizada fixada em 2-3 anos. O que antes era visto como um mero artifício com poucas aplicações fora da componente militar, desporto e entretenimento, agora tem vindo a tornar-se popular e com oportunidades infinitas para fins educacionais.

No final dos anos 90, várias conferências sobre RA começaram a surgir incluindo o “International Workshop and Symposium on Augmented Reality”⁷. Algumas organizações que beneficiavam de um bom financiamento centraram o seu trabalho e desenvolvimento na RA, principalmente o Mixed Reality Systems Lab no Japão e o consórcio Arvika na Alemanha. Devido à riqueza de novos desenvolvimentos, este campo precisa de uma pesquisa atualizada para orientar e incentivar novas pesquisas que pudessem ser uma mais valia para um crescimento pensado e seguro desta nova abordagem na sociedade (Azuma et al., 2001).

Atualmente uma das maiores utilizações da RA são os jogos para smartphone. A sua presença começa a ser muito vincada no mercado que até se criam comunidades de jogadores que interagem entre si online. Alguns desses jogos com mais visibilidade e mais usados são os Ingress⁸, Pokémon GO⁹ e Harry Potter: Wizards Unite¹⁰.

2.1.1 Definição de Realidade Aumentada

Segundo (Cintra, 2018), a RA diz respeito a um ambiente de imersão criado por meio de ferramentas computacionais no qual o utilizador realiza determinadas tarefas. Uma tecnologia com alguns pontos comuns, são os *QR Codes* que têm um ponto em

⁷ Disponível em : [ISMAR 2020](#)

⁸ Disponível em : [Ingress](#)

⁹ Disponível em : [Pokémon Go](#)

¹⁰ Disponível em : [Harry Potter Wizards Unite](#)

comum, o reconhecimento por visão de computador. A visão por computador é definida como a visão artificial que é implementada por hardware e software¹¹ (CCG, 2019).

Um aspeto crítico da RA é o diálogo entre os media e o contexto em que é usado, ou seja, como os media respondem e mudam esse contexto. Não basta afirmar que a RA consiste na disponibilidade ou presença dos media digital num local específico. Antes disso, é preciso ter em consideração a intenção explícita dos media digital e a sua influência.

Segundo a (NextReality, 2018) podemos definir seis aspetos base para a RA :

1) Análise sentimental

Visa digitalizar uma pessoa ou grupo de pessoas e executar aplicações para analisar a linguagem corporal, pequenas expressões, linguagem e comportamento. Permite obter *feedback* em tempo real sobre a forma como essa pessoa ou grupo parece estar a reagir ou a sentir, e se ajusta em conformidade.

2) Reconhecimento facial

Visa digitalizar um rosto e combiná-lo com uma base de dados de identidades já existente de modo a que seja possível mais tarde conhecer o nome e a informação de fundo de uma pessoa apenas ao olhar para ela.

3) Identificação de objetos

Usa a visão por computador para detetar e identificar objetos e calcular a sua localização física, o que inclui o rastreamento da localização do utilizador de RA face aos objetos.

4) Aumento e exibição de informação

Estando um objeto ou uma pessoa identificada, visa obter automaticamente informação sobre o assunto em questão e exibi-la no dispositivo do utilizador.

5) Conversão de telefones móveis para *headsets* de RA

Praticamente tudo o que puder ser feito num smartphone – ou em qualquer dispositivo de exibição – será feito em RA. Regra geral, a RA faz deslocar o foco de visão do utilizador inclinado para baixo no caso de um telemóvel para focado em frente ao usar um *headset* de RA.

¹¹ É uma técnica de sequência de instruções a serem executadas com uma lógica de acontecimentos. É composto por bibliotecas, funções e módulos executáveis.

6) Processamento, deteção e digitalização

Seja qual for o tamanho ou fisionomia, os dispositivos de RA têm as suas próprias unidades de processamento – e serão por isso capazes de rastrear os movimentos e posições dos seus portadores bem como fazer rápidas digitalizações em 3D de utilizadores e ambientes para os projetar noutra lugar.

2.1.2 Tipos de Realidade Aumentada

Vários investigadores desta tecnologia têm abordagens diferentes sobre a RA. É pertinente falar que (Munnery et al., 2012), refere duas principais formas de RA, a baseadas em artefactos e a geolocalização.

A RA baseada em artefactos utiliza marcadores físicos ou objetos digitalizados por uma câmara para depois executar uma ação, por exemplo, exibindo uma animação ou vídeo. Os marcadores têm normalmente códigos QR (resposta rápida) ou códigos de barras, no entanto, os recentes avanços tecnológicos permitiram o uso de qualquer matricial definida numa base de dados por exemplo, o HP Reveal, app principalmente usada e desenvolvida para marketing.

A RA baseada na geolocalização usa a localização atual, geralmente através de GPS (Global Positioning System), ou seja, trabalha com a sobreposição digital de informação sobre pontos de interesse (POI - Point of Interest), incluindo locais físicos e referências permitindo ao utilizador adicionar elementos virtuais (texto, 3D e vídeo) a esse POI.

Quando um utilizador, usa uma aplicação no seu dispositivo móvel vai de encontro à exploração de um espaço em que os POI's são revelados e o conteúdo pode ser acedido. Os POI podem ser configurados em qualquer lugar do mundo, por qualquer pessoa, a qualquer momento, independentemente da sua localização física.

2.1.3 Artefactos e Geolocalização

Em (Jung, Lee, Chung, & tom Dieck, 2018), afirma-se que a RA tem vindo a ser utilizada em muitos locais de turismo de património cultural para o aprimoramento da experiência turística. No entanto, a intenção comportamental de adotar a RA depende muito de características culturais e é necessária uma análise rigorosa das diferenças culturais. Para explorar essas diferenças culturais e o efeito sobre a aceitação da RA em locais de turismo de património cultural, o presente estudo concentrou-se nas características estéticas e hedónicas das aplicações de RA. Uma página de produto é uma página dedicada onde a pessoa exhibe um item específico que está à venda. Entre outras coisas, é necessário destacar os melhores recursos do seu produto. Isso pode ser feito de várias maneiras, mas uma opção intrigante é poder oferecer aos seus visitantes uma visão detalhada de seus produtos usando a tecnologia RA (Hughes, 2018).

Conforme relatado por (Bres & Tellez, 2009), os gestores de museus sempre estiveram ligados ao domínio da RA, criando pontes entre objetos, ideias e visitantes. Os artefactos e as áreas são frequentemente acompanhados por material extra, como descrições, imagens, mapas ou filmes. Para sítios arqueológicos, existem também guias com fotos.

Nos últimos anos têm surgido novas aplicações de RA relacionadas com património e cultura, museus, a vida da cidade, arqueologia. Algumas das aplicações ou sistemas criados nos últimos anos foram o sistema *Archeoguide*¹², o projeto *iTacitus*¹³ e o sistema *CityViewAR*¹⁴.

¹² Disponível em : [ARCHEOGUIDE](#). Consultado 15 jun . 2019

¹³ Disponível em : [iTACITUS](#). Consultado 12 ago . 2020

¹⁴ Disponível em : [CityViewAr](#). Consultado 12 jul . 2020

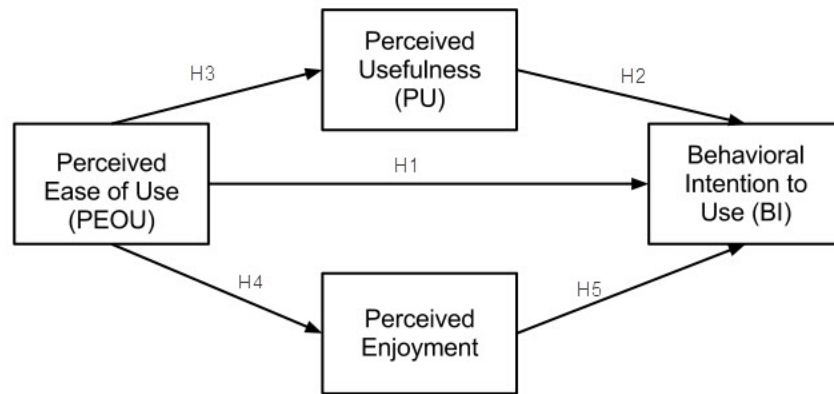


Figura 5 - Modelo de pesquisa¹⁵

Ultimamente, várias instituições culturais lançaram as suas próprias aplicações de RA. Podemos incluir vários exemplos como o Departamento de Registos de Filadélfia, o Museu de Londres, o Instituto Holandês de Arquitetura e o Museu Powerhouse, em Sydney. Como exemplo, a app PhillyHistory.org de RA é construída sobre o *Layar*, era uma empresa holandesa com sede em Amsterdão, fundada em 2009 que criou uma app de RA para smartphones que suportam Android e iOS que permite aos utilizadores criar a sua própria experiência com a RA usando os mais variados itens. O *Layar* exibe POI como marcadores no topo da alimentação da câmara ao vivo a partir do smartphone. Ele utiliza o posicionamento e a renderização de informações no dispositivo e permite que os desenvolvedores de aplicações se concentrem na criação de um serviço de Web com as informações que desejam incluir. A app permite que os utilizadores visualizem fotografias históricas de Filadélfia como sobreposições na visão da câmara nos seus smartphones. A app contém quase 90.000 imagens geograficamente posicionadas - 500 delas podem ser vistas como imagens transparentes posicionadas em 3D, e uma seleção de 20 contém um texto explicativo adicional desenvolvido por estudiosos locais. A reconstrução de monumentos gregos antigos mostrados em sistemas RA, usa um grande número de “quadros-chave” para manter a menor diferença entre o quadro atual e o “quadro-chave” mais similar. Isso permite o uso de técnicas de correspondência simples e rápida, mas efetivamente restringe o movimento do utilizador referente a alguns pontos de vista selecionados, já que nem todas as perspetivas possíveis podem ser antecipadas e tomadas como “quadros-chave” (Bres & Tellez, 2009).

¹⁵ Fonte : (Haugstvedt & Krogstie, 2012)

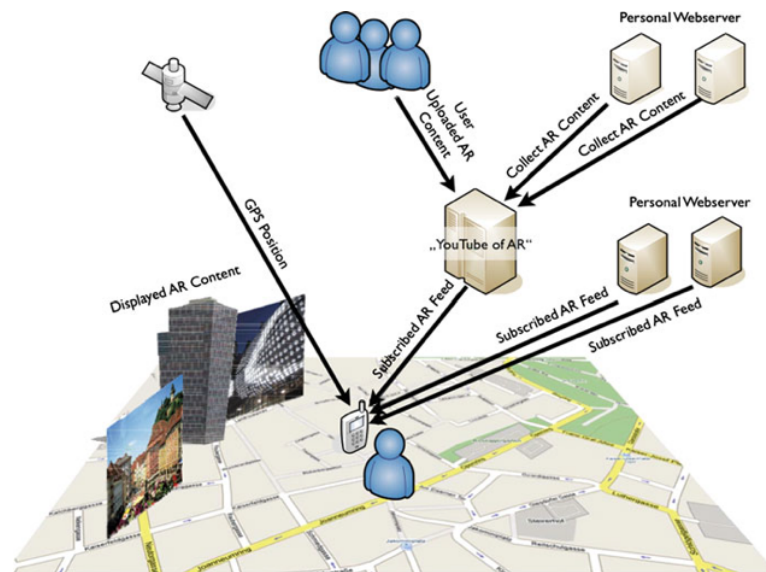


Figura 6 - Fluxo de dados do conteúdo fornecido pelo utilizador num cenário de Realidade Aumentada¹⁶

Neste estudo realizado, podemos demonstrar vários exemplos de Aplicações que usam RA com o propósito de mostrar mais de uma cidade, ou mesmo ruínas de locais inabitados. Os três exemplos distinguem-se uns dos outros pela sua especificidade.

A primeira, a *Archeoguide System* (Vlahakis et al., 2001), este aparelho é um sistema que oferece ao utilizador *tours* de RA reconstruindo paisagens de património e cultura já em ruínas e foi primordialmente desenvolvido com foco no Olympia na Grécia. Ajuda a uma maior imersão do espaço em redor com o utilizador e uma experiência mais visual e é usado também para suporte científico.



Figura 7 - Interface do Computador¹⁷

¹⁶Fonte : (Brunnett et al., 2011)

¹⁷ Fonte : (Vlahakis et al., 2001)

A app *The Historical Tour Guide*, desenvolvida em 2001 com base na geolocalização utiliza a RA para demonstrar fotografias históricas em Trondheim. Fornece informação do local através da base de dados de fotografias históricas de *Trondheimsbilder.no*. Demonstra uma lista de fotografias das várias épocas e podemos escolher o que visualizar consoante o local em que se encontra. (Brunnett et al., 2011).



Figura 8 - The Historical Tour Guide¹⁸

A *iTacitus*, um projeto que visa fornecer uma experiência cultural para o utilizador baseado em repositórios dispersos de recursos culturais. Investiga novos métodos de exploração do património cultural através de computadores móveis. Permite tanto a informação baseada na localização como também serviços independentes de localização.

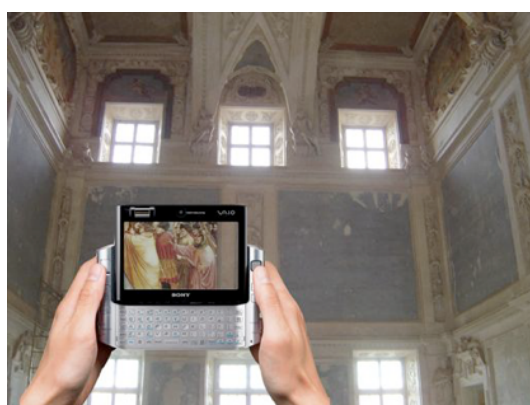


Figura 9 - Visualização da app com encaixe da visualização¹⁹

¹⁸ Fonte : (Haugstvedt & Krogstie, 2012)

¹⁹ Fonte : (Zoellner et al., 2007)

O último exemplo, *CityViewAR* (Lee et al., 2012), recebe informação através de geo-localização e já se aproxima dos desenvolvimentos nos dias de hoje. Ela fornece uma precisão no local da visualização dos edifícios, permitindo aos utilizadores aceder a um modelo em 3D do edifício no local real onde este existiu.



Figura 10 - Visualização de Edifício em Ruínas através da app²⁰

Com o avançar da tecnologia pode-se perceber que esta app utiliza browsers de RA como o *Metaio* (Juniaio: Augmented Reality App, 2009), uma plataforma que permite criar e publicar as próprias experiências com a RA baseadas em localização para vários milhões de utilizadores, permite reconhecer imagens e adicionar sobreposições virtuais, adicionar elementos interativos gerados por computador, procurar através de dados do GPS uma loja ou serviço local e também digitalizar códigos QR e códigos de barras. Esta app também se baseia na *Layar* (Layar, 2009) que se intitula como uma app líder global em RA e impressão interativa onde ajuda a preencher a lacuna entre o mundo da impressão e o digital, ou seja, os dados no navegador são apresentados em forma de camadas.

²⁰ Fonte : (Lee et al., 2012)

2.2 Apps de RA em dispositivos móveis

A significativa incorporação da RA na sociedade faz-nos questionar se realmente todos estes avanços tecnológicos estão a ir de encontro à afirmação feita pela NextReality, acima descrita, se é real ou apenas uma especulação e ou desejo das companhias da área tecnológica.

Podemos começar por identificar uma das provas disto, o índice *Worldwide Quarterly Augmented and Virtual Reality Headset Tracker* da empresa IDC que aponta para o aumento de oferta de *headsets* de Realidade Virtual (RV) e de RA o que terá uma influência muito prática e lógica no mercado da tecnologia (IDC, 2019). As vendas deverão atingir os 59,2 milhões de dólares em 2021 face aos 9,6 milhões de dólares registados em 2017, o que corresponde a uma taxa de crescimento anual composta estimada de 133% durante este ciclo de cinco anos (NextReality, 2018).

Uma das primeiras fundações a serem criadas foi a *Augmented Reality Foundation*, que foi criada com o intuito de juntar todos os tipo de RA num só ambiente e software, permitindo trabalhar com diversas plataformas numa só ferramenta, o Unity que é a articulação entre a Aple ARKit e a ARCore (AR Foundation, 2018).

A Apple e a Google já investem significativamente na RA. Com a introdução do Apple ARKit 4, que permite que os dispositivos estejam preparados e capacitados para receber aplicações com uma profundidade totalmente nova, criando uma nova maneira de aproveitar os dados de alta resolução no Apple Maps para colocar as experiências de RA num ponto específico do mundo nas aplicações para iPhone e iPad com suporte também para mapeamento do rosto²¹. Do outro lado temos o Google ARCore, que está a fazer duas coisas: mapear a posição do dispositivo móvel conforme ele o seu movimento e constrói a sua própria compreensão do mundo real²².

A experiência através do smartphone vem revolucionar a maneira como as pessoas têm o contacto com o ambiente circundante. A quantidade de informação que lhes é disponibilizada e as possibilidades de aplicar essa tecnologia de forma imediata

²¹ Fonte : [ARKit](#) . Consultado 26 out 2020

²² Fonte : [ARCore](#) . Consultado 26 out 2020

nos objetos ou locais no qual estão a explorar no momento são um manancial de elevado interesse económico como social.

Uma das ferramentas que tem vindo a ser utilizada com frequência pelos investigadores é o *Technology Acceptance Model* (TAM) que identifica e pondera se as novas tecnologias são aceites pelos utilizadores. Esta ferramenta segundo (Dias, 2011), surgiu de um contrato da IBM do Canadá com o Massachusetts Institute of Technology – MIT em meados dos anos 80 do século XX para avaliar o potencial de mercado para novos produtos da marca e possibilitar uma explicação dos determinantes da utilização de computadores.

Segundo (tom Dieck & Jung, 2018), o TAM foi aplicado em diversas disciplinas de pesquisa, onde eram adotadas medidas que pudessem estender o TAM com variáveis externas. No entanto, houve uma reivindicação do uso predominante de técnicas quantitativas na pesquisa da TAM e pediram uma 'mudança metodológica' para aprimorar o entendimento dos fatores que podem influenciar as novas tecnologias (Sun & Zhang, 2006, p. 73).

Apesar de vários estudiosos acharem que esta ferramenta poderia ser usada de forma mais alargada, outros tiveram dificuldade em acreditar realmente que tudo podia ser identificado através de variáveis externas com base apenas na literatura anterior.

2.2.1 UI / UX

O UI (*User Interface*) e UX (*User Experience*), são dois fatores principais impulsionadores do estudo de como o utilizador interage com qualquer tipo de desenho, que, neste caso falamos de uma app ou website (Jones, 2019).

UI refere-se a um sistema onde o utilizador pode interagir através de comandos ou técnicas para operar e o UX, refere-se à experiência geral relacionada à perceção (emoção e pensamento) do comportamento que um utilizador sente ou pensa através do uso direto ou indireto de um produto ou serviço (Joo, 2017).

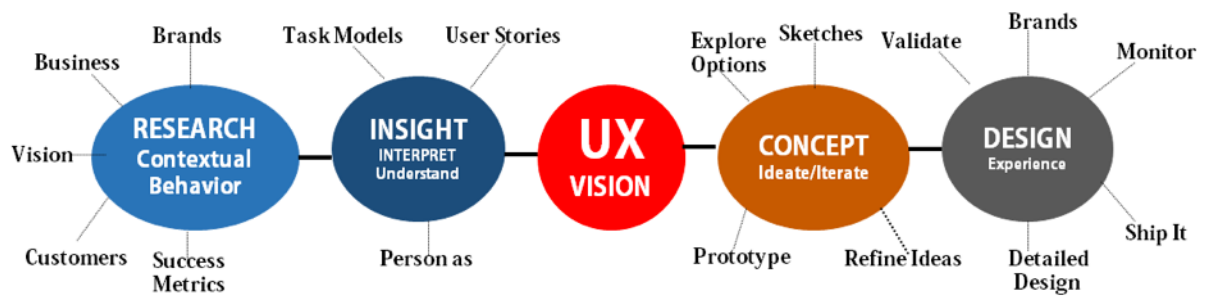


Figura 11 - UI / UX Design Interface Thinking²³

A evolução diária das apps vem de acordo com a automatização dos sistemas eletrônicos e a necessidade do ser humano de facilitar a vivência com certas coisas que pode ser aglomerada num só aparelho.

Os dispositivos móveis em conjunto com as aplicações fornecem recursos significativos e vantagens aos utilizadores, em termos de portabilidade, localização, conscientização e acessibilidade. Ao reunirem e acumularem num só dispositivo esses recursos, permitiu preços mais baixos e melhorias no hardware e software, resultando num aumento da produção de dispositivos móveis (Nayebi et al., 2012).

²³ Fonte : (Joo, 2017)

CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO MÓVEL

3.1 Definição de requisitos

Uma app deve seguir uma estrutura base, ter um fio condutor de leitura, ou seja, um ecrã de introdução, o produto, o *Log In*²⁴ e mais informações sobre a mesma, induzindo o utilizador na navegação e na visita estruturada e na procura de informações e elementos em busca. Para o desenvolvimento da app existem dois tipos de requisitos, os funcionais e os não funcionais.

Podemos identificar em primeiro lugar os requisitos funcionais, que são os específicos da app e que fazem parte da sua funcionalidade primária como:

- 1) Explicação da funcionalidade da app
- 2) Geolocalização
- 3) Pesquisa e informação dos monumentos
- 4) Acesso à localização e câmara do dispositivo para a experiência de RA

Os requisitos não funcionais, fazem parte da componente técnica do dispositivo, sendo por exemplo a segurança, o desempenho, erros de formatação, usabilidade e manutenção, bem como outros mais intangíveis para o utilizador, mas essenciais ao bom desempenho e qualidade da app.

Após detalharmos os requisitos é importante identificar os layouts que serão desenhados, e traçar, ou definir, o seu fio condutor, ou seja:

- 1) *Splash screen*²⁵, ecrã de carregamento da app;
- 2) Página de apresentação e qual o seu propósito;

²⁴ É o processo para aceder a um sistema informático restrito feita através da autenticação ou identificação do utilizador.

²⁵ Um ecrã inicial que consiste numa janela que contém uma imagem, um logótipo e a versão atual do software. Aparece naturalmente quando está a ser iniciado.

- 3) Página a explicar quais os requisitos da app como o acesso à geolocalização e câmara, para que o utilizador entenda que para tirar partido máximo da experiência deve permitir estes acessos;
- 4) No menu temos acesso a vários campos:
 - a. Homepage
 - b. Sobre a app
 - c. Monumentos da ilha de São Miguel com a utilização da RA disponíveis
- 5) Página de acesso à câmara onde o utilizador vai visualizar o modelo 3D do monumento em questão.

Depois de se identificarem as páginas que irão fazer parte da app, decidimos avaliar se a união das duas tecnologias, a RA é realmente essencial e quais as suas características.

A grande vantagem de se incorporar a RA numa app torna-se evidente, quando verificamos o crescimento exponencial nas empresas que direcionam o seu investimento para o desenvolvimento de apps, com o princípio de fornecer um “acesso rápido”, mesmo em quadros de grandes volumes de dados e exigências acrescidas de computação. Com esta ideia, o utilizador pode rapidamente aceder à informação que necessita e tirar maior partido da experiência no local, sem recorrer a espaço físico algum ou de difícil acesso. Estudos recentes indicam que a aprendizagem é mais rápida e mais fácil, pois somos seres visuais e temos uma empatia acrescida com elementos gráficos, que nos mostram uma nova visão do local, e permitem interagir e tornar a experiência divertida com, por exemplo, a navegação à volta dos locais ou com outros elementos enriquecedores lúdicos e culturais.

Segundo (Luna et al., 2019), a RA tem muito mais a oferecer: ela pode permitir a recriação de espaços, edifícios e monumentos que já não existem. Pode permitir que um objeto seja visualizado na íntegra ou em parte fornecendo uma rota turística aprimorada com informações sobrepostas que elucidam locais de interesse; poder fornecer aos visitantes um guia turístico virtual.

Desta forma o objetivo é que a app, através da geolocalização, obtenha e demonstre o monumento 3D em tempo real, proporcionando ao visitante a navegação em torno do mesmo e interagindo diretamente com o monumento, perscrutando a sua história e alargando a perspetiva cultural. Surge como uma forma apelativa, didática e

inteligente de incentivar e reforçar a vertente do turismo cultural, mas também, de forma implícita, de incrementar o estudo sobre o património e o passado regional, pela necessidade de elementos para a produção dos conteúdos necessários.

3.2 Validação do software

A escolha da tecnologia de desenvolvimento da app foi baseada na pesquisa de programas que pudessem trabalhar em conjunto com a RA e modelação 3D.

Para o desenvolvimento do modelo 3D, foi escolhido o Blender, trata-se de um pacote de criação 3D gratuito e de código aberto permitindo uma atualização mais permanente da plataforma, pois a comunidade tem um papel fundamental na sua evolução (Foundation, 2020). A inexperiência em 3D foi um dos fatores decisivos para a conclusão do modelo, pois muitas das funcionalidades eram desconhecidas apresentando-se como novidade técnica. Este software foi escolhido por ser *open-source*²⁶ e de mais fácil acesso e construção para o tempo e disponibilidade que foi atribuído, para o desenvolvimento da app.

Com a criação do modelo 3D tornou-se possível obter uma base concisa para o desenvolvimento da app. Após a escolha do Blender foi então sugerido pelos professores e conhecedores da área a utilização e incorporação do modelo em Unity, uma plataforma líder mundial que cria conteúdos 3D interativo em tempo real (Unity, 2020), de forma a proporcionar uma realidade interativa com os modelos 3D. Este software foi escolhido por ser um dos que foram abordados ao longo da componente letiva do Mestrado, e ser o mais apropriado para o desenvolvimento de apps com a incorporação da RA pois é um software de código aberto que incorpora a AR Foundation que engloba plataformas como o Vuforia, ARCore, ARkit, permitindo trabalhar em diferentes plataformas numa só.

²⁶ Código fonte disponibilizado e licenciado com uma licença de código aberto no qual o direito autoral fornece o direito de estudar, modificar e distribuir o software de forma gratuita.

3.2.1 Primeiras experiências de Software

O processo de experiência na app foi começado com a experiência de vários softwares como o Metashape, Wikitude, Blender, 3D MAYA, Sketch, Figma, Android Studio e Unity.

Em primeiro lugar foram estudados vários monumentos, alguns conhecidos e outros menos conhecidos por parte da população e assim testar uma primeira tecnologia, a Fotogrametria. Foi usado como primeiro exemplo o Busto do Cardeal D. Humberto Medeiros e as Portas da Cidade. Através destes exemplos através do Metashape, que recorre à fotogrametria, faz-se o carregamento de fotografias do local, de seguida o software faz a junção destas fotografias criando uma malha de pontos. Com esta malha podemos perceber a dimensão do local, ou das ruínas do local e de seguida carregamos o modelo 3D e ajustamos a sua dimensão à malha de pontos, fazendo com que ambos fiquem juntos.

Logo de seguida para a fase de testes usou-se o Wikitude que funciona como uma empresa de tecnologia de RA dinâmica com várias vertentes da RA, foi utilizado inicialmente para experiências de reconhecimento espacial e construção de modelos 3D(Wikitude, 2020).

O processo de desenvolvimento desta plataforma acabou por ficar excluído pois, o objeto principal da app é usufruir da função de geolocalização e o Wikitude apenas faz o reconhecimento de objetos ou espaços, ou seja, através do Wikitude Studio.

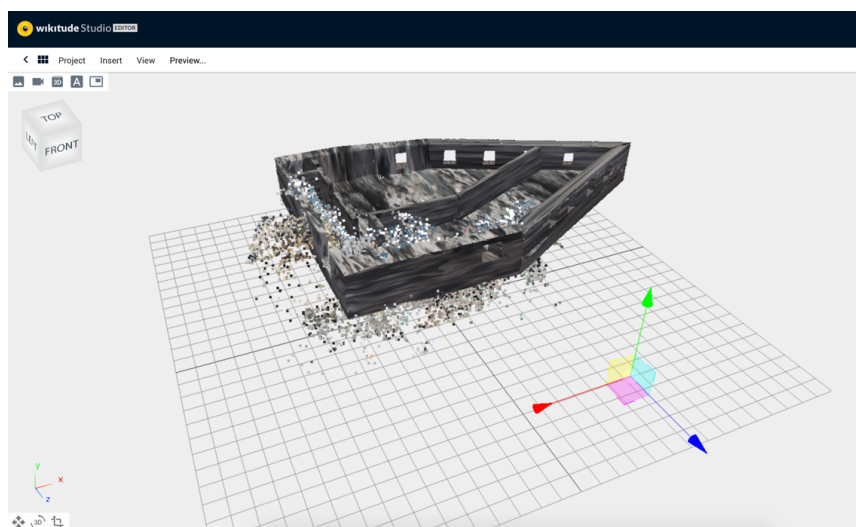


Figura 12 - Demonstração do layout do Wikitude Studio com modelo 3D

Para desenvolver o modelo utilizou-se o Blender, que usando as plantas e fotografias recolhidas se desenhou o modelo base. Para estes testes foi utilizado um material genérico de pedra para ver como funcionava em termos de escala e aparência. Depois para podermos visualizar o modelo, foi preciso instalar a app gratuita através de uma loja Android e após isso deslocarmo-nos ao local a app através do “AR Scene Tracking”, uma da funcionalidade do Wikitude, reconhecer através da camara do telemóvel o local e apresentar o modelo 3D em tempo real.



Figura 13 - Modelo 3D em tempo real na plataforma Wikitude

Anterior ao Wikitude foi utilizado o Metashape, um software autónomo que realiza o processamento fotogramétrico de imagens digitais e gera dados espaciais 3D para serem usados em aplicações relacionadas com património cultural e produção de efeitos visuais, bem como para medições indiretas de objetos de várias escalas²⁷. Foi utilizado para as primeiras experiências dos modelos 3D, servindo como ajuda para o entendimento de como se processa a criação desses modelos 3D através da fotogrametria²⁸, que nos primórdios, era usada para aplicações terrestres amplamente motivadas pelo reconhecimento militar (Burtch, 2004). É uma tecnologia que no futuro pode ser uma mais-valia para a criação rápida de modelos e captar os seus materiais.

²⁷ Disponível em : [Agisoft](#) . Consultado 20 jun . 2020

²⁸ Técnica de medição para extrair a geometria, deslocamento e deformação de estruturas usando fotografias ou imagens digitais. (Baqersad et al., 2017)

Como foi indicado, o Wikitude não correspondia às expectativas do resultado final então o passo seguinte foi pesquisar outros softwares que pudessem responder ao desejado.

No processo entendeu-se que o Blender, devido às suas características de compatibilidade com softwares de Realidade Aumentada e com um número infinito de formatos para serem incorporados em programas de 3D e desenvolvimento de apps e por ser de uso gratuito foi escolhido como o software para o desenvolvimento do modelo 3D. Faltava então escolher um software. Foi testado no Blender os vários tipos de materiais e ficou definido que se iria utilizar uma fotografia da pedra do monumento real em ruínas para ficar ainda mais parecido com a realidade.

Após o desenvolvimento do modelo 3D foi explorado o software para incorporar o mesmo, entendeu-se que devido à sua compatibilidade e de ser um software que trabalhou com a Google e Apple juntamente com a Augmented Reality Foundation o Unity, um software utilizado para desenvolvimento de jogos e aplicações móveis que pode também recorrer à RA e à Realidade Virtual. A possibilidade de conectar diretamente um dispositivo móvel e instalar a aplicação no momento para ser testada.

De seguida foram desenhados os layouts da app em Figma, um software que nos permite o desenho gráfico e experiência de utilizador, simulando cliques e interações de botões. Com este protótipo pode-se entender como iria ser visualmente a aplicação e como funcionaria em termos de UI e UX Design.

No processo final, para o protótipo foram utilizados apenas o Figma, o Unity e o Blender, percebendo-se que para o objetivo do projeto, estes três softwares forneciam as ferramentas necessárias para a sua total implementação.

Pôde-se entender existe uma variedade extensa de softwares direcionados para cada área e que podem ajudar no desenvolvimento do projeto. Entende-se que alguns não dão resposta ao que era esperado, outros têm funcionalidades bastante interessantes do ponto de vista tecnológico e outros correspondem ao esperado. É importante perceber quais os softwares que se podem conectar, ligar e transformar num só circuito de processos até ao desenvolvimento final.

3.3 Estudo dos locais para desenvolvimento

A ilha de São Miguel contém vários monumentos e locais que fazem parte do Património e Cultura não só da ilha, mas também dos Açores, dispostos de forma ordenada e com significado importante para cada localidade em que se encontram. Os Açores são conhecidos por terem um historial de terramotos e desastres naturais (Nunes et al., 2004), que, repetidamente, fizeram com que parte do património anteriormente existente fosse devastado e completamente apagado da história. Parte destes locais permanecem como importantes marcos na história da Região, e muitos monumentos sofreram alterações ao longo do tempo, e por consequência da evolução da ilha e foram reconstruídos ou arrançados por serem relevantes na história e cultura regionais.

O processo de seleção e decisão sobre quais os monumentos e locais utilizar, foi longo e tortuoso. O primeiro passo foi decidir, dentre um vasto leque, qual escolher e que locais selecionar. de forma a ser possível estudar e desenvolver os modelos em 3D que melhor refletissem e integrassem o passado, o local e os demais elementos do conteúdo sobre o objeto em teste. Vários testes foram, assim realizados, dos quais apenas os mais apelativos foram considerados e guardados.

Inicialmente foi idealizado criar um roteiro de monumentos a visitar, para facultar a hipótese ao utilizador de seguir um caminho delineado com várias experiências, mas focando-se apenas numa só localidade ou conselho, onde fosse fácil seguir o caminho e entender a lógica da localização e da respetiva envolvente. Com esta ideia seria possível então expandir e dar às pessoas várias experiências. Em virtude desta opção, entendeu-se que um leque grande de monumentos iria dificultar a escolha e decisão sobre o roteiro, pois existem muitos monumentos de importância espalhados pela ilha e dignos de visita. Em termos de produção de modelos 3D, seria muito extenso e exaustivo o desenvolvimento de monumentos a mais, que não se interligavam e não possuíam conexão direta alguma. Teria assim que ser estudada essa linha de conexão entre eles, quais os graus de importância e de relevância para a aplicação.

Após apreender os obstáculos que tínhamos com a primeira opção, decidiu-se reduziram-se os monumentos a três, sem ligação entre eles, mas situados na mesma localidade, numa lógica de complementaridade turística e cultural para o utilizador final. Ao pesquisar os monumentos a escolher deparamo-nos com algumas diferenças que no

quadro do objetivo do projeto contrariava o interesse geral no seu uso. Alguns dos monumentos escolhidos foram: Hotel Monte Palace, localizado na freguesia de Sete Cidades; Igreja São Sebastião - Ponta Delgada; Portas da Cidade, localizado no centro de Ponta Delgada; Muro das Nove Janelas, Aqueduto localizado em São Miguel; Igreja do Colégio, localizado em Ponta Delgada onde antigamente, pela pesquisa feita, existia um jardim em frente do mesmo que servia de suporte à igreja; Fortim São Caetano do Pópulo, localizado junto da praia do Pópulo na freguesia de São Roque; Alto da Mãe de Deus, igreja localizada no centro de Ponta Delgada na freguesia de São Pedro; o antigo Cais do Corpo Santo em Ponta Delgada; Forte de S. Brás e os Moinhos de Santa Clara que existiram para auxílio na secagem de bacalhau. O caminho poderia ter sido pelo mais seguro, escolher um monumento mais conhecido para representar a ilha de São Miguel como as Portas da Cidade ou Igreja Matriz, mas como a utilização dos mesmo já é bastante grande o objetivo era escolher monumentos menos conhecidos, mas com uma relevância muito importante na história da ilha.

Com o vasto número de monumentos existentes para se trabalhar, entendeu-se que dado o despendido para o desenvolvimento de modelos 3D e o objetivo ter algo conciso e bastante completo ficou definido que o foco seria num só monumento onde, a sua história tivesse sido importante na ilha, fosse pouco conhecido para os locais ou visitantes e que estivesse de alguma forma em ruínas para que o processo de reconstrução se tornasse interessante e com resultados mais significativos e apelativos.

Apesar de focar o projeto e explorar a fundo num único monumento, acabamos por realizar várias experiências e testes com outros monumentos de todo o tipo para perceber qual o melhor e o que mais se adequava ao meu objetivo.

Em seguida apresentamos exemplos dos quais fizeram parte do progresso até à escolha do final. As Portas da Cidade (monumento localizado no centro de Ponta Delgada) e o Busto do Cardeal D. Humberto Medeiros (busto localizado na freguesia dos Arrifes) foram alguns dos locais escolhidos para dar uso da fotogrametria e fazer as primeiras experiências.



Figura 14 - Busto do Cardeal Humberto Medeiros criadas através da Fotogrametria em *Metashape*

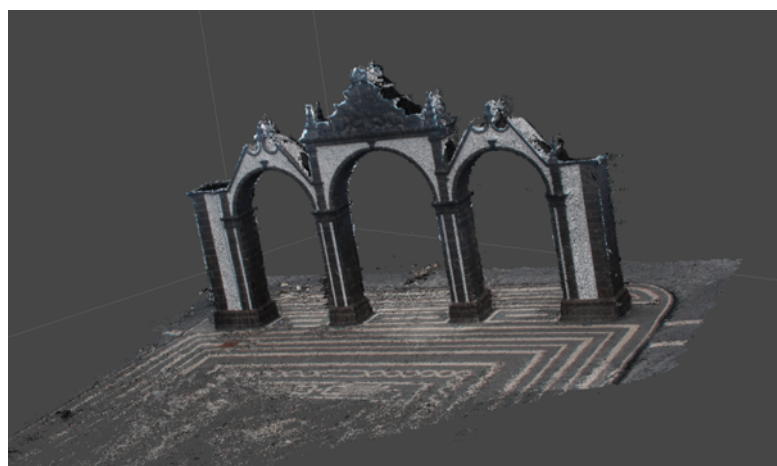


Figura 15 - Portas da Cidade criadas através da Fotogrametria em *Metashape*

A finalidade era realmente escolher um monumento que não estivesse completo, mas sim em ruínas para assim poder explorar o seu passado e como ele evoluiu ao longo do tempo. Devido à sua forma arquitetónica, história e importância entendeu-se que o Fortim de São Caetano do Pópulo era o ideal para este projeto, focando neste local a reconstrução virtual de parte do Forte, para assim dar ao utilizador uma viagem ao passado daquele local.

3.4 Fortim de São Caetano do Pópulo

O Fortim São Caetano do Pópulo foi o monumento escolhido, e de acordo com (Região Autónoma dos Açores, 2017), é o ex-prédio militar nº 5 de Ponta Delgada localizado na Ponta dos Caetanos, freguesia de São Roque, cidade de Ponta Delgada, ilha de São Miguel. A sua construção coloca-se entre anos 1662 e 1672, e no seu desenho primordial possuía uma forma pentagonal irregular com uma tipologia grosseiramente abaluartada, com dez canhoneiras, uma casa da guarda para cerca de 12 praças e um paiol, ambos protegidos por um espaldão.



Figura 16 - Pintura de umas das primeiras versões do Forte

O Fortim localiza-se junto à Praia do Pópulo e de um parque de estacionamento. Mandado construir pelo capitão de ordenanças Sebastião R. do Amaral, tinha como função defender os areais do Rosto do Cão, cruzando os seus fogos com o forte do Livramento, à esquerda, e o de São José, à direita (já desaparecidos) da mesma praia. Durante a II Guerra Mundial foram construídas no seu interior, duas posições de metralhadoras pesadas para defesa em virtude do potencial geoestratégico da ilha.

Este monumento foi o escolhido pois está em ruínas, pode-se captar e explorar o passado do mesmo e apresenta características importantes na história da ilha que serão explicadas no capítulo a seguir que fazem com que seja o escolhido

3.4.1 Contextualização histórica do edifício



Figura 17 - Localização do edifício

Como consta no documento (Região Autónoma dos Açores, 2017),

“o Fortim de São Caetano, foi edificado no lado nascente do areal do Pópulo, por iniciativa de Sebastião Raposo do Amaral, capitão de ordenanças, com a função de defesa de ambos os areais de São Roque, e cruzaria fogos com o forte de São Francisco de Xavier. A sua posição estratégica entre os areais do Pópulo e Milícias, de importância reconhecida por diversos engenheiros militares, fez com que fosse algo sucessivas recuperações pela degradação causada, em grande parte, pela proximidade do mar. Sabe-se que em 1767 tinha 6 peças de fogo, já incapazes, e há notícia de ter sido reedificado e artilhado com duas bocas de fogo em 1820, uma vez que, em 1817 estaria já “(...) completamente arruinado e desartilhado (...)”, segundo o Coronel Rodrigo Pereira.

Já antes, em 1811, o levantamento efetuado pelo capitão engenheiro Francisco Borges da Silva, apoiado nas notas do sargento mor Chaves e Melo, de 1808, descreve que “Este forte he muito necessário, está muito arruinado, a rais da muralha pela brecha que tinha já em 1808 necessariamente havia ter ruínas, he muito baixo tem todos os defeitos supra e há-de cuidar artilhar.” Esta reparação deve ter sido efetuada, pois em 1834, o major Joaquim Guilherme da Costa, diz

que o fortim de São Caetano se encontrava “Bem conservado, espaçoso e com dez canhoneiras e duas bocas de fogo”.

Este fortim é constituído também por uma muralha que devido à erosão feita pelas ondas do mar ficou sem as muralhas a sul como também parte do forte. Segundo consta também no documento da Direção Regional da Cultura da Região Autónoma do Açores que o fortim sofreu alterações em 1943 alterando significativamente a sua morfologia do forte colocando-o mais exposto ao mar e com uma área maior.

Pudemos também verificar que ao longos dos anos existiram vários processos com o intuito de fazer a recuperação do forte. Estas intenções segundo (Região Autónoma dos Açores, 2017), começam em 1992 por parte do Sr. Manuel Francisco Travassos que pretendia instalar no local um café com refeições ligeiras e um bar sem alteração do local em si; em 1994 surge outra por parte do Sr. Manuel Borges Moniz; em 1999 entre um ofício do Ministério da Defesa Nacional que tinham como objetivo a recuperação do fortim que acabou por não acontecer; em 2002 outra proposta do Sr. Ricardo Vasconcelos César que pretendia adaptar o espaço de natureza e lúdico-cultural; em 2005 entra um pedido de autorização para prospeção arqueológica no fortim de São Caetano, por parte da Associação de Arqueólogos do Arquipélago dos Açores; a última proposta para recuperação acontece então em 2017 pelo deputado do PPM, Paulo Estevão apresenta um documento à Direção Regional da Cultura que pretende fazer a recuperação do Fortim de São Caetano do Pópulo.



Figura 18 - Ruínas do Fortim de São Caetano do Pópulo

Depois de feita a contextualização histórica do monumento foi decidido que para a reconstrução virtual do local, o mais importante e interessante seria o forte em si,

excluindo a muralha, que está dividida em duas partes, que se encontra ao lado do parque de estacionamento.

A muralha das milícias contém atualmente algumas ruínas e partes que servem como representação do passado e alguns restos espalhados pela zona do parque de estacionamento. O forte irá ser usado como referência para a construção - a sua tipologia e construção é bastante simples, pois o material é maioritariamente betão e grande parte dele encontra-se no local podendo assim ser usado exemplo de como ele era anteriormente. Os documentos fornecidos pela Direção Regional da Cultura dos Açores contêm a planta do monumento, com várias fases observando-se as alterações ocorridas ao longo de décadas, ficando definido usar a versão original do monumento, a de 1896.

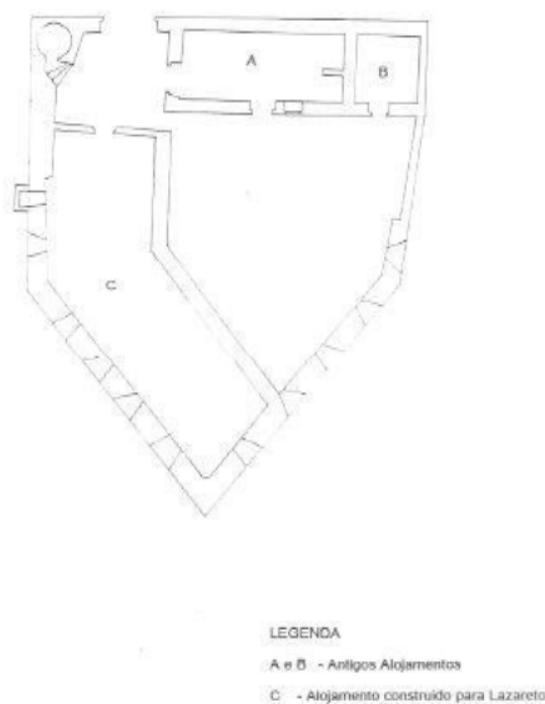
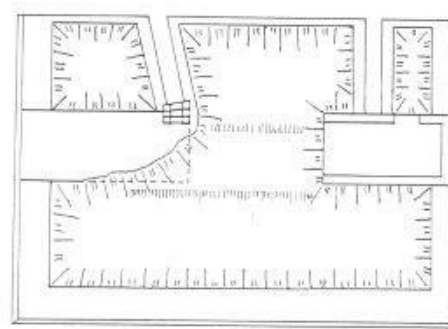
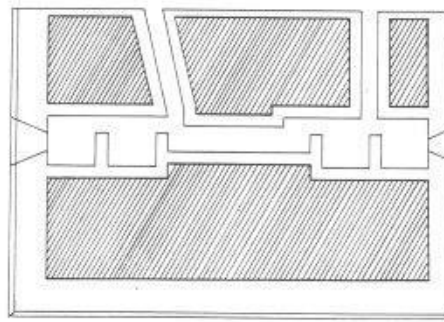


Figura 19 - Planta do fortim de São Caetano copiada da planta de 1896

Em 1943 sofre uma alteração como forma de adaptação para a posição das metralhadoras para a 2ª Guerra Mundial.



COBERTURA



PISO

Figura 20 - Planta de adaptação para posição de metralhadoras pesadas de 1943

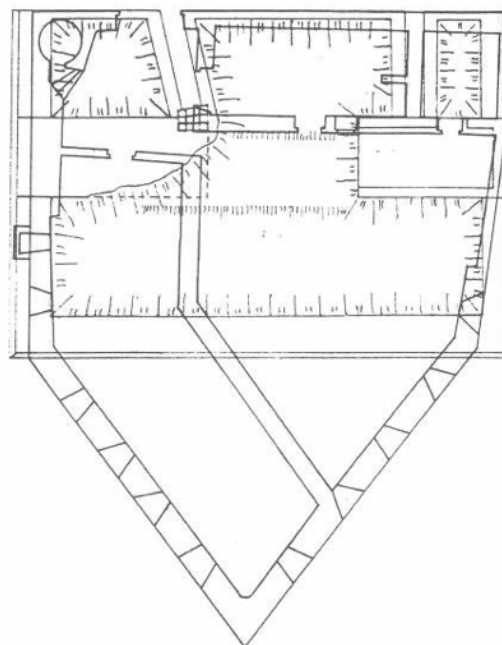


Figura 21 - Sobreposição das plantas de 1896 e 1943

CAPÍTULO 4 - IMPLEMENTAÇÃO TÉCNICA

4.1 Desenvolvimento da App

4.1.1 Desenho de Layouts

O processo de desenho dos *layouts* tem como foco principal o acesso à câmara e algumas funcionalidades que são também disponibilizadas ao utilizador como o tutorial de utilização e uma lista de todos os monumentos disponíveis com a experiência de RA. O desenho gráfico foi essencialmente fruto da exploração da essência da Região e o que a representa, mais especificamente a ilha de São Miguel.

Foi tido em conta as cores da paisagem micaelense, maioritariamente preenchida por verdes e azuis que fazem referência à Natureza e a imensidão de mar que banha a ilha. As *nuances* coloridas e gradientes criados por estas duas cores principais são também evidentes nos *layouts*.



Figura 22 - Paisagens da Ilha de S. Miguel²⁹

O protótipo gráfico da app foi desenhado em *Sketch*³⁰ e *Figma*³¹ e pretende já dar uma ideia visual de como irá ser, e quais as interações e componentes que a mesma

²⁹ Disponível em : [Abismo - Açores](#) ; [Lagoa - Açores](#) . Consultado 10 ago . 2020

³⁰ Software que permite criar protótipos maioritariamente para apps e website em colaboração com os outros designers.

³¹ Software que permite a criação de desenhos com a possibilidade de prototipagem, animação e testagem em colaboração em tempo real entre os designers.

irá fornecer ao utilizador. Visualmente, apresenta-se como simples e direta, pois o objetivo principal é o utilizador interagir com o monumento em 3D, através da câmara e a acesso à geolocalização.

Foi desenvolvido um mapa de navegação para se entender o seu funcionamento.

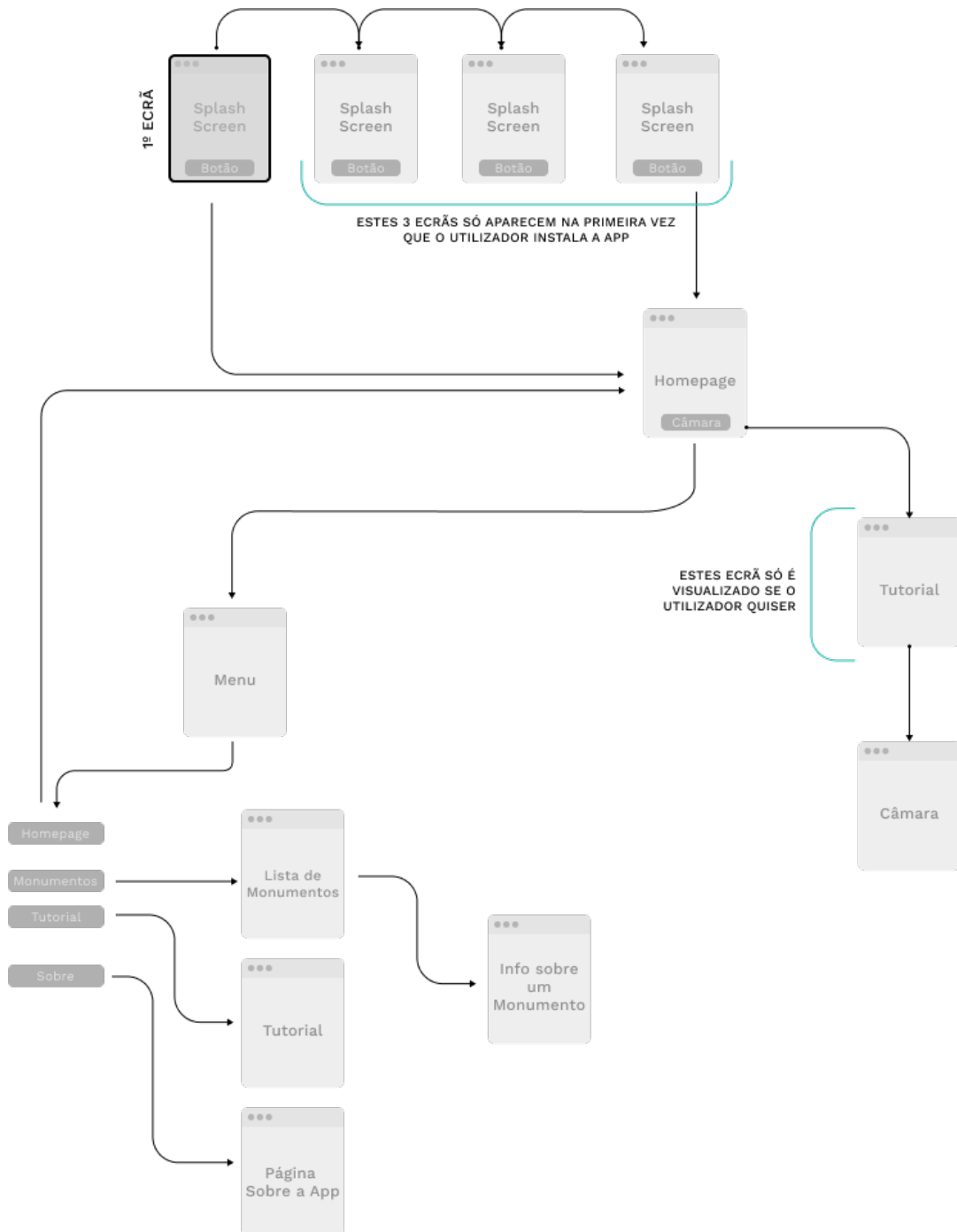


Figura 23 - Organigrama da app

De seguida são apresentados os layouts dos ecrãs devidamente identificados:



Figura 24 – Welcome Screen + Splash screens

Neste ecrã o utilizador é lhe apresentado um pouco do que pode conhecer e descobrir com a app. É importante esclarecer que todos os ecrãs, menos o do canto superior esquerdo, aparecem apenas na primeira vez que o utilizador a instala, havendo depois uma transição do primeiro ecrã (que contém o logótipo) para o ecrã principal (Figura 25).



Figura 25 – Homepage

O ecrã principal, onde se fornece informação sobre o tipo de acessos estarão disponíveis para o utilizador, como o menu (canto superior direito) e o acesso à câmara. Este ecrã terá um carrossel de imagens, ou seja, o fundo terá sempre a passar imagens diferentes de cinco em cinco segundos.



Figura 26 – Menu

Este ecrã dá acesso a todos os links disponíveis na app, de uma forma mais direta e rápida.

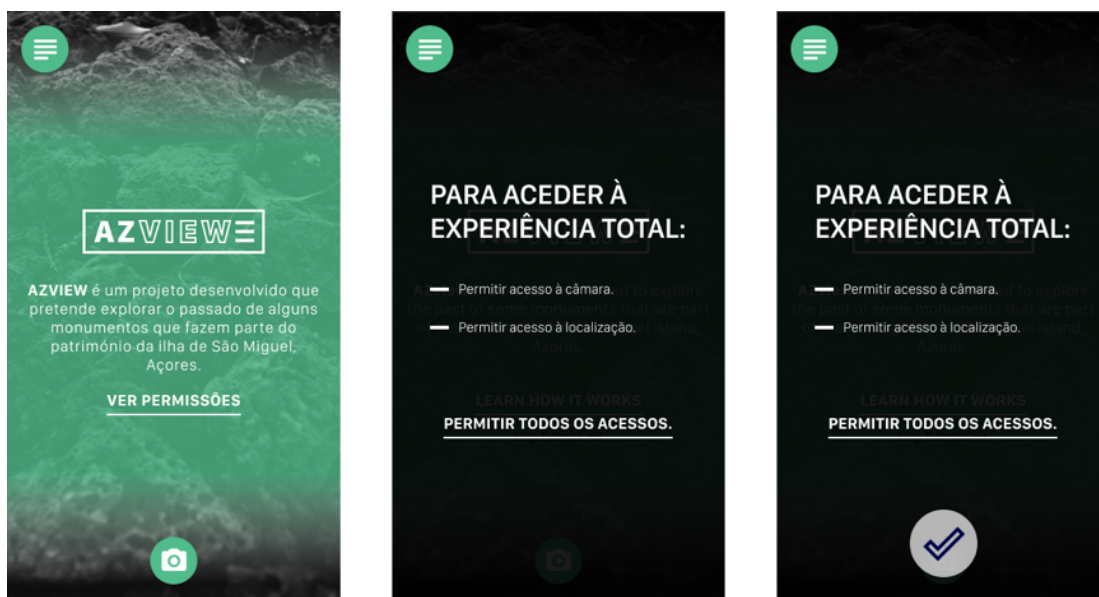


Figura 27 – Explicação do funcionamento da app

Neste ecrã, é demonstrado ao utilizador, como ele pode tirar maior partido da mesma, explicando que tipo de funcionalidades deve fornecer acesso como a câmara e a localização. O utilizador pode querer ver o tutorial ou passar à frente, sendo que este tutorial só aparece também na primeira vez que o mesmo utiliza a app.



Figura 28 - Monumentos disponíveis para consulta na app

No ecrã anterior mostra-se uma lista completa de todos os monumentos que o utilizador pode desfrutar na experiência de RA, permitindo aceder a mais informações sobre o monumento em questão como a localização e uma nota geral descritiva do mesmo.



Figura 29 – Ecrã de acesso à câmara

É neste ecrã que o utilizador vai poder experienciar o ponto mais importante da app, a interação e visualização do modelo 3D do monumento escolhido. Aqui o utilizador visualiza em tempo real o espaço em redor e o monumento 3D (consoante a sua localização).

4.1.2 Modelação 3D

Para o desenho deste modelo recorreu-se a desenhos, documentos e livros, requisitados e fornecidos pela Direção Regional da Cultura dos Açores, para se poder perceber qual o estado mais antigo do monumento a ser escolhido. O processo embora moroso, mostra resultados que são mais que satisfatórios, mesmo se trabalhosos, dado não existir informação estruturada em suporte digital. O modelo 3D será desenvolvido como base a planta do forte de 1896.

Em primeiro lugar estudou-se as plantas que os documentos fornecidos tinham, e foi preciso ler de uma forma mais aprofundada sobre o monumento em si.

De seguida são detalhados todos os passos que se seguiu para o seu desenvolvimento em *Blender*³², software escolhido para a criação do modelo 3D:

- 1) Utilizando as plantas fornecidas presentes nos documentos recolhidos da Direção Regional da Cultura dos Açores, tentou-se entender a escala do edifício;
- 2) Através das fotografias tiradas das ruínas do monumento utilizou-se o software Metashape, e o processo para exportação é o seguinte:
 - a. Workflow>Add Photos (adiciona-se as fotos que tiramos do local para a criação da fotogrametria);
 - b. Align Photos>Build Dense Cloud (faz a criação de um Point Cloud);
 - c. Após isso, deve-se recorrer à moldagem do modelo 3D pois muitas vezes as fotografias mostram-nos elementos que não são necessários. Isto ajudará a ter um modelo 3D mais fidedigno e completo;
 - d. Com a funcionalidade “Workflow> BuildDense Cloud” o Metashape faz um reconhecimento das cores e formas das fotografias dando a tridimensionalidade desejada;
 - e. Depois deste processo, para termos um modelo preenchido e completo utiliza-se a funcionalidade “Workflow>Build Mesh”;
 - f. No final exporta-se o modelo no formato que se deseja utilizar no software que vai suportar o mesmo. Neste caso foi exportado “Export Model” no formato “fbx” para ser usado no *Blender*.

No *Blender* importa-se o modelo criado em *Metashape*, que ajudará a perceber a escala e tamanho que vai precisar ter o novo modelo 3D do monumento. Este exemplo criado em Metashape servirá de base para o desenvolvimento do modelo 3D que tem como referência a planta de 1896.

Dentro do *software*, utiliza-se a funcionalidade “*mesh*” que desenha formas cúbicas ajudando a desenvolver a base do modelo.

³² É um programa de computador de código aberto, desenvolvido pela Blender Foundation, para modelagem, animação, texturização, composição, renderização, e edição de vídeo.

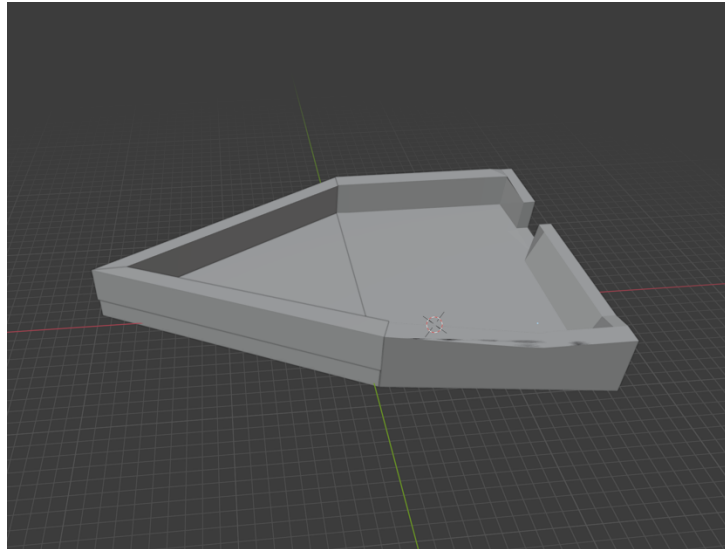


Figura 30 - Modelo Base 3D (Planta de 1896)

De seguida para torná-lo mais natural, é através da funcionalidade “*sculpt*” que conseguimos moldar e aprimorar os detalhes para poder parecer-se mais com a planta original do forte.

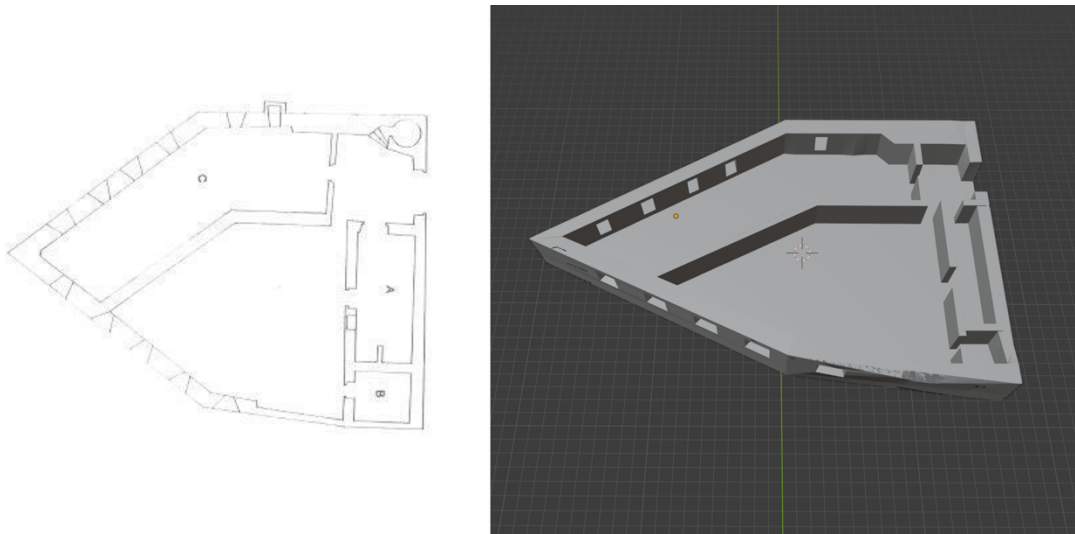


Figura 31 - Comparação da planta original com o modelo 3D

Para a incorporação do material real do monumento, foi-se fotografar a pedra do monumento no local para depois ser aplicado no modelo. Para isso utiliza-se a funcionalidade “Material Properties” e insere-se a pedra, tendo depois preciso aprimorar o material para ficar o mais parecido possível com o real.

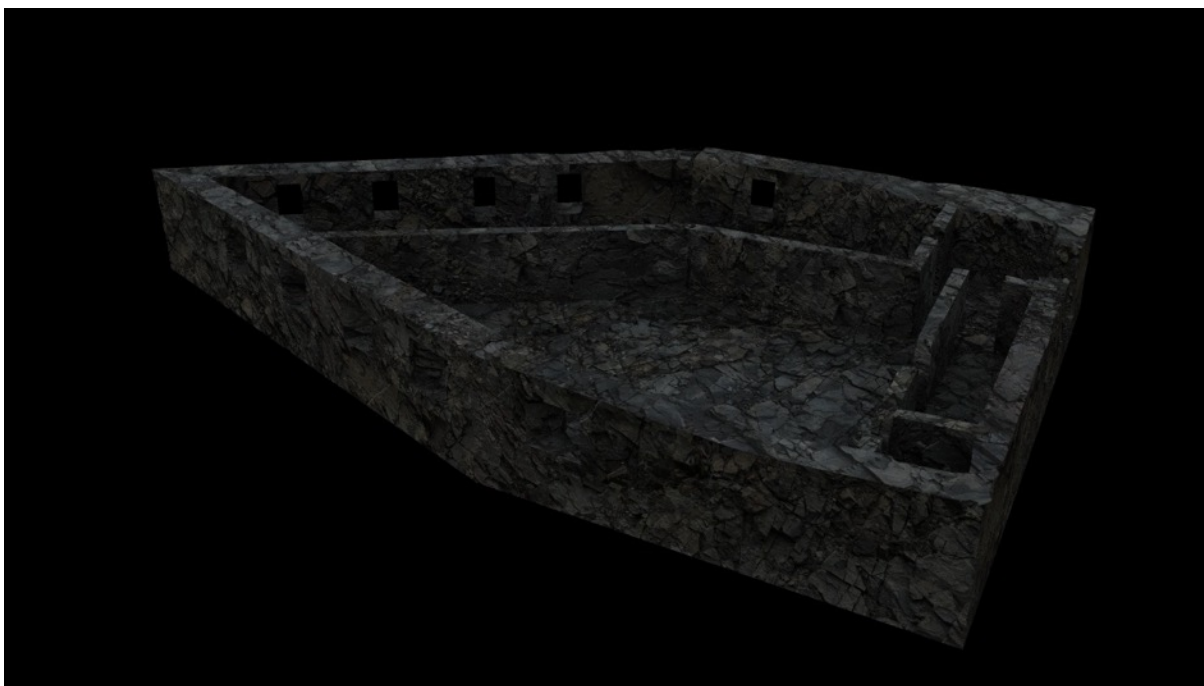


Figura 32 - Forma original do Fortim de São Caetano do Pópulo em 3D

Após este processo o modelo é exportado em formato “*fbx*” para depois ser aplicado em Unity. É no Unity que se desenvolverá o processo final da app.

4.1.3 Aplicação APK

Para o desenvolvimento da app em Unity, é preciso, em primeiro lugar, explicar que o objetivo é que obtenha informação sobre a localização do utilizador para depois, e em tempo real, mostrar o modelo 3D do monumento escolhido.

Como estudado, o Unity permite exportar uma ficheiro APK³³ completamente funcional para vários formatos (Android, iOS ou até para computador), mas foi decidido focar-se apenas na exportação para Android inicialmente neste projeto e mais tarde para iOS ou outras plataformas por ser o sistema operativo mais utilizado nos últimos anos, onde cerca de 74% dos smartphones no mundo utilização o Android (StatCounter Global Stats, 2020) e ser um sistema operativo de fácil acesso e desenvolvimento de aplicações.

³³ Um pacote de software destinado ao sistema operacional Android.

No processo de criação, foram testadas várias formas de a desenvolver, através do Wikitude, Unity, ou a incorporação como Android Studio. Devido á inexperiência na RA e com aplicações APK, o processo de desenvolvimento através do Android Studio era o desejado, mas acabou por ser posto de parte pois tornou-se muito complicado entender a incorporação da geolocalização, os layouts e desenvolver tudo à base de HTML e CSS. Foi então encontrado um exemplo de uma app funcional, que recorre à geolocalização do utilizador e coloca o modelo 3D no local previsto, desenvolvido em Unity.



Figura 33 - Exemplo da app base utilizada

Esta app pode ser encontrada na biblioteca online do Unity através do seguinte link³⁴, e está disponível de forma gratuita e fornece já funcionalidades como a câmara que permite depois de instalada no telemóvel, aceder à sua câmara. Fornece e reconhece a geolocalização do utilizador e do objeto que colocamos. Com este protótipo foi mais fácil obter-se um modelo funcional, em correspondência com o objetivo do projeto. Em vez do cubo que vem como predefinição foi este substituído pelo modelo em 3D do forte, criado em Blender.

³⁴ Disponível em : [LAR Locative Augmented Reality](#) . Consultado 12 set . 2020

Para a criação da APK, é preciso conectar o telemóvel através de USB³⁵ procedendo à alteração de algumas funcionalidades no Unity para a ser possível instalar diretamente no dispositivo, como:

- 1) Criar um novo projeto em através do Unity Hub;
- 2) Abrir o projeto e logo de seguida criar uma nova cena “**File >New Scene**”, onde vamos inserir todos os seus componentes;
- 3) Em “**File > Build Settings**” deve-se alterar para a “**Platform > Android**” e clicamos no botão “*Switch Platform*”;

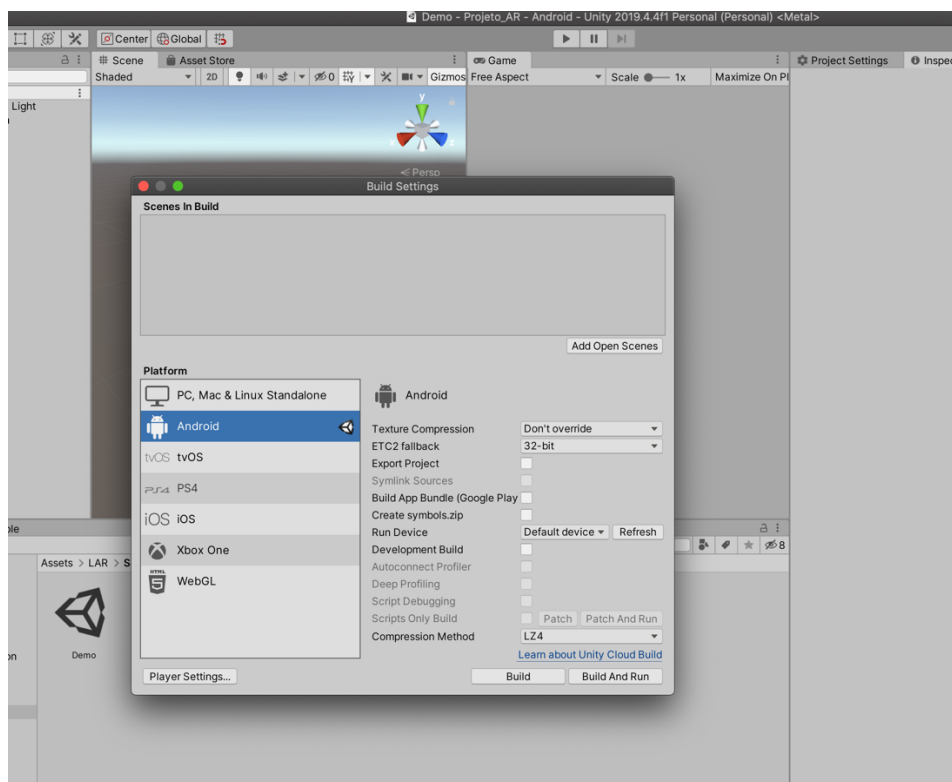


Figura 34 - *Build Settings*

³⁵ Universal Serial Bus

- 4) Em primeiro lugar deve-se eliminar a câmara predefinida do Unity. Para o funcionamento e tirar maior partido da geolocalização deve-se instalar o “Native Toolkit package³⁶ que se encontra na loja do Unity. Com este software podemos ter uma precisão melhor geolocalização que o nativo do Unity;

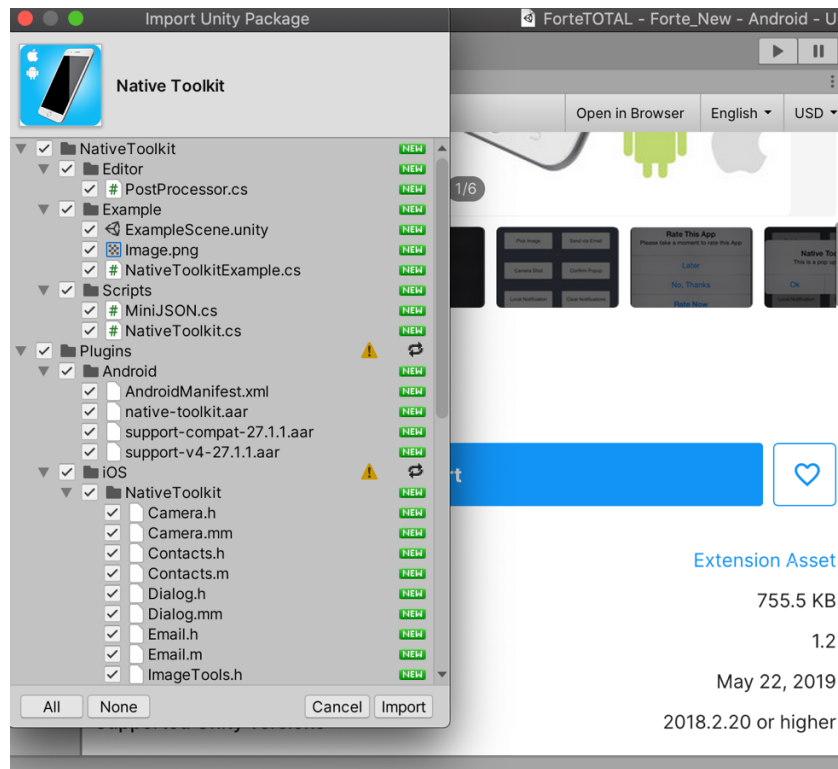


Figura 35 - Adicionar o Native Toolkit ao Unity

³⁶ Disponível em : [Native Toolkit](#) . Consultado 12 set . 2020

5) O próximo passo será em adicionar a “LarCamera” e o “LarTarget”;

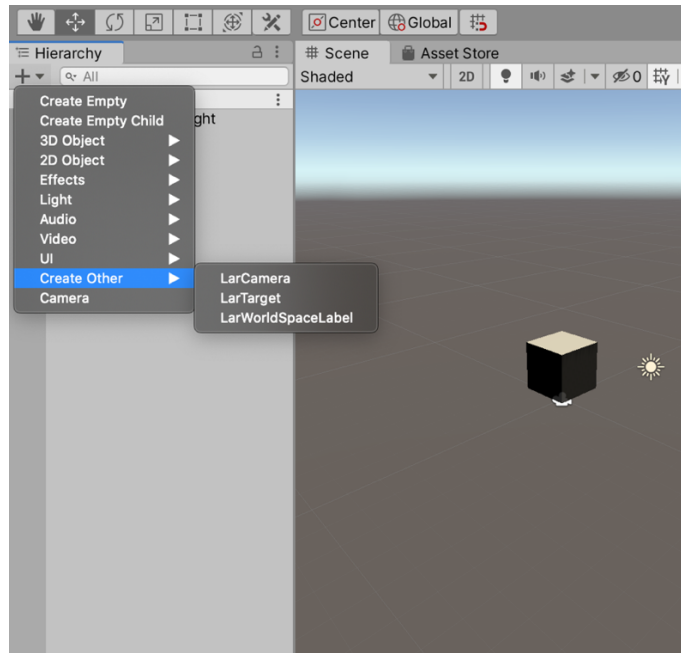


Figura 36 - Como adicionar a LarCamera e LarTarget

Após colocar um cubo como exemplo no Unity para testagem, foi então instalada a app no telemóvel e poder verificar-se se efetivamente o cubo aparecia na localização escolhida e era apresentado no ecrã.

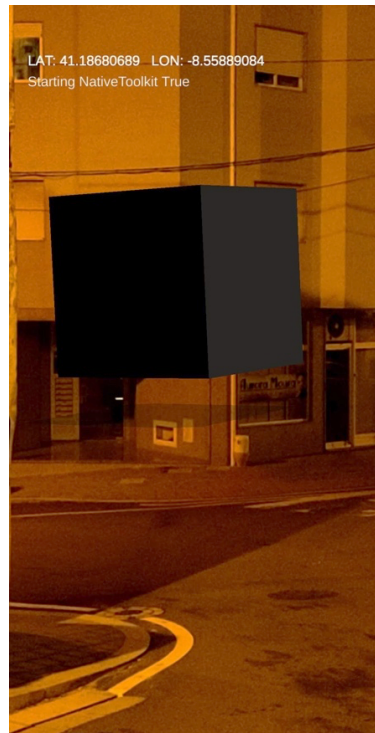


Figura 37 - Exemplo do cubo na App com Geolocalização

Este exemplo contém um modelo 3D base, e como o objetivo era a ambição de poder ter um modelo do monumento no espaço foi então desenhado o mesmo e colocado no Unity.

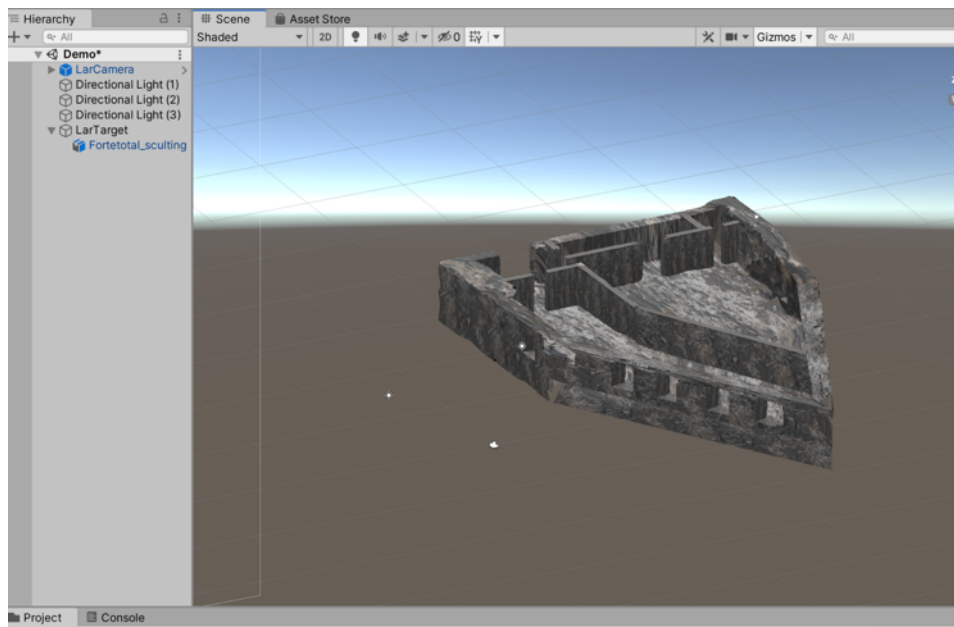


Figura 38 - Modelo 3D inserido em Unity

- 6) De seguida devemos dirigir ao mapa qualquer e retirar as coordenadas do local que queremos que o nosso objeto apareça. As coordenadas devem ser colocadas como demonstra a imagem em Latitude e Longitude.

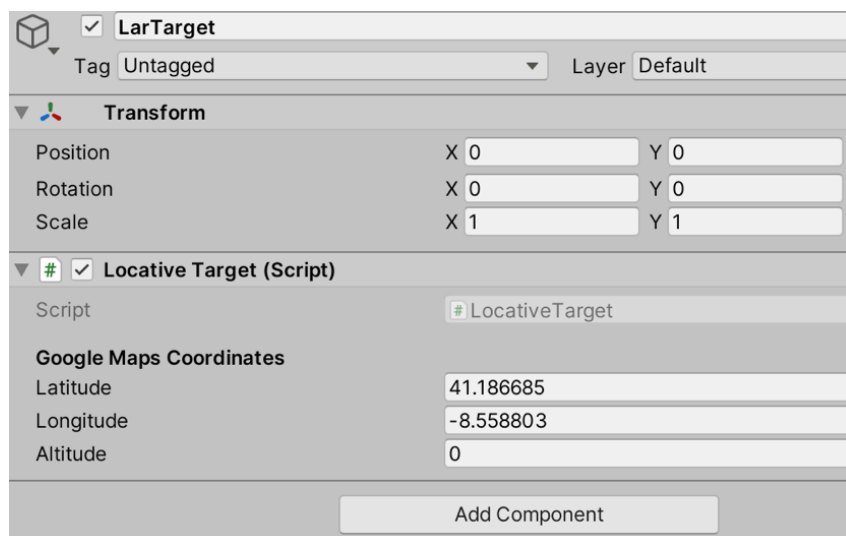


Figura 39 - Latitude e Longitude

4.2 Resultados

Depois dos desenvolvimentos da app, é demonstrado de seguida algumas imagens do com o modelo 3D inserido em tempo real no local do Forte. Durante este processo foram identificados alguns pontos que devem ser tidos em conta aquando do funcionamento total da aplicação:

- 1) A geolocalização não é totalmente exata, e a precisão da localização do modelo 3D depende da qualidade do dispositivo e se o GPS está bem calibrado. Por estas razões existem sempre alguns metros de desfasamento em relação ao que está definido;
- 2) As coordenadas inseridas na aplicação em Unity são também uma estimativa de onde o utilizador se encontra em relação ao objeto não havendo precisão a 100%;
- 3) Para o objeto ter alguma textura e luminosidade devem ser criados focos de luz artificiais;
- 4) O monumento inicialmente encontra-se em ruínas por isso a disposição do modelo 3D criado vai tentar de alguma forma igualar a sua forma e localização original havendo sempre diferenças nos mesmos.



Figura 42 – Modelo inserido na paisagem

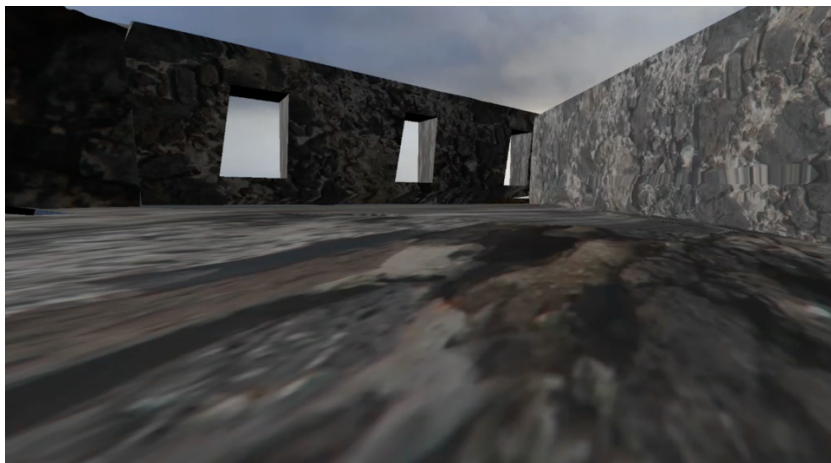
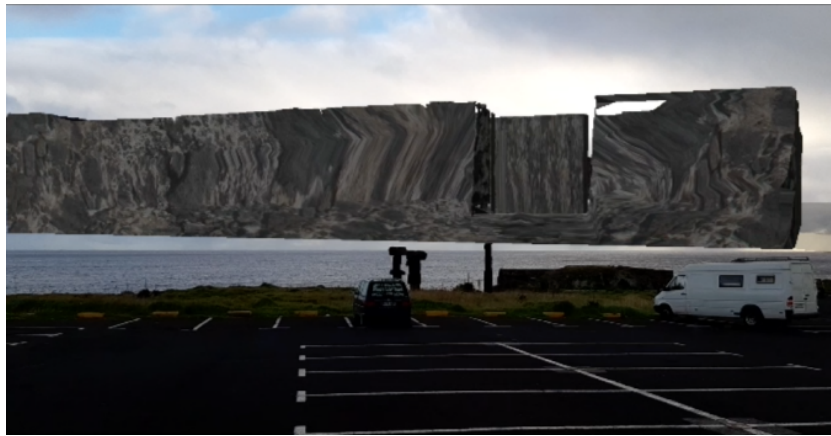


Figura 43 - Pormenores do modelo

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO

Neste projeto o grande desafio foi ter conseguido edificar um compromisso que agrupa os temas que se pretendiam trabalhar e desenvolver, saciando o interesse técnico, a procura pela evolução pessoal e o apoio ao desenvolvimento e conhecimento do passado histórico e cultural dos Açores, passível de ser aplicado noutras regiões do país. A plataforma base e a aplicação pode ser aplicada no setor turístico, mas também em domínios afins. Dentro das dificuldades podem-se apontar a inexperiência na modelação 3D e a capacidade de trabalhar no Unity ao que levaram a vários meses de aprendizagem de forma autodidata. A geolocalização tornou-se no início um dilema pois não estava a conseguir arranjar forma de a incorporar na aplicação tendo chegado a pensar optar por ser uma aplicação por reconhecimento de objeto. Como o objetivo não era esse porque, se fosse por esse caminho um dia que as ruínas já não existissem a aplicação era inútil. Foi então encontrada a solução para esse problema que foi utilizar um *asset* que já existia e trabalhar de forma mais imersiva no modelo 3D.

No final, o objeto que consegui foi de certa forma satisfatório porque ultrapassei várias barreiras que pensei que por vezes não eram possível devido à inexperiência em todas as áreas que quis explorar no seu desenvolvimento. Consegui construir um protótipo da aplicação funcional e que no fim faz o que pretendo, mostrar ao utilizador um modelo 3D do estado original do monumento.

Com esta base sólida, o objetivo é poder explorar a realização do levantamento de monumentos na ilha, em ruínas ou não e, com isto desenvolver os modelos 3D representativos do passado dos mesmos, aumentando assim o leque de experiências em RA e através de programas de desenvolvimento de aplicação poder criar todo a parte do design de forma funcional interligando a realidade aumentada podendo colocar disponível nas lojas oficiais Android (Google) e App Store (Apple). Pretendo também que possam existir funcionalidades como a interação entre utilizadores sobre os locais que visitaram, e melhorar a estabilidade da aplicação e dos modelos 3D tornando-os o mais parecido com o real possível.

Sendo a ilha de São Miguel o foco do trabalho, é também ambição, no futuro, ter a possibilidade de a aplicação chegar a todas as ilhas do Arquipélago, podendo vir a incluir mais monumentos referentes a cada uma das ilhas.

Com esta aplicação pretende-se levar aos açorianos novas formas de conhecimento do próprio local onde residem, mas também dar aos que a visitam novas maneiras de descobrir o arquipélago e o seu património.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AR Foundation. (2018). **AR Foundation**. Disponível em :

<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@4.0/manual/index.html> . Consultado 29 out . 2020

Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., & MacIntyre, B. (2001). **Recent Advances in Augmented Reality**.

Baptista, A., Morgado, C., Costa, J. A., & Azevedo, J. (2020). **Augmented reality to enhance non-opposite reality awareness: *International Journal of Film and Media Arts*, 5(1), 48–61.**

Baqersad, J., Poozesh, P., Niezrecki, C., & Avitabile, P. (2017). **Photogrammetry and optical methods in structural dynamics – A review. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 86, 17–34.** <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2016.02.011>

Bonner, E., & Reinders, H. (2018). **Augmented and Virtual Reality in the Language Classroom: Practical Ideas. *18, 33–53.***

Brunnett, G., Coquillart, S., & Welch, G. (Eds.). (2011). **Virtual Realities**. Springer Vienna. <https://doi.org/10.1007/978-3-211-99178-7>

Burtch, R. (2004). **History of Photogrammetry**.

CCG. (2019). **Visão por Computador: Como ensinamos as máquinas a ler e a interpretar o mundo – CCG**. Disponível em: <http://www.ccg.pt/visao-por-computador/> . Consultado 19 set . 2020

Dias, G. A. (2011). **Technology Acceptance Model (TAM): 19.**

Direção Regional da Cultura, & Região Autónoma dos Açores. (2017). **Fortim de São Caetano do Pópulo**.

Foundation, B. (2020). **About. Blender.Org**. Disponível em :

<https://www.blender.org/about/> . Consultado 15 ago . 2020

Haugstvedt, A.-C., & Krogstie, J. (2012). **Mobile augmented reality for cultural heritage:**

A technology acceptance study. *2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 247–255.

<https://doi.org/10.1109/ISMAR.2012.6402563>

IDC. (2019). **Augmented & Virtual Reality. IDC: The premier global market**

intelligence company. Disponível em :

https://www.idc.com/tracker/showproductinfo.jsp?prod_id=1501 . Consultado 12 jul . 2020

Jones, M. (2019, Dezembro 5). **Why User Experience (UX) matters in iOS and Android**

mobile apps? Medium. Disponível em :

https://medium.com/@martha_7987/why-user-experience-ux-matters-in-ios-and-android-mobile-apps-e60a20f1467d . Consultado 12 jul . 2020

Joo, H. (2017). **A Study on Understanding of UI and UX, and Understanding of Design**

According to User Interface Change. *12(20)*, 5.

Junaio Augmented Reality App. (2009). **App of the week: junaio Augmented Reality**

Browser. Disponível em : <https://www.jigsaw24.com/articles/app-of-the-week-junaio-augmented-reality-browser> . Consultado 12 jul . 2002

Layar. (2009). **Augmented Reality | Interactive Print. Layar**. <https://www.layar.com/>

Lee, G. A., Dunser, A., Seungwon Kim, & Billinghamurst, M. (2012). **CityViewAR: A mobile**

outdoor AR application for city visualization. *2012 IEEE International*

Symposium on Mixed and Augmented Reality - Arts, Media, and Humanities

(ISMAR-AMH), 57–64. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-AMH.2012.6483989>

- Luna, U., Rivero, P., & Vicent, N. (2019). **Augmented Reality in Heritage Apps:Current Trends in Europe**. *Applied Sciences*, 9(13), 2756.
<https://doi.org/10.3390/app9132756>
- Morozova, A. (2018, Setembro 28). **Augmented Reality in Military: AR Can Enhance Warfare and Training**. Medium. Disponível em :
https://medium.com/@info_35021/augmented-reality-in-military-ar-can-enhance-warfare-and-training-408d719c2baa . Consultado 27 ago . 2020
- Nayebi, F., Desharnais, J.-M., & Abran, A. (2012). **The state of the art of mobile application usability evaluation**. *2012 25th IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*, 1–4.
<https://doi.org/10.1109/CCECE.2012.6334930>
- NextReality. (2018). **100 Casos de Utilização de Realidade Aumentada**.
- Nunes, J. C., Forjaz, V. H., & Oliveira, C. S. (2004). **CATÁLOGO SÍSMICO DA REGIÃO DOS AÇORES VERSÃO 1.0 (1850-1998)**. 10.
- RTP Açores. (2019, Setembro 12). **Ilhas serão as últimas a receber 5G**. Disponível em :
https://www.rtp.pt/acoresh/economia/ilhas-serao-as-ultimas-a-receber-5g-som_62631 . Consultado 15 ago . 2020
- StatCounter Global Stats. (2020). **Mobile Operating System Market Share Worldwide**.
StatCounter Global Stats. Disponível em : <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide> . Consultado 29 out . 2020
- Sun, H., & Zhang, P. (2006). **The role of moderating factors in user technology acceptance**. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64(2), 53–78.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2005.04.013>
- Tan Jin, S. (2008). **QR Code**. *Synthesis Journal*.

- tom Dieck, M. C., & Jung, T. (2018). **A theoretical model of mobile augmented reality acceptance in urban heritage tourism.** *Current Issues in Tourism*, 21(2), 154–174. <https://doi.org/10.1080/13683500.2015.1070801>
- Unity. (2020). **Wondering what Unity is? Find out who we are, where we've been and where we're going** / *Unity*. <https://unity.com/our-company>
- Vlahakis, V., Ioannidis, N., Karigiannis, J., Tstotros, M., Gounaris, M., Almeida, L., Stricker, D., Gleue, T., Christou, I. T., & Carlucci, R. (2001). **Archeoguide: First results of an augmented reality, mobile computing system in cultural heritage sites.** *Proceedings of the 2001 Conference on Virtual Reality, Archeology, and Cultural Heritage - VAST '01*, 131. <https://doi.org/10.1145/584993.585015>
- Wikitude. (2020). **About Wikitude.** Wikitude. <https://www.wikitude.com/about/>
- Zoellner, M., Stricker, D. D., Bleser, G., & Pastarmov, Y. (2007). **ITACITUS – Novel Interaction and Tracking Paradigms for Mobile AR.** 10.