

Mestrado em Engenharia Informática
Estágio
Relatório Final

Prototipagem de conceitos exploratórios de Realidade Aumentada

Jóni Rodrigues Oliveira
joniro@student.dei.uc.pt

Orientador Universidade de Coimbra:
Professor Doutor Ernesto Costa

Orientador Wit Software, S.A.:
Eng. Mário Amaral

Data: 1 de Setembro de 2016



FCTUC DEPARTAMENTO
DE ENGENHARIA INFORMÁTICA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Mestrado em Engenharia Informática
Estágio
Relatório Final

Prototipagem de conceitos exploratórios de Realidade Aumentada

Jóni Rodrigues Oliveira
joniro@student.dei.uc.pt

Orientador Universidade de Coimbra:
Professor Doutor Ernesto Costa

Orientador Wit Software, S.A.:
Eng. Mário Amaral

Juri Arguente:
Professor Doutor Alberto Cardoso

Juri Vogal:
Professor Doutor Carlos Bento

Data: 1 de Setembro de 2016



FCTUC DEPARTAMENTO
DE ENGENHARIA INFORMÁTICA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Agradecimentos

Primeiramente, quero agradecer à minha família pelo apoio moral e financeiro que me deram ao longo do meu percurso académico.

Agradecer, também, a todos os meus amigos e colegas pelo apoio e ajuda dispensados nos momentos mais difíceis e por todas as palavras de apoio que expressaram.

A todos os colaboradores da WIT Software que me apoiaram mostrando sempre disponibilidade para responder a todas as minhas questões, particularmente, aos colegas do escritório de Leiria pelo fantástico ambiente de trabalho, uma vez que foi o local onde passei a maioria do meu estágio.

Um agradecimento especial ao Engenheiro Mário Amaral pela oportunidade de estagiar na sua empresa e por acreditar nas minhas capacidades para este projeto e ao Professor Doutor Ernesto Costa pela sua disponibilidade e orientação durante o estágio.

Por último e não menos importante, quero agradecer ao Departamento de Engenharia Informática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra por todo o conhecimento proporcionado ao longo deste mestrado.

Resumo

A realidade aumentada consiste num conjunto de tecnologias que permitem adicionar uma camada extra de informação em relação ao mundo tal como o observamos. Este fenómeno pode ser concretizado utilizando, por exemplo, os atuais dispositivos móveis que tenham pelo menos capacidades 3G e uma câmara fotográfica. Usando a câmara fotográfica é possível captar a informação existente no mundo real, identificando certos padrões sobre os quais é possível adicionar conteúdo digital.

A crescente capacidade de processamento e qualidade das câmaras fotográficas dos dispositivos móveis levou ao aumento do interesse por este tipo de tecnologias.

Uma vez que há uma crescente interação entre o indivíduo e o telemóvel, conseqüentemente, a informação estática presente à sua volta, como *billboards*, cartazes, *flyers* ou outros, tende a ser cada vez mais ignorada, sendo que, através da realidade aumentada é possível adicionar mais informação e torná-los interativos e muito mais interessantes.

No presente relatório, apresenta a contribuição para o desenvolvimento de um protótipo que utiliza tecnologias de realidade aumentada. O referido protótipo tem uma componente de cliente móvel com o qual o utilizador interage com o meio circundante, com o objetivo de reconhecer padrões e visualizar o aumento da realidade. A segunda componente, é uma plataforma web que permite criar e configurar os aumentos de realidade.

A plataforma criada permite, de forma rápida e relativamente fácil, adicionar pontos de realidade aumentada. Os quais fornecem mais informação sobre o que está a ser reconhecido.

Como resultante deste estágio, obteve-se uma aplicação móvel com a qual é possível reconhecer conteúdos de realidade aumentada e ter alguma interação com eles. Também se obteve um servidor de *backend* que permite criar esses mesmos pontos.

Palavras-Chave

“Android”, “Realidade Aumentada”, “PTC Vuforia”, “3D”

Índice

Agradecimentos.....	1
Capítulo 1 Introdução	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Âmbito.....	1
1.3 Desafios	2
1.4 Proposta e Objetivos.....	2
1.5 Riscos	2
1.6 Estrutura do Documento.....	3
Capítulo 2 Estado da Arte	5
2.1 Processo de realidade aumentada.....	6
2.2 Aplicações da realidade aumentada.....	7
2.2.1 Aplicações de realidade aumentada em Publicidade.....	7
2.2.1.1 Automóveis	7
2.2.1.2 Catálogos	8
2.2.1.3 Música	10
2.2.1.4 Turismo.....	10
2.2.2 Aplicações de realidade aumentada e <i>gamification</i>	10
2.2.3 Outras aplicações de realidade aumentada.....	11
2.3 Plataformas para criação de realidade aumentada.....	12
2.4 Empresas Concorrentes.....	13
2.5 Análise de SDK.....	14
2.5.1 Vuforia ou Wikitude	16
2.6 Síntese	17
Capítulo 3 Plano de Trabalho	18
3.1 Tecnologias e Ferramentas	18
3.2 Especificação de Requisitos.....	19
3.2.1 Atores do Sistema	20
3.2.1.1 Protótipo e aplicação cliente.....	20
3.2.1.2 Servidor de <i>backend</i>	20
3.2.2 Requisitos funcionais.....	20
3.2.3 Requisitos não funcionais	21
3.2.3.1 Protótipo e Aplicação Cliente.....	21

3.2.3.2	<i>Servidor de Backend</i>	22
3.3	Análise da Arquitetura.....	22
3.4	Metodologia.....	26
3.5	Planificação.....	28
Capítulo 4 Desenvolvimento do Trabalho.....		31
4.1	Primeira Iteração – Desenvolvimento de Protótipo.....	31
4.2	Segunda Iteração – Desenvolvimento da Aplicação Cliente.....	33
4.3	Terceira Iteração – Desenvolvimento da Aplicação Servidor.....	34
4.4	Testes e Validação.....	35
4.4.1	Protótipo e Aplicação Cliente.....	36
4.4.2	Backend.....	36
4.4.2.1	Testes Automatizados.....	36
4.4.2.2	Testes de Carga.....	36
4.5	Trabalho Futuro.....	38
Capítulo 5 Conclusões.....		41
Referências.....		42
Anexos.....		47
Anexo A.....		48
Anexo B.....		50
Anexo C.....		54
Anexo D.....		57
Anexo E.....		65
Anexo F.....		68
Anexo G.....		81
Anexo H.....		83
Anexo I.....		85
Anexo J.....		97

Lista de Figuras

Figura 1 – HDM criado por Ivan Sutherland.....	5
Figura 2 – <i>Virtuality Continuum</i> definido por Paul Milgram.....	6
Figura 3 – Exemplo de realidade aumentada utilizando um marcador.....	7
Figura 4 – Logotipos das tecnologias a utilizar.....	18
Figura 5 – Arquitetura geral do sistema.....	23
Figura 6 – Vista de módulos do protótipo e aplicação cliente.....	23
Figura 7 – Vista por módulos do servidor de backend.....	24
Figura 8 – Modelo de dados.....	25
Figura 9 – Esquema de um processo SCRUM.....	26
Figura 10 – Planeamento do Protótipo.....	29
Figura 12 – Planeamento Servidor de backend.....	30
Figura 13 – Renderização de objetos 3D.....	32
Figura 14 – Renderização de imagens planares.....	32
Figura 15 – Renderização de múltiplos objetos.....	33
Figura 16 – Exemplo do UI para teste dos webservices desenvolvidos.....	35
Figura 17 – Evolução do pedidos e o seu tempo de resposta.....	37
Figura 18 – Evolução da utilização do CPU.....	38
Figura 19 – Evolução da utilização da memória.....	38
Figura 20 – Evolução dos equipamentos móveis vs Google Trend realidade aumentada.....	55
Figura 21 – Resultados dos testes automatizados.....	82
Figura 22 – Login.....	86
Figura 23 – Ver campanhas.....	86
Figura 24 – Ver Campanhas (Mouse Over).....	87
Figura 25 – Criar campanha.....	87
Figura 26 – Criar campanha (Adicionar vídeo).....	88
Figura 27 – Criar campanha (depois do upload).....	88
Figura 28 – Criar campanha (adicionar canal).....	89
Figura 29 – Criar Campanha (adicionar geo-localização).....	89
Figura 30 – Criar campanha (adicionar vídeo).....	90

Figura 31 – Criar campanha (adicionar parâmetros do vídeo).....	90
Figura 32 – Criar campanha (adicionar elemento aplicação).....	91
Figura 33 – Criar campanha (adicionar parâmetros da aplicação).....	91
Figura 34 – Criar campanha (adicionar elemento link)	92
Figura 35 – Criar campanha (adicionar parâmetros link).....	92
Figura 36 – Criar campanha (adicionar elemento imagem).....	93
Figura 37 – Criar campanha (adicionar parâmetros imagem)	93
Figura 38 – Relatório todos os cliente	94
Figura 39 – Relatório por campanha.....	94
Figura 40 – Todos os clientes	95
Figura 41 – Adicionar cliente	95
Figura 42 – Ver utilizador.....	96
Figura 43 – Elementos Interativos	96
Figura 44 – Funcionalidade abrir aplicação	98
Figura 45 – Funcionalidade adicionar evento.....	98
Figura 46 – Funcionalidade efetuar chamada.....	99
Figura 47 – Funcionalidade enviar e-mail	99
Figura 48 – Funcionalidade abrir PDF.....	100
Figura 49 – Funcionalidade votação	100
Figura 50 – Funcionalidade partilha nas redes sociais.....	101
Figura 51 – Funcionalidade vídeo	101
Figura 52 – Funcionalidade galeria de imagens.....	102

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Resumo da primeira fase de seleção do SDK a usar.....	15
Tabela 2 – Resumo da segunda fase de seleção do SDK a usar.....	16
Tabela 3 – Ator do protótipo e na aplicação cliente	20
Tabela 4 – Atores do servidor de backend	20
Tabela 5 – Representação de uma user story.....	21
Tabela 6 - Casos de análise criados para desenvolver a aplicação.....	34
Tabela 7 – Características da Máquina de Testes.....	37
Tabela 8 – Tabela comparativa de SDK de realidade aumentada.....	53
Tabela 9 – Tarefas implementadas na primeira release.....	66
Tabela 10 – Tarefas implementadas na segunda release.....	67
Tabela 11 – Resultados dos testes de carga	84

Lista de Anexos

Anexo A – Instituição

Anexo B – Tabela comparativa de SDK de realidade aumentada

Anexo C – Evolução dos equipamentos móveis vs. Google Trend realidade aumentada

Anexo D – Requisitos Funcionais

Anexo E – Divisão de tarefas implementadas nas duas releases

Anexo F – Testes protótipo e testes aplicação cliente

Anexo G – Resultados testes automatizados

Anexo H – Resultados testes de carga

Anexo I – Versão final dos *mockups* criados

Anexo J – Funcionalidades implementadas na aplicação cliente

Acrónimos

API	Application Programming Interface
AR	Augmented Reality
GPS	Global Positioning System
HMD	Head Mount Display
HTML	HyperText Markup Language
MB	Megabyte
SDK	Software Development Kit
UI	User Interface
URL	Uniform Resource Locator

Capítulo 1

Introdução

Este relatório descreve o trabalho elaborado pelo autor durante o estágio, de um ano letivo, na WIT Software, S.A. O estágio está inserido na unidade curricular com o mesmo nome que, por sua vez, pertence ao curso de Mestrado em Engenharia Informática, no ramo de Engenharia de Software, da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra. O mesmo foi orientado pelo Professor Doutor Ernesto Costa do Departamento de Engenharia Informática da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra e pelo Engenheiro Mário Amaral da WIT Software, S.A.

1.1 Contextualização

A realidade aumentada é um conjunto de tecnologias que permite, em tempo real, a integração de conteúdo digital com informação observada no mundo real. Deste modo, é possível adicionar uma camada extra de informação ao que percebemos no mundo real de forma a enriquecer o que vemos, ouvimos e sentimos.

Com a introdução das tecnologias 3G nas redes móveis surgiu um foco de investigação e interesse em torno desta área¹, que permanece até aos dias de hoje, uma vez que é possível aceder a este conjunto de tecnologias através de um simples dispositivo móvel transportado pela maioria das pessoas. Dessa forma o número de utilizadores alvo que este tipo de aplicações pode ter é vasto.

Visto que este conjunto de tecnologias ainda não assumiu um papel preponderante na sociedade, ainda existe muita matéria para investigação, sendo que os ganhos que se podem obter são inúmeros. A WIT Software, S.A.² apresenta-se como uma empresa tecnológica que pretende estar preparada para o surgimento de novas tecnologias, tais como a realidade aumentada.

Assim, o presente estágio, procura explorar os conceitos teóricos relacionados com a realidade aumentada em prática nos dias de hoje, recorrendo para isso às potencialidades e funcionalidades dos dispositivos móveis. Pretende-se, assim, mostrar que as aplicações de realidade aumentada podem estar ao serviço de qualquer um.

1.2 Âmbito

Dentro do âmbito do estágio está o desenvolvimento de aplicações móveis e um, ou mais, servidores de *backend* que alimentem com a informação necessária as aplicações desenvolvidas.

Nesse sentido, este estágio está focado em contribuir para que a realidade aumentada se transforme numa ferramenta usada no nosso dia a dia, com o propósito de criar rapidamente novas utilizações para esta tecnologia. O ponto fulcral de trabalho são todos os passos que ocorrem imediatamente antes e depois do reconhecimento de um padrão, como é

¹ Verificar Anexo C

² Verificar Anexo A

feita a interação do utilizador com a aplicação e quais os conteúdos a serem exibidos a esse mesmo utilizador.

Para o correto desenvolvimento deste trabalho é necessário pelo menos um servidor de *backend* onde irão ser definidas as configurações para cada caso reconhecido pela plataforma. O desenvolvimento deste também se encontra dentro do âmbito definido para este estágio.

O reconhecimento de padrões está fora do âmbito do estágio, uma vez que se irá utilizar *application programming interface*, API's, e *software development kits*, SDK's, externos de auxílio. Nesses estão contidas todas as ferramentas necessárias para o reconhecimento de padrões onde irão ser sobrepostos os conteúdos digitais, pelo que todos os algoritmos utilizados para o mesmo estão encapsulados dentro dessas mesmas bibliotecas externas.

1.3 Desafios

De forma a manter um plano de trabalho que pudesse ser divisível por duas fases, cada fase para um semestre, foi proposto, numa primeira fase, o desenvolvimento de um protótipo, que pretendia solucionar uma lacuna específica no mercado. Numa segunda fase, pretende-se amadurecer o protótipo criado, removendo assim alguns pressupostos técnicos que foram tidos em conta no primeiro semestre.

O desafio identificado foi o facto de que a publicidade presente atualmente em papel e/ou *outdoors* é estática sem movimento e que traz muito pouca experiência para o utilizador, pelo que, a mensagem que a marca pretende passar ao consumidor não é transmitida da melhor forma, ao contrário dos anúncios publicitários em vídeo, que se estão a expandir para as mais diversas plataformas. Assim, pretende-se desenvolver uma plataforma que, utilizando realidade aumentada, consiga envolver o utilizador com a publicidade criando uma maior afinidade entre o utilizador e as marcas ou produtos.

1.4 Proposta e Objetivos

Apesar do estágio ter um desafio bem identificado, pretende-se numa primeira fase perceber como a realidade aumentada pode estar ao serviço dos utilizadores comuns. Desenvolvendo assim pequenos protótipos para situações concretas. É o caso de um anúncio numa revista, um *outdoor* ou até mesmo um bilhete de futebol, reconhecendo padrões seleccionados e apresentado algum conteúdo sobreposto. Desta forma é possível testar logo desde o início do estágio se existe alguma aceitação para aplicações de realidade aumentada, ou se as tecnologias associadas estão obsoletas e não é possível atingir o objetivo proposto.

Após a primeira fase pretende-se amadurecer o trabalho previamente elaborado adicionando, assim, uma camada de interação por parte do utilizador, apresentando botões, com os quais se consigam executar determinadas ações, como por exemplo abrir um *link*. Uma vez que se pretende criar uma aplicação que coloque a realidade aumentada ao serviço de todos os utilizadores, é fundamental que todo o conteúdo seja dinâmico. Para isso, é necessário ter um servidor de *backend* onde esses mesmos dados estejam alojados e possam ser adicionados, atualizados ou mesmo apagados.

1.5 Riscos

O desenvolvimento de qualquer aplicação está sujeito a riscos, pelo que é necessário prever os mesmos e criar um plano de mitigação. De forma a conseguir comparar os riscos entre si

foi utilizada uma escala de 0 a 5, sendo que 0 é sem qualquer impacto e 5 impacto extremo implicando alterações profundas na aplicação.

- **Risco 1**
Descrição: Falhas de planeamento
Impacto: 5
Plano de mitigação: Devido à sua natureza, o desenvolvimento de software está sujeito a falhas de planeamento.
Subestimar a complexidade das tarefas, a fraca análise das tecnologias a utilizar, ignorando ou desprezando a curva de aprendizagem de quem a irá utilizar, pode levar a atrasos ou mesmo comprometer o seu desenvolvimento. Assim, trabalhar com incrementos curtos e em constante comunicação tanto com a gestão do projeto como com a equipa, pode ajudar a mitigar este tipo de risco.
- **Risco 2**
Descrição: Requisitos inadequados
Impacto: 4
Plano de mitigação: Apesar das tecnologias utilizadas terem sido estudadas numa primeira fase do projeto, o fraco conhecimento das mesmas pode levar a requisitos inadequados ou pouco realísticos que podem entrar em conflito com as restrições das referidas tecnologias.
Para mitigar este risco deve-se analisar ao detalhe as tecnologias disponíveis e as suas capacidades.
- **Risco 3**
Descrição: Aumento do número de requisitos
Impacto: 4
Plano de mitigação: Devido à especificidade deste projeto podem ocorrer alterações súbitas, podendo aparecer novos requisitos durante o desenvolvimento do mesmo. Estes novos requisitos, dependendo da quantidade e complexidade, podem levar à falha do projeto. De forma a que possam aparecer novos requisitos sem que os mesmos comprometam o desenvolvimento do projeto, é necessário recorrer a alguns mecanismos já existentes. É indispensável manter uma constante comunicação com toda a equipa e gestão, de forma a evitar requisitos adicionais inesperados. Uma priorização dos mesmos, analisando se os novos requisitos são de alta prioridade ou não.
- **Risco 4**
Descrição: Dependências
Impacto: 4
Plano de mitigação: Quando um projeto envolve vários componentes ou é desenvolvido por vários programadores, existe sempre um risco de atraso em cascata. O atraso numa tarefa ou componente podem levar ao atraso das tarefas seguintes ou dos componentes. Para evitar este tipo de situação é necessário manter um bom trabalho em equipa bem como uma forte comunicação, de forma a que se esses atrasos não poderem ser evitados, pelo menos que sejam identificados previamente e tratados da forma mais eficiente possível.

1.6 Estrutura do Documento

O presente documento está dividido em vários capítulos e secções:

- **Capítulo 1 Introdução:** Este capítulo pretende introduzir o estágio apresentando o problema, os objetivos e os riscos inerentes;
- **Capítulo 2 Estado da Arte:** Apresenta os resultados da análise ao estado da arte;
- **Capítulo 3 Plano de Trabalho:** Descreve a metodologia utilizada para a gestão do projeto, bem como o planeamento, a arquitetura e o trabalho futuro;
- **Capítulo 4 Desenvolvimento do Protótipo:** Descreve o trabalho desenvolvido, as funcionalidades implementadas e contém algumas características do mesmo.
- **Capítulo 5 Conclusões:** O último capítulo, apresenta uma reflexão do autor em relação ao estágio e ao trabalho realizado.

O documento é ainda acompanhado por um conjunto de anexos com informação extra sobre o trabalho realizado:

- **Anexo A A instituição:** Descrição da instituição de acolhimento do presente estágio;
- **Anexo B Estudo comparativo de SDK's de realidade aumentada:** Tabela utilizada no estudo comparativo de SDK's de realidade aumentada do qual surgiu qual viria a ser usado;
- **Anexo C Evolução dos equipamentos móveis vs. Google Trend Realidade Aumentada:** Gráfico com a evolução dos equipamentos móveis sobreposto com um gráfico de pesquisas com termos relacionados com Realidade Aumentada.
- **Anexo D Requisitos Funcionais:** Descrição dos requisitos funcionais cumpridos;
- **Anexo E Divisão de Tarefas:** Divisão das Tarefas implementadas em cada *release* do servidor;
- **Anexo F Testes protótipo e testes aplicação cliente:** Descrição dos testes executados;
- **Anexo G Resultados testes automatizados:** Descrição dos resultados dos testes automatizados;
- **Anexo H Resultados testes de carga:** Descrição dos resultados dos testes de carga;
- **Anexo I Versão final dos mockups criados:** Conjunto de imagens dos *mockups* criados;
- **Anexo J Funcionalidades implementadas:** Conjunto de imagens que demonstram as funcionalidades implementadas.

Capítulo 2

Estado da Arte

Os primeiros trabalhos relacionados com a realidade aumentada foram publicados entre 1965 e 1968 por Ivan Sutherland, em *The Ultimate Display* [1] e em *A Head Mount-Mounted three dimensional display* [2]. No primeiro desenvolveu um conceito de *display* que poderia ser usado para o utilizador ver e interagir com objetos virtuais. Já no segundo, descreveu o desenvolvimento de um capacete *Head Mount Display* (HDM) estereoscópico e rastreável. O capacete desenvolvido pode ser visualizado na imagem abaixo, e consistia num conjunto de pequenos ecrãs colocados perto dos olhos de forma a emergir o utilizador num ambiente virtual, preenchendo o seu campo de visão com imagens virtuais.

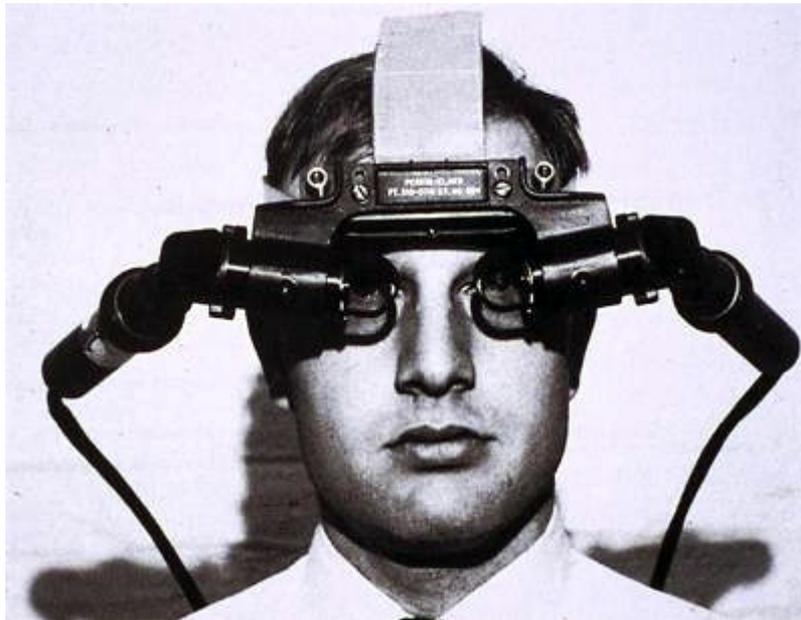


Figura 1 – HDM criado por Ivan Sutherland

Estes artigos, em conjunto com os estudos da realidade virtual, permitiram criar as bases para a realidade aumentada. No entanto apenas em 1980 se viu a primeira aplicação prática da Realidade Aumentada, num projeto desenvolvido pela Força Aérea dos Estados Unidos da América (*United States Air Force*). Neste projeto, foi criado um simulador de um *cockpit* que mistura objetos virtuais com o mundo físico.

Em 1994 Paul Milgram [3] define o conceito de *virtuality continuum* (ver figura 2), no qual identifica uma relação entre a realidade aumentada e a realidade virtual, colocando os ambientes reais e os ambientes virtuais como extremos opostos de um mesmo *continuum*. Tudo o que está entre estes dois ambientes é designado como realidade mista. A realidade aumentada está dentro desta realidade mista próximo do ambiente real, uma vez que o ambiente onde se insere não é desenhado por computador.

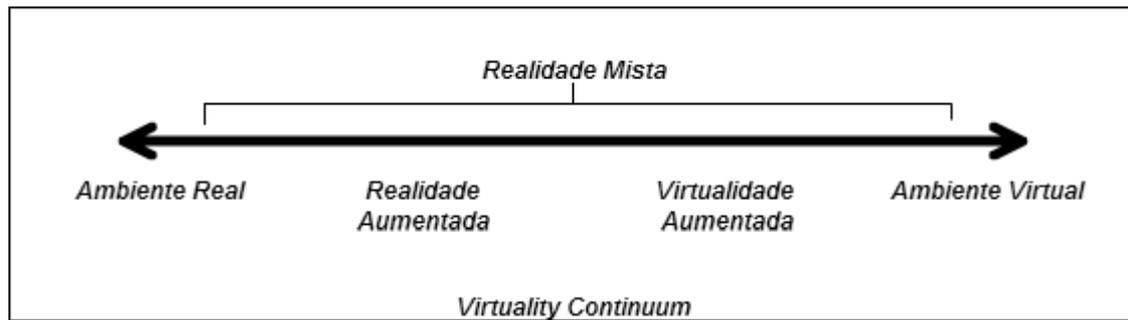


Figura 2 – *Virtuality Continuum* definido por Paul Milgram

Ao longo dos anos foram várias as definições de realidade aumentada. Em 1997 Ronald Azuma, da Universidade de Carolina do Norte, fez um *survey paper* [4], ou seja um resumo de toda a informação até à data sobre realidade aumentada, onde define a realidade aumentada como a sobreposição de objetos virtuais no mundo real. A realidade aumentada necessita de cumprir três características: alinhar os objetos virtuais com estruturas reais, ser utilizada em tempo real e conjugar objetos virtuais com objetos reais.

A realidade aumentada depende de processamento em tempo real e por isso foi diretamente influenciada pela evolução da computação do ponto de vista de *hardware* e de *software*. Pode combinar recursos multimédia com objetos virtuais de qualidade elevada, garantir interação em tempo real e também manter a presença do utilizador no mundo real, o que trará no futuro uma tendência para utilizar recursos tecnológicos invisíveis.

As aplicações de realidade aumentada devem apenas enriquecer o mundo com uma certa quantidade de informação, idealmente com a necessária para sobrepor as limitações do mundo num caso específico dessa mesma aplicação (Borko Furht [5]).

2.1 Processo de realidade aumentada

Para obter realidade aumentada é necessário que exista um componente de recolha de informação, tal como uma câmara de vídeo, um objeto ou local, onde devem ser “renderizados” os conteúdos virtuais e um dispositivo através do qual seja possível visualizar esses mesmos conteúdos. Tal como apresentado previamente, através da realidade aumentada tenta-se embeber o ambiente real com informação sintética, o que leva a que alguns requisitos tenham de ser cumpridos.

O primeiro requisito é o registo, onde através do reconhecimento de padrão se identifica o objeto sobre o qual devem os conteúdos serem aumentados. Se se utilizarem marcadores, como o da figura 3, para facilitar esse mesmo processo, o mesmo representa uma solução de baixo custo, contudo isso força a necessidade de utilizar um componente extra no mundo físico. Também existe a possibilidade de utilizar um sistema sem marcadores, no entanto torna todo o sistema de reconhecimento de padrões mais complexo, e computacionalmente mais dispendioso.

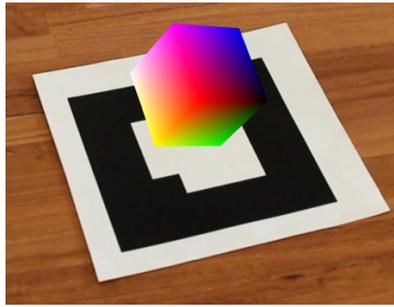


Figura 3 – Exemplo de realidade aumentada utilizando um marcador

O segundo requisito a ser cumprido é o acompanhamento, uma vez que é preciso o alinhamento entre os objetos virtuais e o mundo real. É necessário recolher medidas do sistema de coordenadas utilizado pelo dispositivo que recolhe a informação de entrada, sendo que estes dados vão sendo constantemente atualizados, uma vez que pode existir mobilidade desse dispositivo. Estes dados recolhidos vão permitir que, no momento de “renderização” dos objetos, o utilizador tenha a sensação de ter objetos virtuais no mundo físico.

O terceiro e último requisito fulcral é o *display* utilizado para mostrar ao utilizador os conteúdos aumentados. Podem ser utilizados *See-Through Displays*, como os monitores de computador ou telemóveis. Apresentam a vantagem de facilmente estarem disponíveis a qualquer utilizador. No entanto este tem a noção da virtualidade do objeto. Podem ser também utilizados os dispositivos *Head Mount Display*, *HDM*, que ao ser colocado no utilizador este tem a noção da mistura do mundo real com o mundo virtual, contudo acabam por não estar disponíveis a todos os utilizadores. Por fim podem ser utilizados dispositivos de projeção, É ainda uma tecnologia pouco desenvolvida e dispendiosa.

2.2 Aplicações da realidade aumentada

As aplicações da realidade aumentada podem são amplas e encontram-se em diversas áreas, como, a Medicina com informações de dados médicos do paciente ou de listas com normas a cumprir durante uma intervenção cirúrgica. Manufatura e reparação industrial onde podem ser utilizadas para dar instruções e/ou sugestões aos trabalhadores. Anotação e Visualização, aumentando os conteúdos de uma simples folha de papel de forma a dar mais informação estática ou não ao consumidor. Planeamento de Rotas, dando informações aos utilizadores de forma não intrusiva. Entretenimento, formando diversos tipos de jogos nomeadamente de procura ou de potenciar o conhecimento. Navegação Militar, trazendo informações estratégicas de forma a aumentar a precisão e diminuir os danos colaterais.

2.2.1 Aplicações de realidade aumentada em Publicidade

Neste momento já existem centenas de aplicações de realidade aumentada presentes no mercado. De forma a ter uma noção geral do que existe no mercado nos dias de hoje optou-se por analisar 30, aplicações abrangendo assim o máximo de áreas de utilização possível.

2.2.1.1 Automóveis

Lexus NX Augmented Reality [6]

Disponível apenas para *Android* e de forma gratuita, esta aplicação tem como objetivo ser uma ferramenta de marketing para o modelo NX da Lexus. Utilizando vários marcadores é possível

verificar diferentes partes do automóvel sejam elas rodas, luzes, motor bem com o carro completo. Quando o marcador das luzes é colocado no ângulo de visão da câmara é mostrado ao utilizador o automóvel transparente e as luzes ligadas. Assim que for detetado o marcador das rodas é possível verificar 3 modelos de jantes que o carro pode ter. No caso de ser o marcador do motor é mostrado o motor posicionado no carro e clicar num botão de informações sobre esse mesmo motor. É possível executar mais funções, é colocando o marcador do carro completo, uma vez que é possível, abrir e fechar as portas, mudar a cor do veículo, ligar ou desligar as luzes e ainda ter acesso a uma imagem 360° do interior do automóvel.

Ford Malasya [7]

Aplicação lançada, tanto para o sistema operativo Android como para iOS, para promover a venda de um novo veículo. Utilizando marcadores espalhados ao longo do carro demonstra os pontos de destaque do automóvel, de forma a visualizar as suas vantagens em relação aos seus concorrentes. Com os marcadores é mostrado ao utilizador não só um texto sobre a característica apresentada como também um vídeo sobre a mesma.

2.2.1.2 Catálogos

Descrevem-se algumas aplicações de realidade aumentada para catálogos de marcas

Moosejaw X-Ray [8]

A aplicação permitia ver algumas imagens do catálogo em raio-x. Desta forma quando era mostrada uma determinada roupa também era possível verificar a roupa interior do manequim. Uma vez que funciona apenas para o catálogo de 2011 a aplicação foi descontinuada, não sendo possível no momento executar a aplicação.

Lowe's [9]

Aplicação criada para *Android* e *iOS* em 2012, contudo já foi descontinuada. Funcionava a par com o catálogo da marca, utilizando as páginas do mesmo como marcadores. O objetivo desta aplicação era mostrar os eletrodomésticos que eram vendidos, vendo um modelo a três dimensões e em escala real. Ainda eram possíveis pequenas interações com os modelos criados tais como abrir a porta ou movimentar e rodar o modelo para verificar como ficava na habitação.

Samsung Real [10]

Com o objetivo de verificar como são em tamanho real as televisões da Samsung esta aplicação utiliza um marcador sobre o qual é criado um modelo em escala real das várias televisões, podendo assim escolher o tamanho que mais se adequa à divisão. O marcador utilizado está disponível no *website* alemão da marca. Para além de mostrar um modelo das televisões, a aplicação ainda disponibiliza descrições e detalhes técnicos para cada televisão e a possibilidade de mostrar o mapa mais próximo onde é possível comprar uma televisão Samsung.

Lego Connect [11]

Apesar de estar disponível apenas nos Estados Unidos da América esta aplicação permite verificar os modelos de Lego já construídos, com visão em 360°, bem como o contexto relacionado com o modelo. Utilizando o reconhecimento de imagem permite obter mais conteúdos, alguns deles exclusivos, do catálogo *Lego Club Magazine*. Utilizando as páginas do catálogo como marcadores é possível verificar mais imagens, vídeos e entrevistas. Ainda

utilizando os *qr codes*, códigos de barras bidimensionais, disponíveis também no catálogo obtém-se acesso ao *website* Lego com informações sobre o produto, classificação da peça por outros utilizadores e ainda instruções de montagem.

Babygear Virtual Experience [12]

Esta aplicação foi criada como ferramenta de marketing para o modelo SmartConnect™ Cradle'n Swing da Fisher Price. Era disponibilizado uma hiperligação na página da marca onde se fazia *download* de um marcador, sobre o qual era reproduzido o artigo em escala real e a três dimensões. Era ainda possível, sobre o modelo gerado, executar todas as ações tal como na cadeira real, como baloiçar a diferentes velocidades, alterar as cores das luzes, modificar a música que tocava na cadeira, etc.

DMT Vision [13]

Disponível apenas para Android esta aplicação procurava maximizar os conteúdos do catálogo da marca para 2015. Desta forma nas páginas que contivessem realidade aumentada era apresentado um símbolo ao utilizador para que este soubesse que a página continha mais informação acessível utilizando a aplicação. Os conteúdos aumentados eram fotografias a 360° dos produtos e vídeos sobre os produtos e sobre a marca.

Bic Graphic [14]

Utilizando o catálogo europeu da marca Bic, é possível ver grande parte dos produtos a três dimensões, sendo que, se for possível ver o produto a três dimensões é indicado na página do artigo. No modelo gerado é possível verificar as combinações de cores possíveis de forma a personalizar as canetas ao gosto do utilizador. Ainda é possível partilhar a caneta gerada e verificar alguns vídeos sobre os produtos Bic.

Lapp Group AR [15]

Com o intuito de melhorar a experiência de análise do catálogo da marca, esta aplicação é utilizada para mostrar a três dimensões os artigos fabricados em tamanho real, sendo disponibilizada a capacidade de ver o *datasheet* do artigo. Quando o artigo é detetado é possível verificar os componentes internos do mesmo e como é montado. Após isso, não é possível executar mais nenhuma ação. Esta aplicação apenas funciona até à versão 5.0.x do Android, estando ainda disponível para iOS.

Ikea Catalog [16]

Desenvolvida pela Catchoom esta aplicação disponível para Android e iOS permite, utilizando as páginas do catálogo como marcadores, ver mais imagens e vídeos do mobiliário. Também é mostrado ao utilizador divisões virtuais completas nas quais é possível navegar para ver mais pormenores sobre as mesmas. Também é possível ter a modelação a três dimensões das peças de mobiliário de forma a verificar como ficam na habitação e se cumprem as expectativas dos utilizadores.

Spam Magazine [17]

Associada a uma revista totalmente pensada em realidade aumentada, esta aplicação está disponível de forma gratuita para Android e iOS. Utilizando as imagens da revista como marcadores é possível ver mais imagens, vídeos ou hiperligações para *websites* relacionados com os marcadores, aumentando assim os espaços de publicidade desta revista.

2.2.1.3 Música

One Direction “1D Official Book” Companion App [18]

Disponível tanto para Android como para iOS esta aplicação permite, utilizando o livro da banda associado à aplicação, maximizar os conteúdos, que apenas estão disponíveis em papel. É possível assim criar uma ligação mais íntima com os fãs, a aplicação mostra alguns conteúdos exclusivos que incluem vídeos, fotografias, gravações áudio e algumas questões sobre a banda. As páginas do livro funcionam como marcadores que a aplicação consegue reconhecer e assim mostrar os conteúdos previamente identificados.

2.2.1.4 Turismo

Hotels.com/Tripadvisor [19]

Incorporado dentro da aplicação de teste da Wikitude. No entanto já não se encontra disponível. Esta funcionalidade permitia encontrar os hotéis ao nosso redor através da câmara, mostrando no visor onde são os hotéis, a que distância se encontram e qual a sua classificação. Em caso de necessidade também fazia navegação *turn-by-turn*. Era ainda dado ao utilizador um sistema de filtros para seccionar os hotéis conforme as suas preferências.

ViewMaker [20]

Disponível tanto para Android como para iOS esta aplicação mostra no ecrã pontos de interesse para o utilizador por recurso à a câmara fotográfica do telefone. No entanto a navegação não é feita nesta aplicação, mas sim noutra aplicação disponível no dispositivo.

2.2.2 Aplicações de realidade aumentada e *gamification*

Wildlandia [21]

Esta aplicação mistura realidade virtual com realidade aumentada, uma vez que gera um mundo virtual no qual nos deslocamos e são colocados um conjunto de desafios a cumprir de forma a salvar as várias espécies animais presentes na savana africana. Ao completar os exercícios são dados ao utilizador pontos e medalhas que permitem continuar a avançar nos vários níveis do jogo. A deslocação dentro do jogo é feita através de botões apresentados no ecrã, no entanto o ângulo de visão pode ser alterado movimentando o telefone nos vários eixos. A realidade aumentada é trazida para a aplicação de forma a carregar objetos, para o mundo virtual. Estes objetos são na sua maioria animais.

Monster Multiplayer [22]

Jogo disponível apenas para *Android* de forma grátis, com compras de itens disponíveis na aplicação. Tal como o nome indica (multi-jogador), utiliza um marcador para criar um campo virtual de jogo. Os jogadores podem associar-se a um jogo previamente criado ou criar eles próprios um jogo. Por cada jogador é criado no campo virtual e um monstro que dispõe de um poder para eliminar outros jogadores. Assim sendo o objetivo do jogo tal como descrito atrás é eliminar outros jogadores e como recompensa receber pontos. Ao nível da realidade

aumentada para além da criação do campo, a mesma é utilizada para a deteção de objetos para serem colocados no campo virtual.

McDonalds GOL! [23]

Apenas disponível durante o mundial de futebol de 2014 esta aplicação permitia criar um campo de futebol virtual utilizando o pacote de batatas fritas como marcador e onde ficava a baliza. É dado ao utilizador um conjunto de desafios sendo o objetivo final marcar golos. De forma a facilitar a execução dos desafios era dada a possibilidade de importar objetos para o jogo, tais como copos, com os quais era possível fazer tabelas para conseguir marcar os golos.

AppToyz AlienAttack [24]

Esta aplicação transforma o nosso dispositivo móvel numa nave espacial que podemos controlar movimentando o dispositivo. No decorrer do jogo apareciam *aliens* ao redor do utilizador, que os tem de eliminar utilizando duas armas disponíveis na nave que está a controlar. Quanto mais *aliens* forem eliminados mais pontos e medalhas são ganhas de forma a evoluir a nave que possui. Esta aplicação está disponível para Android e iOS.

AR Soccer [25]

Utilizando um marcador para gerar um campo de futebol virtual esta aplicação permite criar um jogo de futebol virtual entre 2 e 8 jogadores, onde cada jogador controla apenas um. O objetivo desta aplicação, disponível apenas para Android, é vencer o jogo dentro de um determinado tempo.

2.2.3 Outras aplicações de realidade aumentada

AR Flashcards [26]

Aplicação grátis disponível nas plataformas Android e iOS, desenvolvida pela Mitchlehan Media, LLC que se foca no desenvolvimento no ensino do abecedário e dos vários tipos de dinossauros. É mostrado um objeto a crianças e elas têm de adivinhar o nome do animal ou a letra associada ao animal. A aplicação utiliza marcadores onde apresenta objetos 3D. A aplicação não contém qualquer tipo de interação, apenas é mostrado o objeto a 3 dimensões. Caso seja colocado mais que um marcador no ângulo de visão são mostrados tantos objetos como os colocados.

ChromeVille [27]

Desenvolvida pela Imascono e disponível para Android e iOS de forma grátis. A aplicação necessita de marcadores próprios. Alguns estão disponíveis no *website* de forma web, enquanto outras, mais complexas, estão apenas disponíveis na compra da revista com o mesmo nome da aplicação. O objetivo para o utilizador, sendo que o público-alvo são crianças, é pintar os marcadores que depois podem ser modelados a três dimensões utilizando a aplicação. Não é possível, no entanto interagir com os modelos gerados.

Quiver [28]

Disponível para Android e iOS de forma grátis esta aplicação é da PutekoLimited. Apresenta as mesmas funcionalidades e público-alvo que a aplicação anterior, ChromeVille. No então é possível comprar as páginas para colorir separadamente, que também são marcadores, e ao

contrário do ChromeVille com alguns objetos é possível verificar uma, ou mais ações, pressionando um botão apresentado no ecrã.

Creative Adventures [29]

Tal como as aplicações ChromeVille ou Quiver esta aplicação, disponível para Android e iOS por 1,99€, permite criar objetos a três dimensões utilizando páginas previamente coloridas. No entanto, em vez de apenas reproduzir o objeto insere o mesmo num ambiente virtual no qual é possível interagir de forma a cumprir determinadas tarefas.

Chimani National Parks [30]

Esta aplicação é utilizada em Parques Nacionais, onde são definidos pontos de interesse para os utilizadores. Disponível para Android e iOS a aplicação permite guiar o utilizador via GPS *turn-by-turn* e a câmara do dispositivo.

Para que o utilizador encontre o local exato que deseja visitar. Fornece ainda ao utilizador um conjunto alargado de funcionalidades como por exemplo, notícias, planeamento de rotas, mapa geral, monumentos disponíveis, galeria de fotos, entre outros.

Hermes Virtual Tour [31]

Disponível para Android e iOS de forma grátis, contudo com compras dentro da aplicação. Esta aplicação consegue reconstruir a três dimensões espaços culturais de interesse, tal como eram originalmente, tendo como exemplo e único local grátis, o Coliseu de Roma. Os restantes monumentos estão espalhados por várias cidades na Europa. Nos modelos criados é dado ao utilizador a capacidade de navegação de forma a verificar os detalhes do monumento. Ainda é dada a capacidade de capturar fotografias onde se pode analisar como eram no passado e como estão atualmente, bem como a possibilidade de partilhar conteúdos nas redes sociais.

Wikitude Navigation [32]

Não está disponível como aplicação, no entanto era utilizada pela marca, Wikitude, dentro da sua aplicação de teste para demonstrar que o seu SDK. Já contém todas as funcionalidades para este tipo de aplicações. A aplicação contém navegação *turn-by-turn* tanto para automóvel como para peões. Esta aplicação mostra no ecrã, utilizando a câmara, o local exato de viragem. Assim o utilizador não necessita de se distrair para olhar para um mapa, uma vez que com a câmara continua a ver a estrada.

2.3 Plataformas para criação de realidade aumentada

Layar Creator [33]

Plataforma para criação de imagens com a realidade aumentada. Nesta *web app* é possível fazer *upload* de imagens e nas mesmas carregar conteúdos virtuais tais como botões. Os botões podem ser links para *websites*, abrir aplicações, interagir com redes sociais, enviar *e-mail* ou votar numa *poll*. Também é possível carregar outro tipo de conteúdos como imagens, sons e vídeos, diretamente do computador ou através de um *URL*. Todas estas opções contêm campos editáveis para melhorar a apresentação das mesmas.

O preço das páginas criadas é de 3€/cada para estarem disponíveis por um período de 30 dias, ou de, 30€/ cada para estarem disponíveis por um ano.

Aurasma [34]

Esta plataforma *web* permite tal como a anterior criar imagens com realidade aumentada, fazendo *upload* das imagens. Nas mesmas é possível carregar conteúdos virtuais como imagens, vídeos ou objetos 3D. Ainda é possível executar algumas ações sobre os objetos criados tais como abrir um URL ou abrir a imagem em ecrã completo. Também é possível ativar um *trigger* GPS para o conteúdo apenas estar disponível em certas localizações. Para páginas simples é possível obter o conteúdo de forma gratuita. No entanto para páginas mais complexas é necessário fazer um pedido de cotação.

Wikitude Studio [35]

A plataforma da Wikitude permite, tal com as outras, criar imagens com realidade aumentada previamente carregadas. Nestas imagens é possível adicionar outras imagens, texto, botões com hiperligações, conteúdo HTML, vídeos e modelos 3D. Tanto as imagens como os vídeos podem ser carregados através de um URL, contudo as imagens podem ter uma ação associado ao clique. Os preços variam consoante as imagens que se pretendem carregar começando em 25 imagens ao preço de 49,90€ para pagamentos mensais e 499€ para pagamentos anuais indo até 1000 imagens com um preço de 799€ por mês ou 7990€ por ano.

Hövel [36]

Acedendo ao *website* [36] é apresentada uma plataforma que permite fazer carregamento de vídeos, de 10 a 30 Mb, ou de um conjunto de fotografias, de 8 a 20 até 6 Mb por fotografia. Para além do carregamento do vídeo ou fotografia é necessário carregar também uma imagem que faça de marcador. Assim quando a imagem for detetada é reproduzido o vídeo ou um *slideshow* com as fotografias. De forma a conseguir fazer o reconhecimento da imagem é necessário fazer o *download* da aplicação Hövel, disponível para Android e iOS. Não foi possível executar um teste profundo à plataforma uma vez que não existe versão grátis. Por outro lado para aceder aos serviços é necessário contactar a equipa de vendas por telefone ou *e-mail*.

2.4 Empresas Concorrentes

Augmented Pixels [37]

Empresa californiana que desenvolve aplicações à medida e plataformas para realidade aumentada. As aplicações e plataformas geradas funcionam apenas no sistema operativo iOS. Nas aplicações criadas é procurada a aplicação das suas plataformas, de forma a reduzir a complexidade.

As plataformas criadas são:

- *Drones*: esta plataforma procura a diminuição de acidentes e melhorar a navegação indoor de *drones*. Para tal esta navegação reduz o fator humano associado à mesma. A aplicação faz com que o *drone* levante e pouse automaticamente e a navegação é feita utilizando uma câmara ligada ao mesmo. Um dispositivo móvel ligado ao *drone* tem acesso à câmara e neste selecionam-se os locais para onde se pretende que o respetivo voe. Apenas é possível voar para a zona de alcance da câmara do drone.

- *Real Estate*: esta plataforma permite criar aplicações arquiteturais mostrando modelos 3D das casas a criar e também o interior de modelos reais já criados.

- *Retail*: utilizando brinquedos e outros artigos como marcadores é possível criar ferramentas de marketing para atrair clientes, criando pequenos jogos 3D e atribuindo vantagens no caso de utilizar realidade aumentada para interagir com esses objetos.

- *Cinemas*: esta plataforma permite criar campanhas publicitárias associadas a filmes, criando ambientes imersivos para as pessoas que vão assistir aos filmes.

- *Home appliances/Furniture*: estas plataformas permitem selecionar objetos de mobiliário e fazer pequenas alterações nos mesmos tal como cor e tamanho com o intuito de testar o tamanho real dos mesmos nas casas a aplicar.

BlippAR [38]

Empresa de desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada à medida. Esta empresa conta com clientes de renome tais como a Coca-Cola, Nike ou Jaguar, e cria aplicações nas mais diversas áreas. As suas aplicações vão desde simples vídeos promocionais à criação de jogos completos e soluções em 3D utilizando sempre uma imagem como marcador para mostrar o ambiente virtual.

Augment [39]

Focada apenas na modelação a três dimensões esta empresa tem uma aplicação para as plataformas Android e iOS que permite mostrar modelos 3D, os quais são possíveis redimensionar e movimentar. Contem uma plataforma web onde é possível carregar os modelos 3D por forma a estes ficarem disponíveis na aplicação. Estes modelos podem ser públicos ou privados, podendo assim reduzir o acesso de estranhos a certos conteúdos. Esta empresa também cria modelos 3D à medida caso o cliente necessite.

Contêm dois tipos de licença, um para ter acesso aos modelos privados no dispositivo, que começa em 300 dólares por dispositivo por ano para um mínimo de 10 dispositivos, e uma licença para publicidade que começa nos mil dólares por campanha.

2.5 Análise de SDK

Sendo que o desenvolvimento de um próprio SDK utilizando, por exemplo, uma ou mais bibliotecas de visão por computador, não se encontra no âmbito do projeto, o que obriga a que a primeira tarefa dentro deste campo fosse procurar os SDK's existentes no mercado.

Partindo do *website*³ como base utilizou-se a tabela que este fornece como ponto de partida para a seleção do SDK a utilizar. Visto a extensão da tabela encontrada e o tempo para fazer esta análise ser limitado optou-se por efetuar um cálculo da pontuação ponderada das diferentes alternativas. A tabela utilizada contempla as plataformas, as funcionalidades e a integração através de um *plug-in* com o motor de jogo Unity 3D [40]. Para analisar as plataformas apenas foram tidos em conta os sistemas operativos Android e iOS. Apesar da plataforma escolhida para o projeto ser Android é importante para a empresa que as demonstrações criadas sejam facilmente exportáveis para iOS, e ainda são as duas plataformas mais utilizadas nos dias de hoje. Do ponto de vista de funcionalidades todas as que são identificadas pela tabela utilizada são também importantes pelo que não se fez nenhuma alteração em relação a este ponto tal como para o *plug-in*. Um ponto importante que a tabela de base não analisa é a comunidade e o suporte existente para estes SDK's, o que é importante para quem está a desenvolver conseguir solucionar dúvidas e erros de forma rápida e eficaz.

³<http://www.socialcompare.com/en/comparison/augmented-reality-sdks>

Também não se consideraram soluções unicamente comerciais de custo elevado, pois não dão capacidade de teste sem adquirir a licença.

Optou-se por dividir a análise da tabela em duas fases. A primeira fase não contempla o suporte, nem a comunidade e de onde se retiráramos principais SDK's. Atribuíram-se então os seguintes pesos:

- Plataformas: 45%
- Funcionalidades: 45%
- *Plug-in*: 10%

	Plataformas	Funcionalidades	Plug-in	Total
Metaio SDK	0,45	0,450	0,1	1,000
Qualcomm Vuforia	0,45	0,338	0,1	0,888
Wikitude	0,45	0,386	0	0,836
ARmedia	0,45	0,281	0,1	0,831
Robocortex	0,45	0,281	0,1	0,831
Kudan AR Engine	0,45	0,225	0,1	0,775
Catchoom	0,45	0,169	0,1	0,719
ARLab	0,45	0,225	0	0,675
ARPA	0,45	0,113	0,1	0,663
MAXST AR SDK 2.0	0,45	0,056	0,1	0,606

Tabela 1 – Resumo da primeira fase de seleção do SDK a usar

Utilizando os melhores classificados (os dez primeiros) desta primeira fase analisou-se o suporte para cada uma dos SDK's de forma a fazer uma seleção final. Na atribuição de percentagens para a segunda fase optou-se por dar mais relevo ao suporte que à existência do *plug-in* uma vez que se considerou um fator com maior importância. Desta forma a atribuição de pesos ficou com a seguinte disposição:

- Plataformas: 35%
- Funcionalidades: 35%
- *Plug-in*: 10%
- Suporte: 20%

	Plataforma	Funcionalidades	Plug-in	Suporte	Total
Metaio SDK	0,35	0,350	0,1	0,2	1,000
Qualcomm Vuforia	0,35	0,262	0,1	0,2	0,912
Wikitude	0,35	0,300	0	0,2	0,850
Catchoom	0,35	0,131	0,1	0,2	0,781
ARmedia	0,35	0,219	0,1	0,1	0,769
Robocortex	0,35	0,219	0,1	0,1	0,769
Kudan AR Engine	0,35	0,175	0,1	0,1	0,725

ARLab	0,35	0,175	0	0,1	0,625
MAXST AR SDK 2.0	0,35	0,044	0,1	0,1	0,594
ARPA	0,35	0,087	0,1	0	0,537

Tabela 2 – Resumo da segunda fase de seleção do SDK a usar

Terminada a análise aos SDK's a escolha recairia no Metaio. No entanto a empresa foi comprada pela Apple Inc, em Março de 2015 e deixou de vender licenças, como também terminou o suporte a dia 15 de Dezembro⁴. Posto isto foi necessário olhar para a tabela e ver o segundo classificado, Vuforia da PTC. No entanto ao olhar para a tabela detetou-se que o terceiro classificado, Wikitude, contém mais funcionalidades, nomeadamente de localização, e apenas não contempla o *plug-in* para o Unity 3D. Optou-se assim por fazer uma análise mais profunda aos dois SDK's para verificar qual utilizar.

2.5.1 Vuforia ou Wikitude

Começou-se por efetuar um teste simples com cada um dos SDK's utilizando os seus tutoriais, de forma a confirmar se o seu suporte era realmente bom e qual a dificuldade de fazer uma aplicação básica.

Rapidamente se conseguiu colocar uma aplicação de teste a funcionar visto que ambos os SDK's a fornecem. Ao utilizar a aplicação de teste foi possível verificar a boa qualidade da documentação e do suporte que existe atualmente. Também foi possível começar a verificar as diferenças entre os dois SDK's. Por exemplo para *rendering* o Vuforia utiliza OpenGL enquanto o Wikitude utiliza JavaScript. Finalizado o primeiro teste com sucesso optou-se por alterar as imagens utilizadas pelo reconhecimento para verificar o funcionamento com imagens próprias. Para isso capturaram-se várias imagens que foram utilizadas nas duas plataformas. Após a execução dos testes, 4 para cada plataforma, onde se procurou utilizar imagens com diferentes qualidades, não se conseguiu obter uma diferença significativa entre os dois SDK's. Sendo a grande diferença entre os dois SDK's o facto de o Wikitude ter já incluído a geo-localização. No entanto esta funcionalidade pode ser obtida no Vuforia utilizando as funcionalidades nativas do sistema operativo.

Analisando por fim os custos associados a cada SDK encontram-se as maiores diferenças. Uma vez que o Vuforia tem um pacote com reconhecimento de imagem sem utilizar a Cloud com um custo de 499 dólares e com o sistema de reconhecimento Cloud. O preço começa em 0 dólares e vai aumentado para os 99, 339, e 999 dólares por mês, conforme o número de reconhecimentos de imagens por mês. Já o Wikitude tem a licença para utilizar a Cloud separada da licença do SDK. Em relação ao SDK existe a licença Lite com um custo de 590€ ou 990€, uma única vez por cada sistema operativo e não contempla *upgrades*. A licença PRO+ tem um custo de 1980€ ou 4490€ por ano e contempla atualizações e suporte premium.

Tendo em conta os fatores apresentados optou-se por escolher o Vuforia tendo em conta que se pode obter tudo que é necessário e manter a licença baixa, o que reduz os custos. Este SDK também é mantido por uma grande empresa tecnológica o que lhe dá uma maior sustentabilidade.

⁴https://www.metaio.com/product_support.html

2.6 Síntese

As opções tomadas para o processo utilizado para obter realidade aumentada são fortemente influenciadas pelo tipo de dispositivo que se vai utilizar e também o SDK. Uma vez que se pretende usar dispositivos *mobile* e o *display* utilizado é do tipo *see-through*, ou seja, utiliza-se o ecrã do dispositivo para a apresentar os conteúdos aumentados ao utilizador, o SDK selecionado, permite uma utilização sem marcadores, o que remove a necessidade de usar um componente extra sobre o qual são mostrados os conteúdos digitais.

Todas aplicações analisadas pretendem dar resposta a um problema específico e muito bem definido. Assim deteta-se uma lacuna no mercado, que se vai tentar colmatar com o desenvolvimento deste projeto. Existe a necessidade do desenvolvimento de uma plataforma que de forma rápida e fácil consiga adicionar conteúdo sintético a objetos do ambiente real. Isto é, uma plataforma de realidade aumentada.

Capítulo 3

Plano de Trabalho

3.1 Tecnologias e Ferramentas

JSON

É um acrónimo para *JavaScript Object Notation* e foi por nós utilizado para a troca de dados entre dois sistemas de computadores devido à sua simplicidade e leveza. Foi a tecnologia escolhida para troca de mensagens entre o servidor de *backend* e a aplicação, graças à facilidade de utilização e construção de *parsers* com esta mesma linguagem.



Figura 4 – Logotipos das tecnologias a utilizar

Android e Java

Uma vez que o desenvolvimento dos protótipos não é uma tarefa trivial, optou-se por desenvolver a aplicação para Android devido à familiaridade que o autor tem com a linguagem. Para que os protótipos possam ser distribuídos por vários dispositivos deverão ser gerados “.apk” que podem ser instalados diretamente nos diversos dispositivos. Devido às várias versões que o Android tem, optou-se por usar a API 16, ou seja, a versão 4.1 (JellyBeans) uma vez que é a versão compatível com um maior número de dispositivos.

Vuforia [41]

Desenvolvido pela Qualcomm⁵ e adquirido pela PTC⁶ em dezembro de 2015. É o SDK escolhido, pelas razões definidas no capítulo anterior. Este SDK fornece uma API para C++, Java, Objective-C e através de uma extensão para Unity 3D. Ainda é possível utilizar a API *web* em .Net. Contem tecnologias de visão por computador de forma a conseguir reconhecer e localizar imagens planas e objetos simples, por exemplo caixas, após o reconhecimento destes objetos permite aceder a objetos virtuais sobrepostos com as imagens reconhecidas. Esta ferramenta contem ainda um serviço web que permite que sejam acedidos à base de dados de imagens a reconhecer através de uma ligação HTTP. Para utilizar esta ferramenta os dispositivos necessitam de ter instalados e a correr pelo menos a versão 2.2 do Android e um processador ARMv6 ou 7 com capacidade de Unidade de ponto flutuante.

Java Spring [42]

Uma vez que para o desenvolvimento das aplicações cliente iria ser necessário a utilização da linguagem Java e como já existe familiaridade entre os programadores e a linguagem, optou-se por escolher uma *framework* baseada na mesma. Como se pretendia criar apenas um servidor *Representational State Transfer (REST)* decidiu-se utilizar Spring e a sua solução Spring-Boot que permite através de simples configurações colocar uma aplicação em desenvolvimento rapidamente.

⁵<https://www.qualcomm.com/>

⁶<http://www.ptc.com/>

Também se utilizou a framework de testes “Spring MVC Test” que fornece vários mecanismos que simulam os pedidos HTTP e permite correr os testes sem que seja necessário executar efetivamente esses pedidos.

PostgreSQL [43]

De forma a poder guardar os dados dos conteúdos a serem aumentados usou-se um sistema de base de dados. Para este trabalho utilizou-se o PostgreSQL [44], um sistema de base de dados desenvolvido na Universidade da Califórnia, e lançado para o público em 1996. Este é *open source* e facilmente integrado com a *framework* utilizada, Java Spring, também amplamente utilizada na WIT Software, S.A..

Swagger UI [45]

De forma a conseguir testar os serviços de *backend* sem necessitar da execução do *frontend* utilizou-se esta *framework* que gera dinamicamente toda a documentação e *user interface* (UI). Assim, permite testar de forma fácil e rápida os serviços criados. Para tal apenas é necessário adicionar algumas anotações como no seguinte exemplo:

```
@RequestMapping(value = /service/{id}, method = RequestMethod.GET,
produces = "application/json")
@ApiResponses(value = {
    @ApiResponse(code = 200, message = "Success"),
    @ApiResponse(code = 404, message = "Campaign not found")
})
public Example getExample(@PathVariable id){
    //Implementation omitted
}
```

Apache JMeter [46]

Ferramenta que permite fazer testes de carga através de pedidos HTTP, assim como gerar alguns relatórios com dados sobre os testes efetuados.

3.2 Especificação de Requisitos

A definição dos requisitos é fulcral para o sucesso de um projeto de *software*, uma vez que representa o que é necessário executar, bem como a importância de cada funcionalidade para o projeto em questão.

Para elaborar o conjunto de requisitos do sistema, foi, inicialmente, elaborado um levantamento das funcionalidades presentes nas aplicações existentes no mercado atual, de maneira a que o protótipo desenvolvido não apresente exatamente as mesmas funcionalidades que uma solução já existente.

Para definir os requisitos necessários da aplicação, foi feito após o levantamento das funcionalidades das soluções existentes no mercado, uma reunião entre o autor e o orientador de forma a definir quais as funcionalidades pretendidas na aplicação e quais seriam as prioridades de cada uma das funcionalidades. Após a conclusão dos primeiros protótipos foram realizadas algumas sessões de *brainstorming* com alguns colaboradores da empresa com o objetivo de definir não só as funcionalidades da aplicação cliente final como do servidor de *backend*.

3.2.1 Atores do Sistema

Os atores do sistema são os indivíduos que vão interagir com as aplicações e o servidor a desenvolver, ou seja, vão representar um determinado papel em relação à mesma. Nas duas tabelas a baixo é possível verificar os atores definidos. Dada a semelhança entre os papeis que cumprem na tabela 3 está presente o ator não só do protótipo como também da aplicação cliente. Já na tabela 4 apresentam-se os atores que acedem ao servidor desenvolvido.

3.2.1.1 Protótipo e aplicação cliente

Ator	Representa	Papel
Utilizador	Pessoa que utiliza o <i>device</i> com a aplicação instalada.	Utilizar as funcionalidades que a aplicação fornece de modo a verificar os conteúdos aumentáveis.

Tabela 3 – Ator do protótipo e na aplicação cliente

3.2.1.2 Servidor de *backend*

Ator	Representa	Papel
Utilizador <i>Backend</i> com privilégios de criação	Pessoa que utiliza a plataforma web para criar conteúdos aumentáveis.	Adicionar, editar e apagar conteúdos aumentáveis à aplicação para que os utilizadores possam ter mais conteúdos que recorram à realidade aumentada.
Utilizador <i>Backend</i> com privilégios de visualização	Pessoa que utiliza a plataforma web para visualizar conteúdos aumentáveis.	Visualizar conteúdos aumentáveis criados previamente.
Utilizador <i>Backend</i> com privilégios de administração	Pessoa que utiliza a plataforma web de forma administrar a mesma.	Adicionar, editar e apagar clientes e utilizadores, de forma a que esses possam criar conteúdos aumentáveis. Adicionar, editar e apagar conteúdos a qualquer cliente. Visualizar dados de utilização da plataforma.

Tabela 4 – Atores do servidor de *backend*

3.2.2 Requisitos funcionais

De forma a priorizar os requisitos utilizou-se as palavras “*Must*”, “*Should*”, “*Could*” e “*Optional*”, definidas no RCF 2119 [47].

A especificação dos requisitos funcionais foi feita através de *user stories* que utiliza uma ou mais frases em linguagem do dia a dia para o utilizador comum, usando para isso o seguinte formato:

- **Como** <ator>
- **Quero** <ação>
- **De modo a** <benefício>

Desta forma é possível especificar um requisito de forma simples e concisa. Apresenta-se na tabela 5 o exemplo de um requisito estando os restantes divididos pela sua aplicação (protótipo, aplicação cliente e servidor de *backend*) presentes no Anexo D do presente documento.

ID: P_US-1	Prioridade MUST
<p>Como Utilizador da aplicação</p> <p>Quero detetar um determinado padrão.</p> <p>De modo a visualizar um conteúdo digital.</p>	

Tabela 5 – Representação de uma *user story*

3.2.3 Requisitos não funcionais

Para cada *user story* foram definidos critérios de aceitação de forma a garantir que o caso de uso estava concluído. Através da definição de requisitos não funcionais pretende-se descrever qualidades necessárias que o sistema deve conter, bem como capacidades de usabilidade e desempenho. Visto que na elaboração de *user stories* não existe nenhuma restrição para a descrição destes requisitos os mesmos foram efetuados de forma livre.

3.2.3.1 Protótipo e Aplicação Cliente

Portabilidade

O sistema deverá ser utilizado em dispositivos Android nas versões 4, 5 e 6, independentemente da marca ou do tamanho do visor até seis polegadas, sem que exista prejuízo para o utilizador de qualquer tipo de funcionalidades.

Facilidade de uso

A utilização da aplicação deverá ser intuitiva para o utilizador, visto ser uma nova tecnologia no mercado e com utilização, ainda, reduzida. Se o utilizador sentir algum tipo de dificuldade no manuseamento da mesma rapidamente perde o interesse no seu uso.

Eficiência

De forma a criar rapidamente uma ligação entre o utilizador e a aplicação, ela não deverá demorar mais de trinta segundos a fazer o reconhecimento de um padrão, uma vez que poderá comprometer o interesse no uso da aplicação por parte do utilizador.

3.2.3.2 Servidor de *Backend*

Segurança

Dado que as os conteúdos criados estão associados não só a clientes com a utilizadores, o sistema deve garantir que o acesso às funcionalidades disponíveis está limitado pelo tipo de acesso ao sistema com o propósito de não autorizar acessos indevidos.

Escalabilidade

Embora não exista um valor prévio de utilizadores nem de conteúdos utilizados, o sistema deve manter a disponibilidade e o desempenho independentemente da carga transaccional que tenha.

3.3 Análise da Arquitetura

A definição da arquitetura é um passo bastante importante no processo de desenvolvimento de uma aplicação, uma vez que utilizando a arquitetura correta é possível adicionar ao sistema uma maior flexibilidade e/ou portabilidade. Devido à natureza do sistema a desenvolver optou-se por representar a arquitetura da seguinte forma:

- **Vista geral do sistema:** nesta vista é possível verificar qual a fronteira do sistema, bem como o componente que foi desenvolvido e os acessos externos efetuados pela aplicação.
- **Vista de módulos:** utilizando esta vista demonstra-se como a aplicação é criada, bem como a dependência que existe entre os módulos.
- **Modelo de Dados:** através deste modelo é possível verificar como os dados são armazenados.

Nesta análise de arquitetura não existe uma separação entre o protótipo desenvolvido e a aplicação cliente/servidor de *backend*, uma vez que a arquitetura utilizada é a mesma. A diferença entre os dois casos apresentados está no facto de o protótipo desenvolvido assumir a existência do servidor de *backend*, e assim simular as suas respostas.

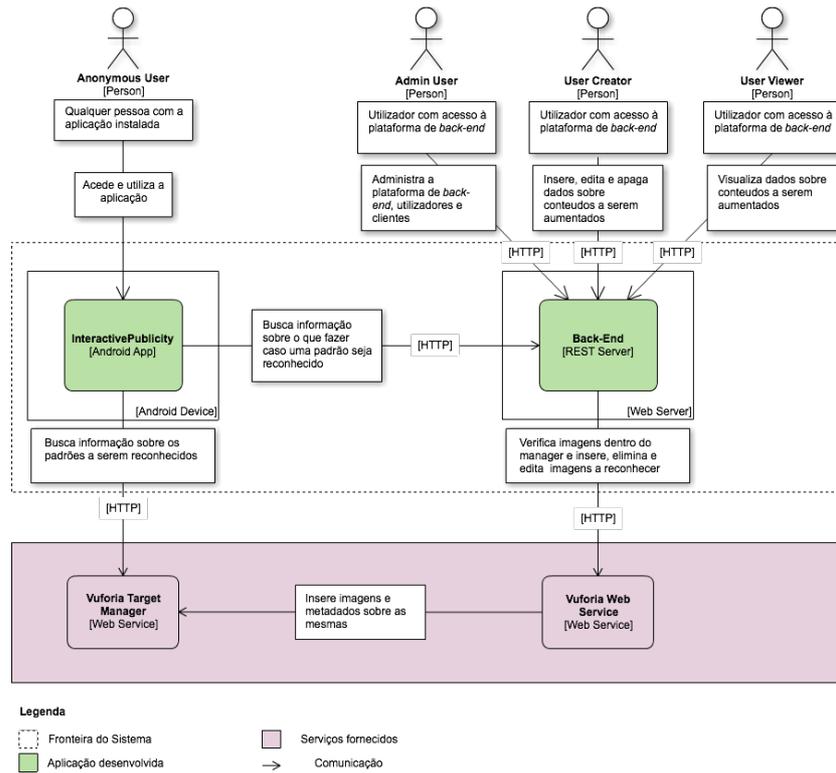


Figura 5 – Arquitetura geral do sistema

Utilizando esta vista geral do sistema, na figura 5, é possível analisar o sistema desenvolvido. Verifica-se, então, que a aplicação cliente necessita de recolher informação do servidor de *backend* sobre os conteúdos a mostrar ao utilizador aquando o reconhecimento de um padrão. Também acede ao servidor “Target Manager” do Vuforia. Para onde envia os dados sobre a análise que efetua. Caso seja detetado um padrão conhecido devolve o nome do mesmo.

É também possível observar que o servidor de *backend* é responsável por aceder a um *webservice* fornecido pelo Vuforia. Desta maneira é possível inserir novos padrões a reconhecer na base de dados do “Target Manager”.

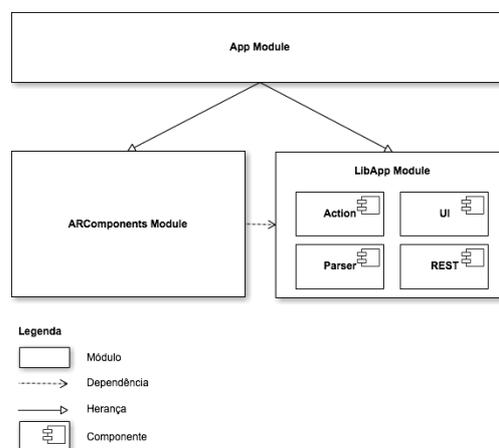


Figura 6 – Vista de módulos do protótipo e aplicação cliente

Através da vista de módulos apresentada, ver figura 6, é possível visualizar os componentes internos da aplicação. Procurou-se criar módulos abstratos para desta forma facilitar a reutilização de código. No módulo LibApp estão presentes quatro componentes:

- *Parser* que trata a ligação ao servidor de configurações onde se faz o pedido de informação e se tratam das mensagens recebidas, via JSON;
- REST, responsável pelo envio de dados analíticos sobre as campanhas;
- UI, onde se encontra tudo o que está relacionado com componentes visuais;
- Action, que trata todas as ações que a aplicação pode executar.

No módulo ARComponents está todo o código relacionado com a realidade aumentada, desde a deteção ao desenho de componentes. O módulo App serve de interligação entre o utilizador, uma vez que este é o módulo principal que chama os restantes. Para isso, começa por fazer um pedido ao LibApp para pedir as configurações presentes no servidor. Este devolve um objeto com as configurações do sistema que é passado ao ARComponents, de forma a definir como este se deve comportar caso reconheça um padrão.

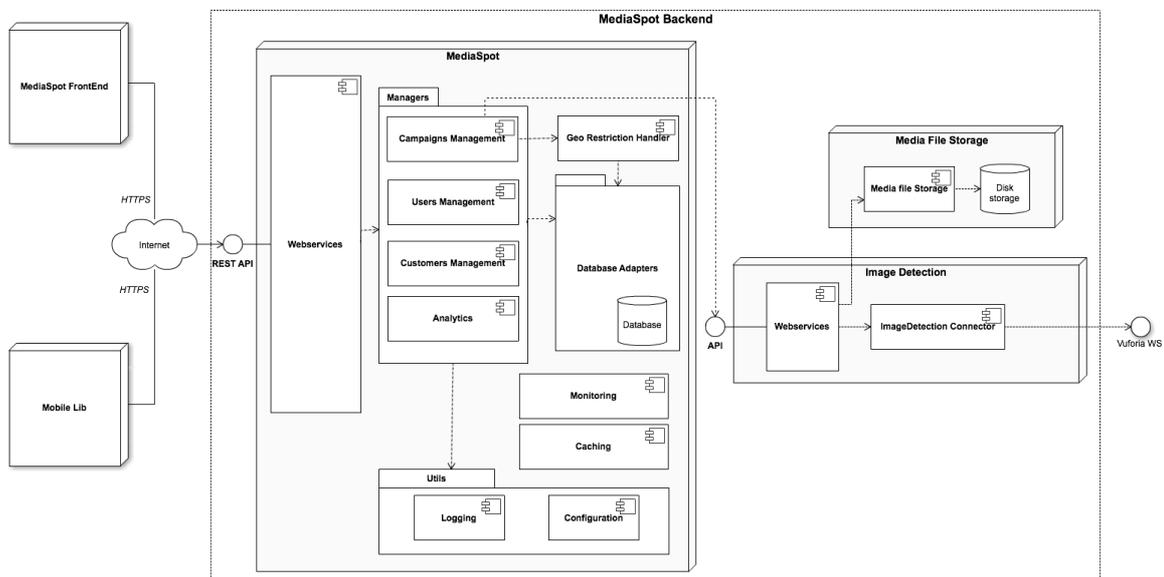


Figura 7 – Vista por módulos do servidor de *backend*

Na figura 7 é possível observar uma vista por módulos do servidor de *backend*. Uma vez que este é um servidor do tipo REST é necessário ter um *frontend* que disponibilize o acesso aos serviços criados de forma simples, para os utilizadores finais. No entanto o desenvolvimento desse componente encontra-se fora do âmbito deste projeto. Além do acesso por parte do *frontend* também é possível ver o acesso por parte da aplicação cliente, de forma a recolher as informações de configuração dos conteúdos a serem apresentados ao utilizador.

Ainda na figura 7 é possível visualizar os componentes que constituem o servidor, destacando-se: gestão de campanhas, gestão de utilizadores, gestão de clientes e gestão de dados analíticos. Os componentes de *logging*, *monitoring* e *caching* são utilizados para manutenção dos serviços e análise de erros. Ainda existe um componente de configuração que tem os dados necessários para a boa gestão do servidor, um componente que trata de restrições de localização, pois poderá ser necessário uma campanha estar disponível apenas numa determinada localização, numa dada área. O componente de base de dados é utilizado pois se for necessário a alteração do sistema de base de dados, este torna-se mais simples. Pelo mesmo motivo, optou-se por

colocar o acesso ao *webservice* disponibilizado pelo Vuforia num componente totalmente independente. Da mesma forma as imagens para além de serem enviadas para o *webservice* do Vuforia também são guardadas como *backup* e assim rapidamente pode ser colocado noutra serviço semelhante, caso seja necessário.

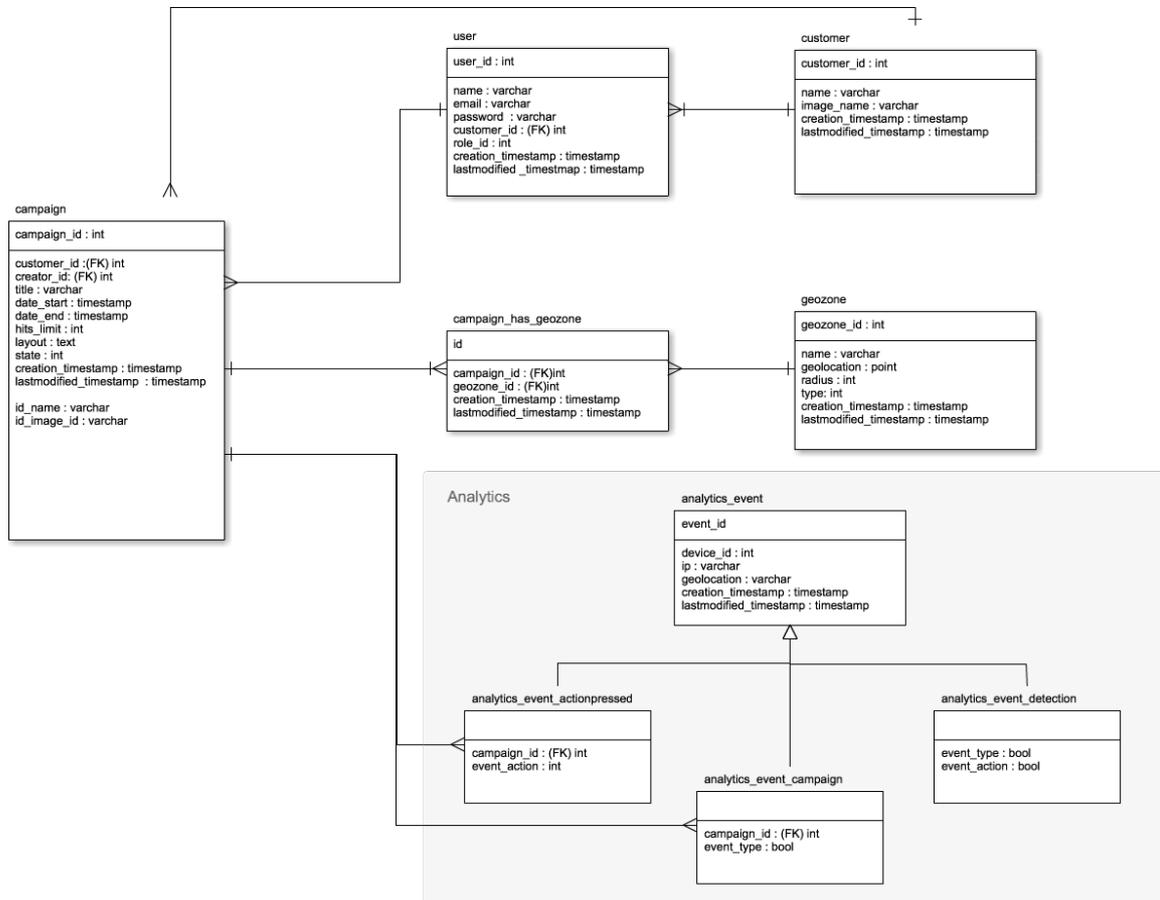


Figura 8 – Modelo de dados

Através do modelo de dados, apresentado na Figura 8, é possível verificar a existência de uma tabela de utilizadores que, para além de alguns dados gerais sobre estes, tem também um papel associado no qual se verifica as funcionalidades a que este tem acesso. A tabela de clientes tem apenas alguns dados gerais e é utilizada também para associar utilizadores a clientes.

A tabela de campanhas, para além do id do utilizador que criou a campanha tem o cliente a que está associada. Além disso tem também o título da campanha, o campo *layout* onde são guardadas as configurações dos conteúdos digitais, o estado atual em que a campanha se encontra, os campos *id_name* e *id_image_id* para serem utilizados pelos serviços do Vuforia. Os restantes campos são utilizados para restringir o acesso às campanhas sendo eles a data de início, data de fim, e numero de vezes que foi feita uma deteção. Ainda existe uma ligação entre esta tabela e a *geozone* para poder restringir o acesso por localização às campanhas.

As tabelas de dados analíticos estão separadas de forma a conseguir saber quando se dá o início e o fim da deteção, os eventos que são executados na aplicação e a que campanha está associada. Ainda é guardado o *serial-id* do dispositivo que está associado a um dado, o ip e a localização do mesmo.

3.4 Metodologia

Na WIT Software, S.A. não existe nenhuma metodologia de trabalho imposta. Para cada projeto/cliente a equipa escolhe a metodologia de trabalho que mais se adequa às suas características. No entanto duas metodologias sobressaem pela quantidade de utilização que contêm. Uma mais ágil, SCRUM, e outra menos ágil, Waterfall. No entanto é possível que em projetos específicos com características especiais seja utilizado uma variação de SCRUM.

Devido aos riscos definidos e a falta de conhecimento no desenvolvimento das tarefas optou-se por utilizar uma metodologia ágil inspirada em SCRUM.

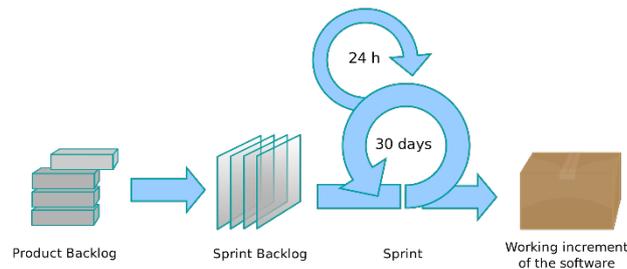


Figura 9 – Esquema de um processo SCRUM

O SCRUM é uma estrutura processual iterativa e incremental utilizada para o desenvolvimento de *software* e manutenção de produtos complexos. Em SCRUM as equipas são compostas por um *Product Owner*, um SCRUM Master e uma equipa de desenvolvimento. O *Product Owner* é quem representa o cliente e é responsável por garantir que é acrescentado valor ao negócio. O SCRUM Master encarrega-se de remover impedimentos que existam à capacidade da equipa entregar o objetivo de cada iteração, sendo também responsáveis por garantir que o processo de SCRUM é mantido. As equipas de desenvolvimento devem ser definidas por duas características principais, a auto-organização e a multifuncionalidade, uma vez que devem decidir qual a melhor maneira de cumprir o trabalho e todas as competências necessárias devem estar contidas dentro da equipa.

Devido à natureza do projeto os papéis *Product Owner* e SCRUM Master, apesar de não ser a maneira indicada, ficaram ao encargo da mesma pessoa, o orientador da WIT Software, S.A. Engenheiro Mário Amaral, enquanto a equipa de desenvolvimento tinha apenas um elemento, o autor do presente relatório.

Em SCRUM utiliza-se um artefacto nomeado de *Product Backlog* que é mantido pelo *Product Owner* e basicamente é uma lista com as funcionalidades a serem implementadas. A qualquer momento do desenvolvimento este artefacto pode ser alterado.

Num processo de SCRUM cada iteração é chamada de *sprint* e pode ter uma duração máxima de 30 dias. O tempo do *sprint* deve ter uma duração consistente durante todo o desenvolvimento do projeto. Um novo *sprint* começa imediatamente após o fim do anterior.

Sprint

Para este estágio e de forma a manter o desenvolvimento controlado, o tempo considerado para um *sprint* foi de duas semanas.

Cada *sprint* é composto pelas seguintes fases:

- Reunião de Planeamento

- *Daily SCRUM*
- Desenvolvimento do Trabalho
- Revisão de *Sprint*
- Retrospectiva de *Sprint*

Reunião de planeamento

Uma vez que esta reunião é realizada de duas em duas semanas, foi definido um tempo máximo de 2h, procurando-se responder a duas principais perguntas:

- O que é feito neste *sprint*?
- Como fazer o trabalho necessário para atingir a meta?

Para responder a estas perguntas é necessário fazer uma previsão das funcionalidades desenvolvidas durante o *sprint*. De forma a atingir esse objetivo o *Product Owner* apresenta o *Product Backlog* atualizado até ao momento de modo a definir as funcionalidades a desenvolver. Desta forma define-se a meta do *sprint*, os objetivos a que a equipa se propõe a cumprir até ao final do *sprint*.

Com a meta definida, parte-se para a divisão da funcionalidade em tarefas com o intuito de criar um esquema com o trabalho diário a ser desenvolvido. Este artefacto gerado tem o nome de *Sprint Backlog*.

Daily SCRUM

Todos os dias era feita uma reunião diária entre o SCRUM Master e o autor do relatório, presencial ou por videoconferência, de forma a acompanhar o desenvolvimento do trabalho, garantindo assim que o mesmo se encontrava dentro das previsões e auxiliar na remoção de eventuais obstáculos encontrados.

Revisão e Retrospectiva de *Sprint*

Dada a dimensão da equipa, as reuniões de revisão e retrospectiva foram anexadas e ocorreram imediatamente antes da reunião de planeamento. Nestas reuniões efetuaram-se inspeções, incrementos e adaptações ao *Product Backlog*, verificando assim que itens não foram cumpridos de forma a serem efetuados no *sprint* seguinte. Também se utilizava esta reunião para verificar melhorias a ser feitas à aplicação e definir um plano de melhorias da mesma. No âmbito desta reunião ainda se identificava que funcionalidades tiveram maior sucesso de forma a atualizar o *Product Backlog*.

Alteração da Equipa

Devido à natureza deste projeto ser semelhante a outro estágio a decorrer na empresa optou-se por juntar os elementos numa equipa de desenvolvimento. Assim ambos os orientadores assumiram o papel de *Product Owner* e SCRUM Master.

O novo elemento da equipa estava a trabalhar num projeto de reconhecimento de áudio e ambos necessitavam de uma aplicação cliente e um servidor de *backend*. Dada esta semelhança foi possível juntar os dois projetos e ficar com um software desenvolvido mais robusto, completo e de maior qualidade.

Cada elemento tratava da parte específica da sua área e o que era comum ia sendo dividido por cada um dos elementos.

3.5 Planificação

O gráfico presente na figura 10 demonstra a planificação efetuada para o primeiro semestre letivo, tendo início a 14 de setembro de 2015 e término do dia 8 de fevereiro de 2016.

Para que o autor se conseguisse integrar no ambiente do estágio foram atribuídas 8 semanas para a análise do estado da arte. Nestas, o autor analisou os seguintes tópicos:

- Análise do contexto do estado da arte, onde se procurou o estado atual deste tópico e aplicações que utilizassem esta mesma ferramenta;
- Teste de SDK's de realidade aumentada para que conseguisse escolher o mais apropriado para este projeto;
- Análise de motores de “renderização” 3D, de forma a facilitar o desenvolvimento da UI de realidade aumentada da aplicação;
- Análise da concorrência, de forma a procurar empresas similares que produzissem produtos semelhantes ao que se está a desenvolver;
- Análise de API's de localização *indoor*, verificando qual a melhor maneira de utilizar localização *indoor* numa aplicação de realidade aumentada.

Numa segunda fase foi desenvolvido um módulo de *layouts* dinâmicos, para que o layout da aplicação se fosse adaptando ao objeto/padrão reconhecido. Para esta fase foram atribuídas 3 semanas.

Após a criação dos *layouts* dinâmicos foram atribuídas 7 semanas para o desenvolvimento do primeiro protótipo, na área de publicidade interativa. Foi feita uma seleção de padrões a reconhecer, elaborados *layouts* para realidade aumentada e ainda alguns testes e correção de bugs.

O autor ainda dispôs de 3 dias de formação interna e tempo para elaboração dos relatórios necessários.

O segundo semestre esteve dividido em 2 fases. O desenvolvimento da aplicação cliente, e o desenvolvimento de servidor de *backend*. A primeira fase, teve início no dia 8 de fevereiro e término a 18 de abril. Já a segunda fase iniciou a dia 19 de abril e terminou a 21 de junho.

Na primeira fase deste segundo semestre foi feito o amadurecimento, do protótipo já desenvolvido sendo que as principais tarefas foram a melhoria do módulo de realidade aumentada, a adição de uma camada de interação por parte dos utilizadores através de botões e a atualização da biblioteca de acesso a configurações via JSON. Este desenvolvimento ocorreu de 8 de fevereiro a 4 de abril, o restante período desta fase, de 4 a 19 de abril, foi utilizado para melhorias, utilizado para a criação de testes de aceitação e criação de protótipos que permitissem a definição de arquitetura do servidor de *backend*.

O restante tempo de estágio foi usufruído para o desenvolvimento do servidor de *backend*. O planeamento deste desenvolvimento encontra-se disponível na figura 12 e esteve dividido em duas partes ou releases. Na primeira, fase as principais tarefas desenvolvidas foram a criação de um *endpoint* que comunicasse com os serviços do Vuforia de forma a inserir os dados neste e criação de um *endpoint* que permitisse a conceção de campanhas. Já na segunda fase, foi feita a adição de funcionalidades de gestão de utilizadores e clientes, bem como a atualização da aplicação Android para consumir estes novos serviços. É possível analisar com maior detalhe as tarefas desenvolvidas no Anexo D.

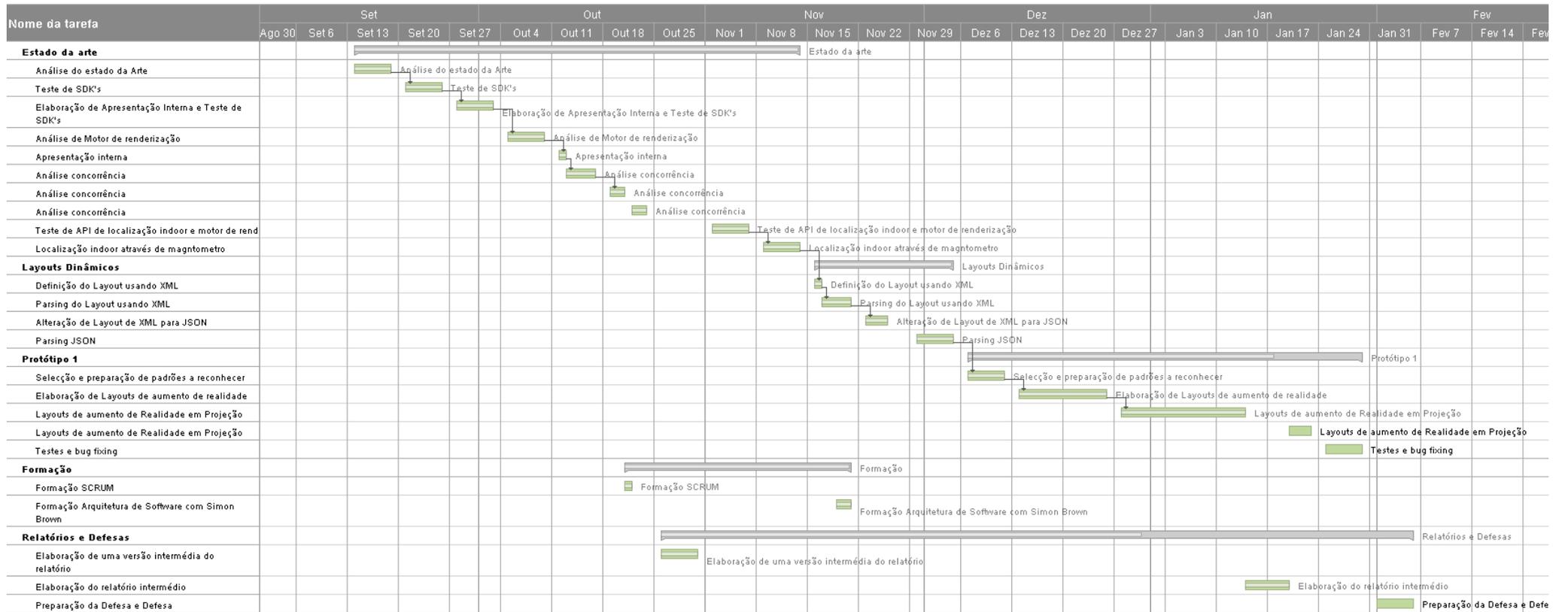


Figura 10 – Planeamento do Protótipo

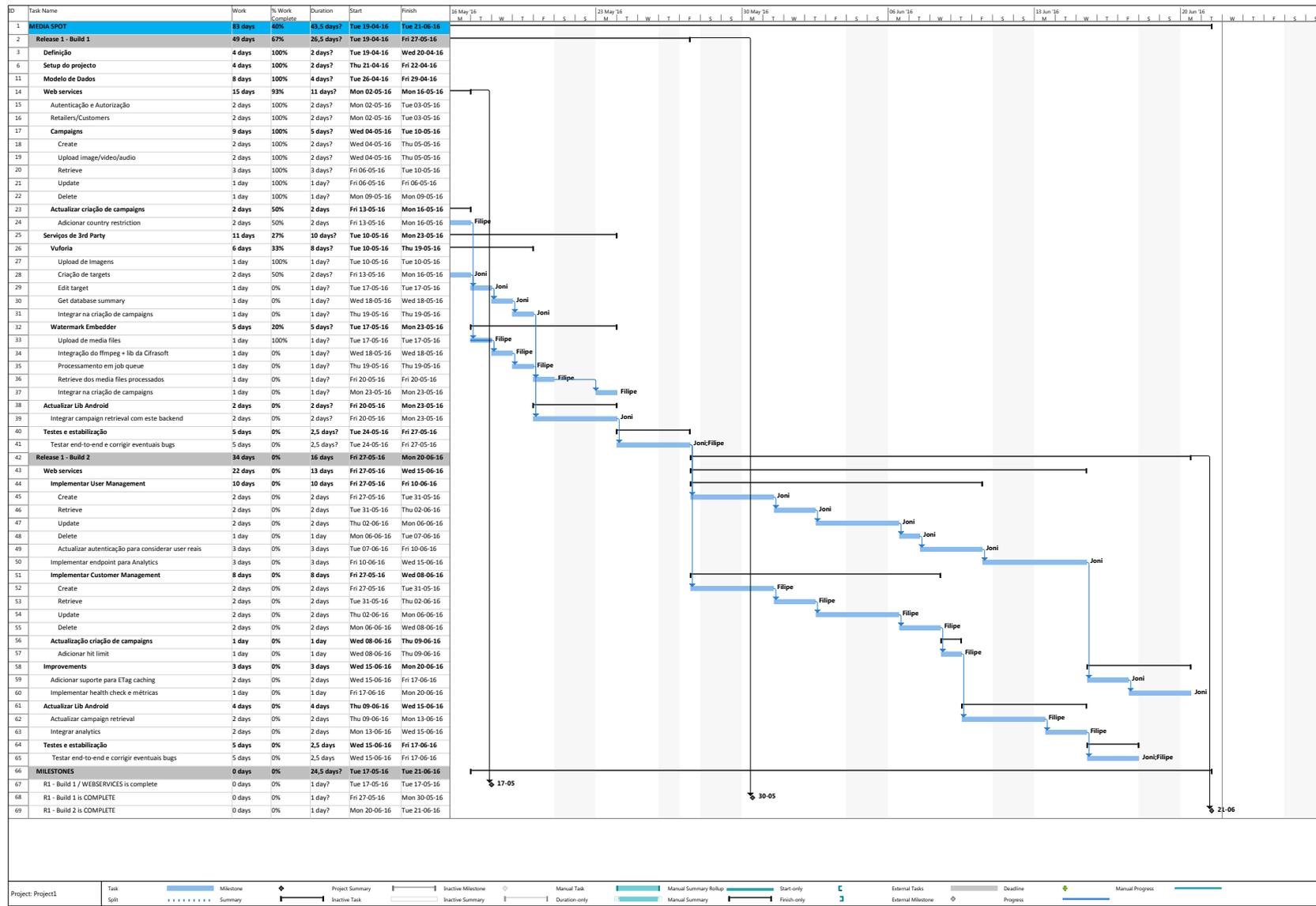


Figura 11 – Planeamento Servidor de backend

Capítulo 4

Desenvolvimento do Trabalho

4.1 Primeira Iteração – Desenvolvimento de Protótipo

No primeiro protótipo cujo tempo de desenvolvimento contempla o primeiro semestre, começou-se por verificar o funcionamento dos exemplos fornecidos pela produtora do SDK com o objetivo de ganhar algum conhecimento sobre a plataforma realizado durante o tempo de análise do estado da arte.

Após a definição das funcionalidades deu-se início ao desenvolvimento do protótipo, começando pelo simples reconhecimento de um padrão passando rapidamente para a sobreposição de um objeto aquando do reconhecimento do mesmo. Posteriormente foi necessário definir os padrões a serem reconhecidos, isto é, utilizando uma revista de teste. Com esse objetivo, escolheram-se várias imagens para serem utilizadas como imagens de teste. Imediatamente após a seleção das imagens foi feita uma recolha e inserção das mesmas no serviço fornecido pelo fabricante do SDK, o Vuforia.

O Vuforia fornece dois tipos de reconhecimento, utilizando uma “base de dados” presente no sistema ou utilizando o serviço de reconhecimento Cloud. Para utilizar o primeiro tipo de reconhecimento é necessário descarregar dois ficheiros que são criados ou atualizados sempre que exista algum tipo de ação sobre uma imagem, sendo que para utilizar o serviço de reconhecimento Cloud, é necessário configurar o acesso ao mesmo e utilizar as chaves fornecidas pelo Vuforia. Neste protótipo numa primeira fase utilizou-se o reconhecimento via telefone e mais tarde alterou-se para o reconhecimento via Cloud.

Estando o reconhecimento de padrões o funcionamento correto passou-se para a renderização de objetos 3D, utilizando para isso uma chaleira, uma vez que era o mesmo objeto utilizado nas demonstrações da plataforma. Com os aspetos mais básicos da aplicação a serem corretamente executados, rapidamente se passou para a aquisição de configurações via JSON. Para a execução dessa funcionalidade utilizou-se um *Event Bus*, um serviço que executa um pedido, processa os conteúdos desse mesmo pedido e fornece um objeto como resposta. Era fornecido um caminho para um ficheiro JSON, alojado numa máquina externa, que devolvia uma lista de *layouts* que a aplicação poderia utilizar para se “transformar” conforme o objeto reconhecido. Finalizada esta etapa integraram-se as funcionalidades até ao momento desenvolvidas



Figura 12 – Renderização de objetos 3D

Foi neste momento que se fez a alteração do serviço de reconhecimento, passando a usar o sistema Cloud e se desenvolveu a funcionalidade de “renderização” de imagem e botões. Após o desenvolvimento desta funcionalidade passou-se para a alteração da posição das imagens durante a “renderização”. Concluiu-se esta etapa com o desenvolvimento de modelos para configuração dos objetos sejam eles imagens, objetos, botões ou vídeos.

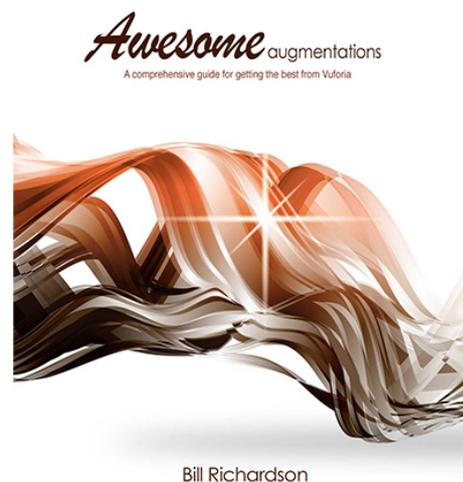
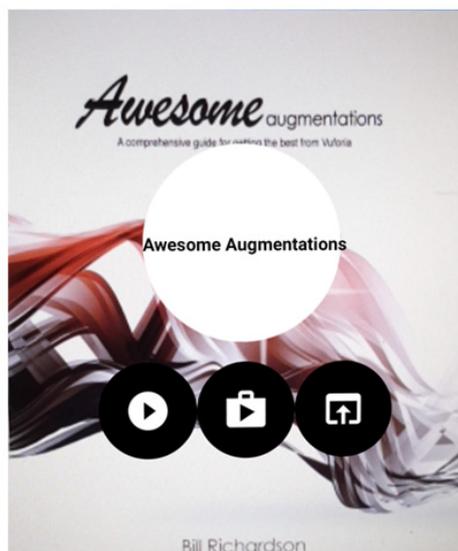


Figura 13 – Renderização de imagens planares

Uma vez desenvolvidos os modelos iniciaram-se a incorporação dos mesmos e para a adição de vídeos aquando do reconhecimento de padrões, sendo que esta adição passou por duas

fases. Numa primeira fase o ficheiro de vídeo estava no dispositivo móvel, no entanto esta solução não satisfaz as necessidades da aplicação pelo que, foi necessário fazer a adição do vídeo através de uma hiperligação, ou seja, para além das configurações estarem alojadas num servidor externo, também os vídeos ficam neste mesmo servidor.

Uma vez que os objetos que se pretendiam representar já se encontravam funcionais, foi o momento de fazer a conjugação de dois tipos de objetos no momento do reconhecimento. O caso utilizado para desenvolver foi a utilização vídeo e um ou mais botões ao mesmo tempo. Esta foi sem dúvida a tarefa mais complexa desenvolvida, uma vez que foi necessário não só criar uma matriz de dados para o OpenGL em cada um dos casos, mas também alterar toda a forma como os gestos estavam a ser verificados. Uma vez que o OpenGL utiliza o Java Native Interface, JNI a tarefa de *debug* é bastante complexa.



Figura 14 – Renderização de múltiplos objetos

Com as funcionalidades desenvolvidas foi necessário fazer mais testes e validação de diferentes dispositivos, o que revelou a algumas falhas, que rapidamente foram corrigidas. A mais complexa foi a integração com Android 5 e 6 uma vez que este último já tem gestão de permissões.

4.2 Segunda Iteração – Desenvolvimento da Aplicação Cliente

Ficando provado, com a primeira fase do estágio, que a realidade aumentada tinha uma aplicação prática e que se conseguia criar rapidamente novos conteúdos para os utilizadores, foram definidos alguns casos de uso, apresentados na tabela 6, para verificar a aplicação prática destas tecnologias em ambiente real.

Marca	Voucher
McDonalds	Obter cupões de desconto.
Festival Paredes de Coura	Ganhar um bilhete para o evento através de uma partilha no Facebook.
BBCream	Obter amostras de um produto.
Zara	Receber voucher de desconto na loja.
Mini	Pedir um test-drive de um veículo da marca.
Sporting	Comprar bilhete para um evento desportivo.
Coca-Cola	Participar na campanha “share a coke”.
Blitz	Assinar uma revista.

Tabela 6 - Casos de análise criados para desenvolver a aplicação

De modo a garantir que os casos de uso eram cumpridos, foi necessário alterar o ficheiro JSON consumido pela aplicação e também o *parser* que o lia, uma vez que na definição dos casos de uso foram adicionadas funcionalidades que até ao momento não eram suportadas. Foram elas: imagens remotas com ligação a páginas web externas, vídeos remotos, galeria de imagens remotas, votações, botões com ligação a páginas web externas bem como a aplicações externas, realização de chamadas, envio de e-mail, registo de eventos no calendário e partilha de conteúdos nas redes sociais Facebook e Twitter. No anexo J é possível verificar um exemplo de cada uma das funcionalidades.

Para garantir que os utilizadores ao pressionarem um botão que os redirecionava para uma página web, não tivessem que esperar demasiado tempo para que a página fosse carregada, optou-se por fazer o carregamento e “renderização” da página dentro da própria aplicação, para assim ter mais controlo sobre esses aspetos. Foi possível iniciar previamente o carregamento das páginas web em *background* sem que o utilizador tenha perceção desse acontecimento. No momento em que as “campanhas” são detetadas, basta tornar a página web visível (que já estará totalmente carregada), dando ao utilizador uma ilusão de rapidez que melhora a *user-experience*.

4.3 Terceira Iteração – Desenvolvimento da Aplicação Servidor

Com o desenvolvimento da aplicação cliente tornava-se necessário o desenvolvimento de uma plataforma web que permitisse aos seus utilizadores a criação de conteúdos que pudessem ser detetados pela aplicação previamente criada. Por exemplo, adicionar uma imagem e no momento em que a mesma fosse reconhecida apresentam ao utilizador um vídeo sobreposto à imagem.

Anteriormente ao desenvolvimento do servidor foi necessário o desenho de *mockups*, cujo o objetivo era criar uma base de trabalho para os designers e também analisar como seria o funcionamento do mesmo. Uma vez que a visão e o âmbito deste sistema não estavam bem definidos, foi necessário executar várias versões destes *mockups*. A utilização de *mockups* revelou-se uma mais valia pois ajudou a identificar alguns problemas de âmbito, visão e funcionamento. No anexo I é possível verificar os *mockups* criados.

Devido ao tempo disponível para o restante desenvolvimento desta plataforma não foi possível executar o *backend* e o *frontend*. Nesse sentido, optou-se por criar apenas a camada de *backend* de forma a criar os serviços necessários que permitiriam o correto funcionamento da aplicação cliente.

O desenvolvimento da camada de serviços foi dividida em duas partes ou *releases*, uma vez que poderia sofrer alterações de planeamento e desta forma não ter um âmbito demasiado ambíguo. Na primeira *release* estiveram englobados a criação, eliminação e edição de campanhas bem como a execução de uma camada de serviços que permitisse a interação com os serviços do Vuforia. Na figura 19 é possível visualizar o UI gerado automaticamente que serviu para testar manualmente os *webservices* gerados.

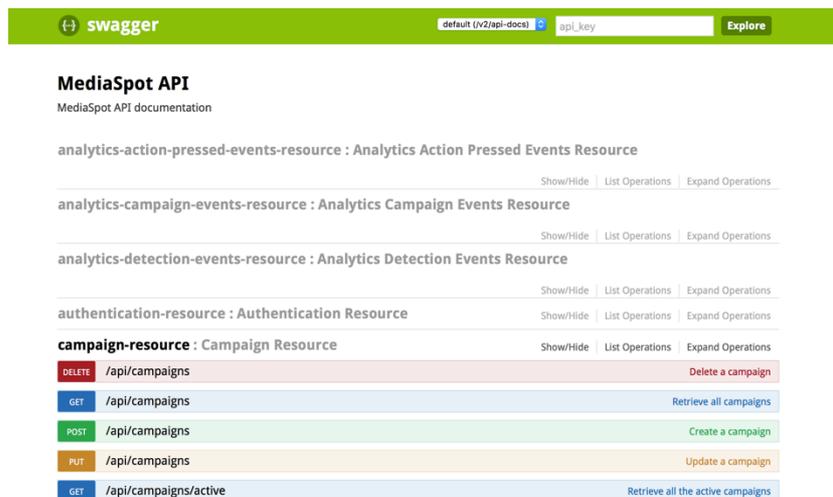


Figura 15 – Exemplo do UI para teste dos webservices desenvolvidos

A segunda *release* englobou a criação e gestão de utilizadores como também toda a gestão de autenticação e controlo de acesso, criação e gestão de clientes e por fim a adição de restrições às campanhas, isto é, a adição de restrições para que uma campanha não seja detetada. As restrições definidas foram por número de deteções de uma determinada campanha, restrições por localização e por período temporal.

Com o objetivo de garantir uma correta execução das funcionalidades, foram feitos testes unitários a cada funcionalidade assim que terminada, procurando desta forma garantir que essa funcionalidade fazia o que era suposto fazer.

Por fim, ainda foram executados alguns testes de carga de maneira a verificar a capacidade de resposta do software criado.

4.4 Testes e Validação

No primeiro semestre os testes foram feitos de forma *ad-hoc*, e os erros foram detetados unicamente pela utilização da aplicação. Uma vez que a aplicação foi utilizada em várias

versões de Android (5 e 6), em vários dispositivos e também por vários utilizadores, foi possível detetar algumas falhas que foram em sendo corrigidas ao longo do estágio.

No segundo semestre utilizaram-se vários tipos de testes de forma a avaliar se a plataforma tinha as funcionalidades pretendidas e se tinha uma performance aceitável. Deste modo foram utilizados para a plataforma Android testes de aceitação sendo o *Product Owner* quem efetuava os testes. Já no servidor de *backend* foram utilizados testes unitários e testes de carga.

4.4.1 Protótipo e Aplicação Cliente

Para o protótipo e aplicação cliente foi desenvolvido pelo menos um teste de aceitação para cada caso de uso. O que resultou em 24 diferentes testes executados, presentes no anexo F. Os testes foram executados por 3 utilizadores diferentes e apenas se considerou ter tido sucesso quando todos obtinham o resultado esperado para o mesmo teste.

Através destes testes foi possível analisar que as funcionalidades criadas cumpriam o expectável. Os testes foram executados à medida que o software foi sendo desenvolvido. Assim, caso fosse necessária alguma alteração à lógica do código esta poderia ser rapidamente executada.

Apenas um teste falhou, a representação de conteúdo a três dimensões. No entanto, devido à baixa importância deste requisito o mesmo não foi englobado no restante projeto, uma vez que se avaliou que o tempo gasto neste ponto poderia não ter tanta importância como os restantes e os objetivos do estágio se mantinham.

4.4.2 Backend

4.4.2.1 Testes Automatizados

Os testes automatizados desenvolvidos a nível de backend não seguiram uma especificação formal. Pretendeu-se criar um conjunto de testes seguindo a lógica dos *smoke tests*⁷ garantindo, assim, o correto funcionamento do software desenvolvido e a desnecessidade de executar estes mesmos testes manualmente. Sempre que um defeito era detetado esta era reproduzido de forma manual e posteriormente corrigido.

No total foram desenvolvidos 100 testes com um tempo total de execução de 1 minuto e 38 segundos. Como é habitual no desenvolvimento de software, durante a escrita do código foram introduzidos alguns defeitos. Visto que os testes eram criados imediatamente após o término da execução de uma tarefa, tal permitia rapidamente testar e corrigir esses mesmos defeitos.

Concluiu-se assim que a utilização destes testes demonstrou ser uma mais-valia, uma vez que permitiu melhorar a qualidade do software desenvolvido. Também o tempo gasto na execução dos mesmos acabou por ser menor uma vez que não foi necessário testar todas as funcionalidades manualmente.

4.4.2.2 Testes de Carga

Os testes de carga foram executados de forma a aferir a capacidade de resposta do software desenvolvido.

⁷ Conjunto de testes que garantem que as tarefas mais importantes estão a funcionar corretamente [51]

Estes testes consistiam em executar pedidos continuamente durante 2 minutos através de 100 *threads* em simultâneo. Na tabela 6 é possível verificar as características da máquina sobre a qual foram executados os testes.

Características da Máquina de Testes	
CPU	Intel Core i5 2.1 GHz (Quad Core)
Memória	8GB
Sistema Operativo	Ubuntu 14.04
Servidor Web	Tomcat v8.0.32
Base de Dados	Postgres v9.5.3

Tabela 7 – Características da Máquina de Testes

Na figura 17 é possível analisar a evolução do número de pedidos e o seu tempo de resposta. Tal como era de esperar à medida que o número de pedidos aumenta também o seu tempo de resposta aumenta. Mantém, no entanto, valores aceitáveis uma vez que no pior dos casos o seu tempo de resposta é inferior a 50 milissegundos.

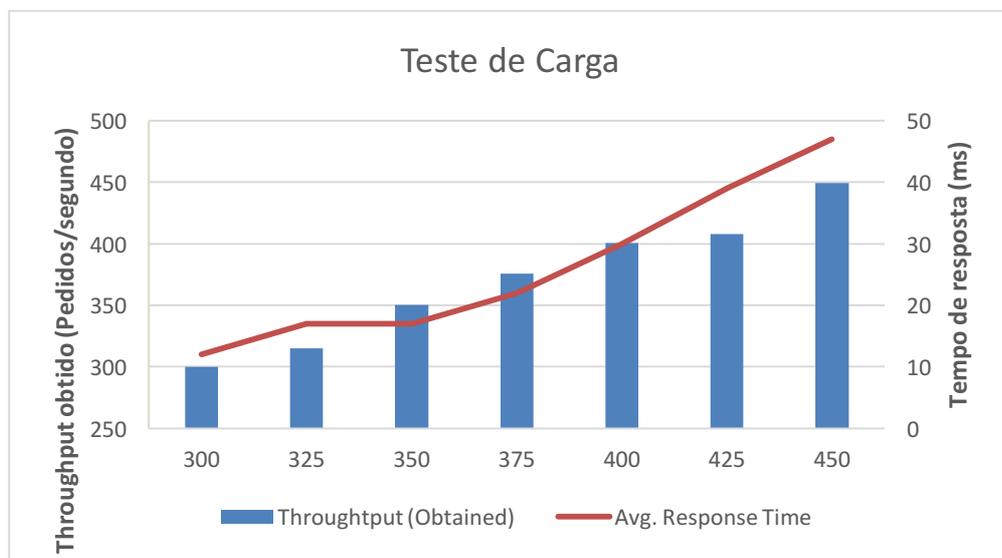


Figura 16 – Evolução do pedidos e o seu tempo de resposta

É necessário reservar alguma capacidade de processamento para os serviços de administração, considerando neste caso 20%, através da figura 18 verifica-se que este valor é ultrapassado com mais de 425 pedidos por segundo, o que se pode revelar prejudicial para o CPU, que num cenário bastante exigente pode levar a uma quebra no funcionamento do CPU utilizado.

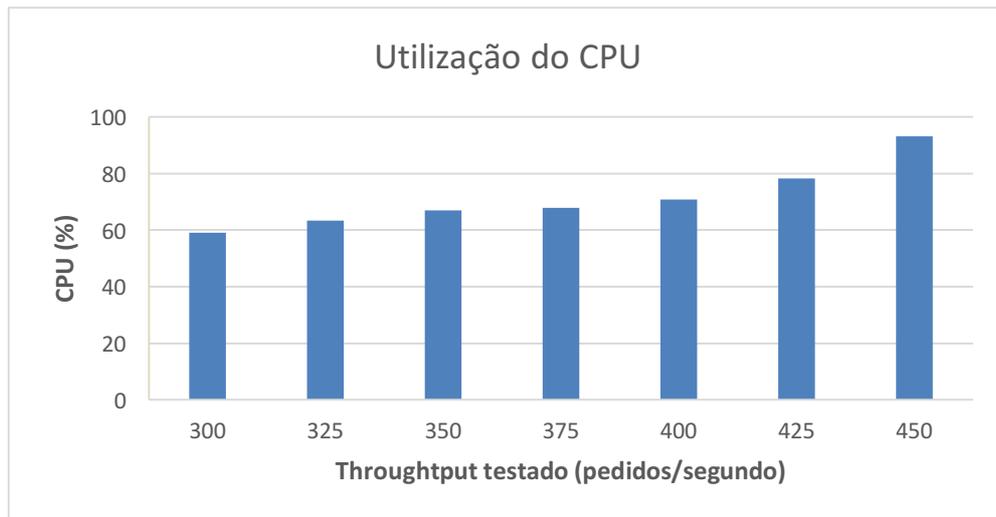


Figura 17 – Evolução da utilização do CPU

Verificou-se ainda o consumo de memória a fim de analisar a existência de algum *memory leak*⁸. A partir da figura 19 não se verifica tal facto pelo que se considera que tal ocorrência não aconteça.

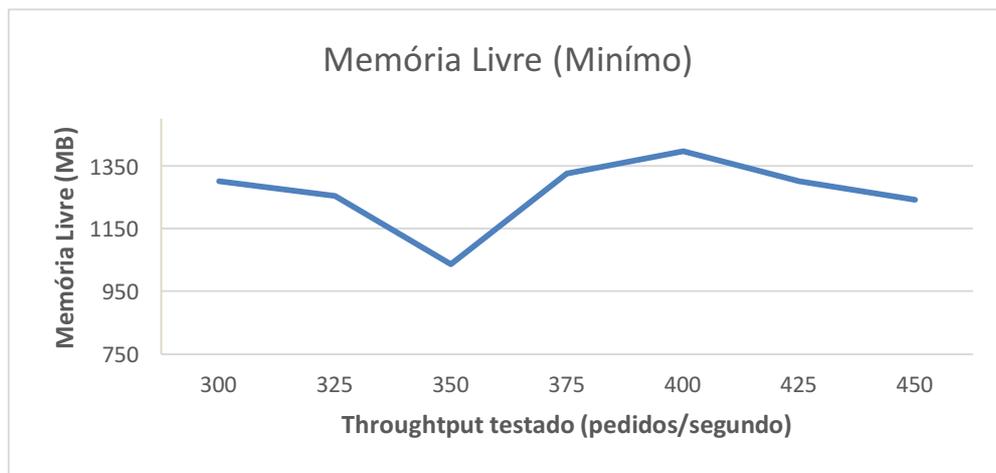


Figura 18 – Evolução da utilização da memória

Finalizando os testes de carga considera-se que se obtiveram bons indicadores, estando o software desenvolvido preparado para um cenário com exigência.

4.5 Trabalho Futuro

Como trabalho futuro fica por adicionar à aplicação cliente a utilização de conteúdos a três dimensões, uma vez que os conteúdos apresentados se encontram apenas em duas. Já do

⁸ Fenómeno que ocorre quando a memória alocada não é liberta.

ponto de vista da plataforma web para a criação e gestão de campanhas, fica a camada de *frontend* como trabalho futuro, uma vez que se encontra fora do âmbito deste mesmo projeto.

Capítulo 5

Conclusões

A utilização das tecnologias de realidade aumentada tem crescido ao longo dos anos. Cada vez se encontram mais aplicações, e SDK's de diversos pontos do mundo. A WIT Software, S.A. acredita que os benefícios trazidos por estas tecnologias são enormes. Daí que tenha lançado este estágio de modo a desenvolver alguns protótipos que lhe permite conhecer o atual estado da arte sobre este tópico, e verificar que avanços se podem fazer neste mesmo sentido. Nesse sentido, o estágio ficou muito bem posicionado tendo em conta o atual contexto da indústria. A sua originalidade e inovação tornaram o seu desenvolvimento numa experiência absolutamente fantástica e enriquecedora.

Fazendo o balanço deste estágio, conclui-se que foi bastante positivo. O autor ficou encarregue de várias tarefas de desenvolvimento de elevada complexidade técnica e originalidade. Uma vez que este conceito ainda não tinha qualquer estudo dentro da empresa foi necessário criar uma solução completamente de raiz.

Durante o estágio o autor adquiriu experiência sobre o desenvolvimento em mundo real. Apesar do tamanho da equipa ser diminuto, a utilização de uma metodologia ágil trouxe um grande contributo nesta área. As formações que o autor teve oportunidade de acompanhar o trabalho desenvolvido pela WIT Software, S.A. nos quatro cantos do mundo.

Os objetivos propostos foram atingidos, podendo o protótipo ser utilizado como ponto de partida, para produtos que venham a ser produzidos. Graças ao seu desenvolvimento modular poder rapidamente ser alterado de forma a criar novos protótipos.

Por fim, pretendo realçar o privilégio que foi, e é, estagiar nesta empresa, onde todos os dias aprendo algo novo.

Também gostaria de agradecer a oportunidade dada e o voto de confiança depositado para o estágio em questão.

Referências

- [1] I. SUTHERLAND, “The Ultimate Display,” em *Proceedings of IFIP Congress*, New York City, 1965.
- [2] I. SUTHERLAND, “A Head-mounted Three Dimensional Display,” em *Proceedings of the December 9-11, Fall Joint Computer Conference*, San Francisco, Califórnia, 1968.
- [3] P. MILGRAM, “A taxonomy of mixed reality visual displays,” *IEICE Transactions on Information Systems*, Vol E77-D, Dezembro 1994.
- [4] R. AZUMA, “A Survey of Augmented Reality,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6, pp. 355-385, 1997.
- [5] B. Furht, *Handbook of Augmented Reality*, Springer Science & Business Media, 2011.
- [6] Lexus- Abdul Latif Jameel , “Lexus NX Augmented Reality,” 02 11 2015. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lexus.nx.ar&hl=pt>.
- [7] Wikitude, “Ford – explore your new car with Augmented Reality,” 03 11 2015. [Online]. Available: <http://www.wikitude.com/showcase/ford-explore-your-new-car-with-augmented-reality/>.
- [8] Marxent Labs , “Moosejaw X-RAY,” 3 11 2015. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.marxentlabs.moosejaw.XRay&hl=pt_PT.
- [9] Lowe's Companies, Inc. , “Lowe’s Vision,” 3 November 2015. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lowes.vision&hl=pt_PT.
- [10] be!columbus GmbH , “Samsung REAL,” 3 November 2015. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.beColumbus.SamsungReal>.

- [11] Edshelf, “LEGO Connect,” 3 November 2015. [Online]. Available: <https://edshelf.com/tool/lego-connect/>.
- [12] Fisher-Price, Inc. , “Babygear Virtual Experience,” 3 November 2015. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fisherprice.babygearAR&hl=pt>.
- [13] Printaly srl , “DMT Vision,” 3 November 2015. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=it.printaly.dmtvision>.
- [14] BIC Graphic Europe , “BIC Graphic,” 3 November 2015. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.BicGraphic.BicGraphicApp&hl=pt_PT.
- [15] Wikitude, “Lapp Group augmented reality app,” 3 November 2015. [Online]. Available: <http://www.wikitude.com/showcase/lapp-group-augmented-reality-app/>.
- [16] Inter IKEA Systems B.V., “Catálogo IKEA,” 3 Novembro 2015. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ikea.catalogue.android&hl=pt_PT.
- [17] Cristian Contini , “Spam Magazine,” 3 November 2015. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aurasma.skinned.spam_magazine.
- [18] Wikitude, “One Direction “1D Official Book” Companion App,” 3 November 2015. [Online]. Available: <http://www.wikitude.com/showcase/one-direction/>.
- [19] Wikitude, “Tripadvisor,” 3 November 2015. [Online]. Available: <http://www.wikitude.com/showcases/tripadvisor-60-million-tips-for-your-next-trip/>.
- [20] Scramboo , “Viewmaker,” 3 November 2015. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.scramboo.viewmaker>.
- [21] CURRENT STUDIOS , “Wildlandia,” 3 November 2015. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.current.wildlandia&hl=pt_PT.

- [22] Live Game Board , “Monsters Multiplayer - AR/VR,” 3 November 2015. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.livegameboard.monsters&hl=pt_PT.
- [23] Appcrawlr, “Mcdonald's gol,” 3 November 2015. [Online]. Available: <http://appcrawlr.com/ios/mcdonalds-gol>.
- [24] Apptoyz International Limited , “apptoyz Alien Attack,” 3 November 2015. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.AppToyz.AlienAttack&hl=pt_PT.
- [25] EQUIPOS TELEMO, E.T. S.A. , “A.R. Soccer,” 3 November 2015. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.telemo.arsoccer>.
- [26] Mitchlehan Media, LLC , “AR Flashcards,” 3 November 2015. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mitchlehan.arflashcardsaa>.
- [27] Imascono , “Chromville,” 3 November 2015. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.imascono.proyecto_dibujar.
- [28] Puteko Limited , “Quiver - 3D Coloring App,” 3 November 2015. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.puteko.colarmix&hl=pt_PT.
- [29] MNSTR , “CREATIVE ADVENTURES,” 3 November 2015. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mnstr.oceanadventures>.
- [30] Chimani, Inc. , “National Parks by Chimani,” 3 November 2015. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chimani.parks.free&hl=pt_PT.
- [31] aCrm Net S.r.l. , “Hermes Virtual Tour,” 3 November 2015. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.acrmnet.android.hermes&hl=pt_PT.
- [32] Wikitude, “Wikitude Navigation,” 3 November 2015. [Online]. Available: <http://www.wikitude.com/showcase/wikitude-navigation/>.

- [33] Layar, “Layar,” 10 November 2015. [Online]. Available: <https://www.layar.com>.
- [34] Aurasma, “Aurasma,” 3 November 2015. [Online]. Available: <https://www.aurasma.com>.
- [35] Wikitude, “Wikitude Studio,” 3 November 2015. [Online]. Available: <http://studio.wikitude.com>.
- [36] Hovel, “Hovel,” 3 November 2015. [Online]. Available: <http://www.ar-kisosk.de> .
- [37] Augmented Pixels, “Augmented Pixels,” 3 November 2015. [Online]. Available: <http://augmentedpixels.com>.
- [38] BlippAR, “BlippAR,” 10 November 2015. [Online]. Available: <https://blippar.com/en/>.
- [39] Augment, “Augment,” [Online]. Available: <http://www.augment.com>.
- [40] Unity 3D, “Unity 3D,” 10 November 2015. [Online]. Available: <https://unity3d.com/pt>.
- [41] Vuforia, “Vuforia,” 10 November 2015. [Online]. Available: <http://www.vuforia.com>.
- [42] Spring, “Spring,” 20 May 2016. [Online]. Available: <https://spring.io>.
- [43] Postgres, “Postgres,” 10 November 2015. [Online]. Available: <https://www.postgresql.org>.

- [44] PostgreSQL, “PostgreSQL,” [Online]. Available: <https://www.postgresql.org>. [Acedido em 20 06 2016].
- [45] Swagger UI, “Swagger UI,” 20 May 2016. [Online]. Available: <http://swagger.io/swagger-ui/>.
- [46] Apache JMeter, “Apache JMeter,” 20 May 2016. [Online]. Available: <http://jmeter.apache.org>.
- [47] S. BARDNER, “Internet Engineering Task Force,” Internet Engineering Task Force , Março 1997. [Online]. Available: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2119.txt>. [Acedido em 19 Janeiro 2016].
- [48] J. S. K. SCHWABER, “O Guia do Scrum™,” [Online]. Available: http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/Scrum-Guide-Portuguese_European.pdf#zoom=100. [Acedido em 16 Janeiro 2016].
- [49] C. MELONFIRE, “Understanding the pros and cons of the Waterfall Model of software development,” Tech Republic, 22 Setembro 2006. [Online]. Available: <http://www.techrepublic.com/article/understanding-the-pros-and-cons-of-the-waterfall-model-of-software-development/6118423/>. [Acedido em 16 Janeiro 2016].
- [50] M. K. B. BECK, A. VAN BENNEKUM, A. COCKBURN, W. CUNNINGHAM, M. FOWLER, J. GRENNING, J. HIGHSMITH, A. HUNT, R. JEFFRIES, J. KERN, B. MARICK, R. MARTIN, S. MELLOR, K. SCHAWABER, J. SUTHERLAND e D. THOMAS, “Agile Manifesto,” Agile Manifesto, 2001. [Online]. Available: <http://agilemanifesto.org/iso/ptpt/>. [Acedido em 16 Janeiro 2016].
- [51] Software Testing Fundamentals, “Software Testing Fundamentals,” [Online]. Available: <http://softwaretestingfundamentals.com/smoke-testing/>. [Acedido em 22 Agosto 2016].

Anexos

Anexo A

Instituição

A WIT Software, S.A. é uma empresa de desenvolvimento de *software*, fundada em 2001, cuja especialização é o desenvolvimento de soluções para operadoras de telecomunicações. A WIT Software, S.A está dividida em três unidades de negócio: Telco que desenvolve *software* para operadoras de telecomunicação; Banking desenvolve aplicações *mobile* para o sector bancário; Utilities cria *software* relacionado com a energia e serviço de atendimento ao cliente e TV que desenvolve soluções para operadores de TV por cabo e IPTV. A empresa conta com clientes em mais de 30 países, incluindo alguns dos líderes de mercado tais como o Grupo Vodafone, Deutsche Telekom, Orange e Telefónica.

Anexo B

Tabela comparativa de SDK de realidade aumentada

	Plataformas					Funcionalidades										Total
	iOS	Android	T(40%)	3D OT	NF	GPS	IMU	Mk	VS	FT	API	T(40%)	Unity	T(20%)		
Metaio SDK	1	1	0,45	1	1	1	1	1	1	1	1	0,450	1	0,1	1,000	
Qualcomm Vuforia	1	1	0,45	1	1	0	1	1	1	0	1	0,338	1	0,1	0,888	
Wikitude	1	1	0,45	1	1	1	1	1	1	0	1	0,386	0	0	0,836	
ARmedia	1	1	0,45	1	1	1	1	1	0	0	0	0,281	1	0,1	0,831	
Robocortex	1	1	0,45	1	1	0	1	1	1	0	0	0,281	1	0,1	0,831	
Kudan AR Engine	1	1	0,45	0	1	1	1	1	0	0	0	0,225	1	0,1	0,775	
Catchoom	1	1	0,45	0	1	0	0	0	1	0	1	0,169	1	0,1	0,719	
ARLab	1	1	0,45	0	0	1	1	1	1	1	0	0,225	0	0	0,675	
ARPA	1	1	0,45	0	1	1	0	0	0	0	0	0,113	1	0,1	0,663	
MAXST AR SDK 2.0	1	1	0,45	0	1	0	0	0	0	0	0	0,056	1	0,1	0,606	
ARToolkit	1	1	0,45	0	1	0	0	1	0	0	0	0,113	0	0	0,563	
Aurasma	1	1	0,45	0	1	0	0	0	1	0	0	0,113	0	0	0,563	
SSTT	1	1	0,45	0	1	0	0	1	0	0	0	0,113	0	0	0,563	
StudierstubeTracker	1	1	0,45	0	1	0	0	1	0	0	0	0,113	0	0	0,563	
yvision	1	1	0,45	0	0	0	0	1	0	0	1	0,113	0	0	0,563	
Augmented Pixels	1	1	0,45	0	0	0	0	1	0	0	0	0,056	0	0	0,506	
Cortexia	1	1	0,45	0	0	0	0	0	1	0	0	0,056	0	0	0,506	
DroidAR	0	1	0,225	1	1	1	1	1	0	0	0	0,281	0	0	0,506	
Google Goggles	1	1	0,45	0	0	0	0	0	1	0	0	0,056	0	0	0,506	
mixare	1	1	0,45	0	0	1	0	0	0	0	0	0,056	0	0	0,506	
snaptell	1	1	0,45	0	0	0	0	0	1	0	0	0,056	0	0	0,506	
PointCloud	1	0	0,225	0	0	0	0	0	1	0	1	0,113	1	0,1	0,438	
BeyondAR	0	1	0,225	0	1	1	1	0	0	0	0	0,169	0	0	0,394	
NyARToolkit	0	1	0,225	0	0	0	0	1	0	0	0	0,056	1	0,1	0,381	
String	1	0	0,225	0	0	0	0	1	0	0	0	0,056	1	0,1	0,381	

ALVAR	0	1	0,225	0	1	0	0	1	0	0	0	0,113	0	0	0,338
Awila	0	1	0,225	0	0	1	0	0	0	0	1	0,113	0	0	0,338
LibreGeoSocial	0	1	0,225	0	0	1	1	0	0	0	0	0,113	0	0	0,338
PanicAR	1	0	0,225	0	0	1	1	0	0	0	0	0,113	0	0	0,338
AndAR	0	1	0,225	0	0	0	0	1	0	0	0	0,056	0	0	0,281
UART	1	0	0,225	0	0	0	0	1	0	0	0	0,056	0	0	0,281
PRAugmentedReality	1	0	0,225	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0	0	0,225
osgART	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0,169	0	0	0,169
IN2AR	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,056	1	0,1	0,156
Designers ARToolkit	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,113	0	0	0,113
flare*	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0,113	0	0	0,113
Goblin XNA	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,113	0	0	0,113
Microsoft R/W World	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0,113	0	0	0,113
Minerva	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,113	0	0	0,113
Win AR	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,113	0	0	0,113
windage	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0,113	0	0	0,113
ARcrowd	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0,064	0	0	0,064
ArUco	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,056	0	0	0,056
BazAR	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,056	0	0	0,056
BeyondReality Face	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,056	0	0	0,056
FLARToolkit	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,056	0	0	0,056
HOPPALA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,056	0	0	0,056
idee	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,056	0	0	0,056
instantreality	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,056	0	0	0,056
Kooba	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,056	0	0	0,056
MXR Toolkit	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,056	0	0	0,056
SLARToolkit	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,056	0	0	0,056

Studierstube	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,056	0	0	0,056
linkme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0	0	0,000
Morgan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0	0	0,000
PTAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0	0	0,000

Tabela 8 – Tabela comparativa de SDK de realidade aumentada

Legenda:

3D OT	3D Object Tracking
API	Content API
FT	Face Tracking
GPS	Global Positioning System
IMU	IMU Sensor
MK	Marker
NF	Natural Feature
T	Total
VS	Visual Search

Anexo C

Evolução dos equipamentos móveis vs. Google Trend realidade aumentada



Figura 19 – Evolução dos equipamentos móveis vs Google Trend realidade aumentada

Através da figura é possível analisar que a evolução na procura do tema da realidade aumentada acompanha intimamente a evolução que existe nos dispositivos móveis. O grande “salto” é visível no momento em que as larguras de bandas destes dispositivos aumentara e também a qualidade das câmaras fotográficas evolui.

Analisa-se um decréscimo nos últimos anos uma vez que as tecnologias envolvidas não têm apresentado uma grande alteração nos últimos anos. Também se destaca o facto da evolução das baterias não ter acompanhado a evolução das capacidades de processamento deste dispositivos e todos o tipo de aplicações deste género dependem de uma boa bateria.

Anexo D

Requisitos Funcionais

No presente anexo é possível visualizar os requisitos funcionais do protótipo, aplicação cliente e servidor de *backend*.

Protótipo

ID P_US-1	Prioridade MUST
Como Utilizador da aplicação	
Quero detetar um determinado padrão.	
De modo a visualizar um conteúdo digital.	

ID P_US-2	Prioridade MUST
Como utilizador da aplicação	
Quero visualizar um conteúdo sobreposto ao padrão reconhecido	
De modo a ter a sensação de três dimensões e profundidade em relação ao padrão detetado	

ID P_US-3	Prioridade MUST
Como utilizador da aplicação	
Quero visualizar uma imagem quando um determinado padrão for reconhecido	
De modo a visualizar mais informação sobre o produto reconhecido	

ID P_US-4	Prioridade MUST
Como utilizador da aplicação	
Quero visualizar um botão quando um determinado padrão for reconhecido	
De modo a visualizar mais informação sobre o produto reconhecido	

ID P_US-5	Prioridade MUST
Como utilizador da aplicação	
Quero visualizar um vídeo quando um determinado padrão for reconhecido	
De modo a visualizar mais informação sobre o produto reconhecido	

ID P_US-6	Prioridade MUST
<p>Como utilizador da aplicação</p> <p>Quero visualizar um objeto tridimensional quando um determinado padrão for reconhecido</p> <p>De modo a visualizar mais informação sobre o produto reconhecido</p>	

ID P_US-7	Prioridade MUST
<p>Como utilizador da aplicação</p> <p>Quero clicar num botão digital</p> <p>De modo a abrir uma aplicação relacionada com a publicidade reconhecida</p>	

ID P_US-8	Prioridade MUST
<p>Como utilizador da aplicação</p> <p>Quero verificar um conteúdo diferente sempre que o padrão reconhecido mudar</p> <p>De modo a ter diferentes conteúdos para diferentes padrões</p>	

ID P_US-9	Prioridade MUST
<p>Como utilizador da aplicação</p> <p>Quero ver um <i>layout</i> sempre que um padrão for reconhecido</p> <p>De modo a aplicação se adapte ao padrão reconhecido</p>	

ID P_US-10	Prioridade MUST
<p>Como utilizador da aplicação</p> <p>Quero verificar um diferente <i>layout</i> sempre que o padrão reconhecido mudar</p> <p>De modo a ter diferentes conteúdos para diferentes padrões.</p>	

Aplicação Cliente

ID C_US-1	Prioridade MUST
<p>Como Utilizador da aplicação</p> <p>Quero detetar um determinado padrão.</p>	

De modo a visualizar uma imagem sobreposta à mesma.

ID C_US-2

Prioridade MUST

Como Utilizador da aplicação

Quero detetar um determinado padrão.

De modo a visualizar um botão que abra um URL.

ID C_US-3

Prioridade SHOULD

Como Utilizador da aplicação

Quero detetar um determinado padrão.

De modo a visualizar um botão que permita adicionar um evento no calendário.

ID C_US-4

Prioridade COULD

Como Utilizador da aplicação

Quero detetar um determinado padrão.

De modo a visualizar um botão que permita fazer uma chamada.

ID C_US-5

Prioridade SHOULD

Como Utilizador da aplicação

Quero detetar um determinado padrão.

De modo a visualizar um botão que permita enviar um email pré preenchido.

ID C_US-6

Prioridade SHOULD

Como Utilizador da aplicação

Quero detetar um determinado padrão.

De modo a visualizar uma galeria de imagens.

ID C_US-7

Prioridade MUST

Como Utilizador da aplicação

Quero detetar um determinado padrão.

De modo a visualizar um botão que permita abrir um pdf.

ID C_US-8	Prioridade SHOULD
<p>Como Utilizador da aplicação</p> <p>Quero detetar um determinado padrão.</p> <p>De modo a visualizar uma votação e após o voto saber o estado da mesma.</p>	

ID C_US-9	Prioridade MUST
<p>Como Utilizador da aplicação</p> <p>Quero detetar um determinado padrão.</p> <p>De modo a visualizar um vídeo sobre o padrão.</p>	

ID C_US-10	Prioridade MUST
<p>Como Utilizador da aplicação</p> <p>Quero detetar um determinado padrão.</p> <p>De modo a visualizar um botão que abra uma aplicação externa.</p>	

ID C_US-11	Prioridade COULD
<p>Como Utilizador da aplicação</p> <p>Quero detetar um determinado padrão.</p> <p>De modo a reproduzir um som.</p>	

ID C_US-12	Prioridade MUST
<p>Como Utilizador da aplicação</p> <p>Quero detetar um determinado padrão.</p> <p>De modo a visualizar um botão que me permita partilhar conteúdo nas redes sociais.</p>	

Servidor de *backend*

ID BE_US-1	Prioridade MUST
<p>Como Utilizador</p> <p>Quero autenticar-me no servidor</p>	

De modo a utilizar os serviços fornecidos pelo mesmo.

ID BE_US-2

Prioridade MUST

Como Utilizador com capacidade de criação

Quero criar uma nova campanha

De modo a adicionar conteúdo que possa ser reconhecido e o que acontece após esse reconhecimento.

ID BE_US-3

Prioridade MUST

Como Utilizador com capacidade de criação

Quero editar uma campanha

De modo a alterar conteúdo que possa ser reconhecido e o que acontece após esse reconhecimento.

ID BE_US-4

Prioridade MUST

Como Utilizador com capacidade de criação

Quero suspender uma campanha

De modo a que essa campanha deixe de ser acessível à aplicação cliente, mas rapidamente possa voltar a estar ativa.

ID BE_US-5

Prioridade MUST

Como Utilizador com capacidade de criação

Quero arquivar uma campanha

De modo a que essa campanha deixe de ser acessível à aplicação cliente.

ID BE_US-6

Prioridade MUST

Como Utilizador com capacidade de visualização

Quero listar campanhas

De modo a ver que campanhas existem.

ID BE_US-7

Prioridade MUST

Como Utilizador com capacidade de visualização

Quero visualizar estatísticas sobre as campanhas

De modo a analisar estatisticamente o resultados obtidos por uma determinada campanha.

ID BE_US-8

Prioridade MUST

Como Utilizador com criação

Quero criar utilizadores

De modo a que outros utilizadores possam criar campanhas.

ID BE_US-9

Prioridade MUST

Como Utilizador com criação

Quero editar utilizadores

De modo a editar dados de um utilizador existente.

ID BE_US-10

Prioridade MUST

Como Utilizador com criação

Quero apagar utilizadores

De modo a remover o acesso e os dados de um utilizador existente.

ID BE_US-11

Prioridade MUST

Como Utilizador com criação

Quero listar utilizadores

De modo a ver os utilizadores existentes.

ID BE_US-12

Prioridade MUST

Como Utilizador com administração

Quero criar cliente

De modo a que um cliente possa ter campanhas associadas a si.

ID BE_US-13

Prioridade MUST

Como Utilizador com administração

Quero editar cliente

De modo a editar dados de um cliente existente.

ID BE_US-14

Prioridade MUST

Como Utilizador com administração

Quero apagar cliente

De modo a remover todos os dados, campanhas e utilizadores associados a esse cliente.

ID BE_US-15

Prioridade MUST

Como Utilizador com administração

Quero listar cliente

De modo a ver todos clientes existentes.

ID BE_US-16

Prioridade MUST

Como Utilizador com administração

Quero ver dados estatísticos sobre um cliente

De modo a verificar estatisticamente os resultados obtidos.

Anexo E

Divisão de tarefas implementadas nas duas releases

Release 1		
Story ID	Epic	Story
1	Definição	
2		Definição do modelo de dados
3		Definição da api dos webservices
4	Setup do projecto	
5		setup logger
6		setup DB connection
7		setup base configs
8		setup swagger
9	Modelo de dados	
10		Implementação de entidades do modelo de dados
11		Implementação de adapters para DB
12	Web services	
13		Autenticação e Autorização
14		Retailers/Customers
15		Campaigns
16		Create
17		Retrieve
18		Update
19		Delete
20		Image/Video/Audio upload
21	Serviços 3rd Party	
22		Vuforia
23		Upload de imagem
24		Criação de targets
25		Edit target
26		Get database summary
27		Integrar na criação de campaigns
28		Watermark Embedder
29		Upload de media file
30		Integração do ffmpeg + lib da Cifrasoft
31		Processamento em job queue
32		Retrieve dos media files processados
33		Integrar na criação de campaigns
34	Actualizar Lib Android	
35		Integrar campaign retrieval com este backend
36	Testar	
37		Testar end-to-end e corrigir eventuais bugs

Tabela 9 – Tarefas implementadas na primeira release

Release 2		
Story ID	Epic	Story
1	Atualizar Web services	
2		Implementar User Management
3		Create
4		Retrieve
5		Update
6		Delete
7		Implementar Customer Management
8		Create
9		Retrieve
10		Update
11		Delete
12		Atualizar autenticação para considerar user reais
13		Atualizar criação de campaigns
14		Adicionar country restriction
15		Adicionar hit limit
16		Implementar endpoint para Analytics
17	Improvements	
18		Adicionar suporte para ETag caching
19		Implementar health check e métricas
20	Atualizar Lib Android	
21		Atualizar campaign retrieval
22		Integrar analytics
23	Testar	
24		Testar end-to-end e corrigir eventuais bugs

Tabela 10 – Tarefas implementadas na segunda release

Anexo F

Testes Protótipo

ID Teste: T_1	
ID Requisito: P_US_1	
<u>Descrição:</u> Testar o reconhecimento de um padrão	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none">1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16;2. Ter a aplicação instalada no telemóvel;3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação;	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none">1. Iniciar a aplicação;2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer.	
<u>Resultado Esperado</u> Visualizar uma mensagem quando o padrão é reconhecido.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Alta

ID Teste: T_2	
ID Requisito: P_US_2	
<u>Descrição:</u> Testar o reconhecimento de um padrão e as características de realidade aumentada	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none">1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16;2. Ter a aplicação instalada no telemóvel;3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none">3. Iniciar a aplicação;4. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer.	
<u>Resultado Esperado</u> Visualizar um conteúdo em realidade aumentada sobre o padrão a reconhecer.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Alta

ID Teste: T_3	
ID Requisito: P_US_3	
<u>Descrição:</u> Testar o reconhecimento de um padrão e visualizar uma imagem sobreposta ao padrão.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer. 	
<u>Resultado Esperado</u> Visualizar uma imagem sobre o padrão a reconhecer.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Alta

ID Teste: T_4	
ID Requisito: P_US_4	
<u>Descrição:</u> Testar o reconhecimento de um padrão e visualizar um botão sobreposta ao padrão.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer. 	
<u>Resultado Esperado</u> Visualizar um botão sobre o padrão a reconhecer.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Alta

ID Teste: T_5	
ID Requisito: P_US_5	
<u>Descrição:</u> Testar o reconhecimento de um padrão e visualizar um vídeo sobreposto ao padrão.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Androide com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer. 	
<u>Resultado Esperado</u> Visualizar um vídeo sobre o padrão a reconhecer.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Alta

ID Teste: T_6	
ID Requisito: P_US_6	
<u>Descrição:</u> Testar o reconhecimento de um padrão e visualizar um objeto a três dimensões sobreposto ao padrão.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer. 	
<u>Resultado Esperado</u> Visualizar um objeto a três dimensões sobre o padrão a reconhecer.	
Resultado	Falha
<u>Importância:</u>	Baixa

ID Teste: T_7	
ID Requisito: P_US_7	
<u>Descrição:</u> Testar a abertura de uma outra aplicação através do clique de um botão na aplicação.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer; 3. Clicar no botão que surge sobre o padrão reconhecido. 	
<u>Resultado Esperado</u> É iniciada uma nova aplicação instalada no dispositivo ou o Google Play de forma a descarregar essa mesma aplicação.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Média

ID Teste: T_8	
ID Requisito: P_US_8	
<u>Descrição:</u> Testar o reconhecimento de diferentes padrões.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a dois padrões reconhecido pela aplicação. 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para um dos padrões a reconhecer; 3. Apontar o dispositivo para o outro padrão reconhecido. 	
<u>Resultado Esperado</u> Ambos os padrões são reconhecidos e mostrado diferente conteúdo conforme o padrão reconhecido.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Alta

ID Teste: T_9	
ID Requisito: P_US_9	
<u>Descrição:</u> Testar o desenho de um layout aquando do reconhecimento de um padrão.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer. 	
<u>Resultado Esperado</u> Surgir um novo layout na aplicação aquando do reconhecimento de um padrão.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Média

ID Teste: T_10	
ID Requisito: P_US_10	
<u>Descrição:</u> Testar o desenho de diferentes layouts aquando do reconhecimento de diferentes padrões.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a dois padrões reconhecido pela aplicação. 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para um dos padrões a reconhecer; 3. Apontar o dispositivo para o outro padrão reconhecido. 	
<u>Resultado Esperado</u> Desenho de diferentes layouts na aplicação aquando do reconhecimento de diferentes padrões.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Média

Testes Aplicação Cliente

ID Teste: T_11	
ID Requisito: C_US_1	
<u>Descrição:</u> Testar o reconhecimento de um padrão	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none">1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16;2. Ter a aplicação instalada no telemóvel;3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação;	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none">1. Iniciar a aplicação;2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer.	
<u>Resultado Esperado</u> Visualizar uma mensagem quando o padrão é reconhecido.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Alta

ID Teste: T_12	
ID Requisito: C_US_2	
<u>Descrição:</u> Testar a abertura de um URL através do clique de um botão na aplicação.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none">1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16;2. Ter a aplicação instalada no telemóvel;3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação;	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none">1. Iniciar a aplicação;2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer;3. Clicar no botão que surge sobre o padrão reconhecido.	
<u>Resultado Esperado</u> É iniciado o browser no URL pretendido.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Alta

ID Teste: T_13	
ID Requisito: C_US_3	
<u>Descrição:</u> Testar a abertura do calendário com um evento pré-preenchido através do clique de um botão na aplicação.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer; 3. Clicar no botão que surge sobre o padrão reconhecido. 	
<u>Resultado Esperado</u> É iniciado o calendário com o evento já preenchido.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Média

ID Teste: T_14	
ID Requisito: C_US_4	
<u>Descrição:</u> Testar a abertura da aplicação de chamadas com o número pretendido pré-preenchido através do clique de um botão na aplicação.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer; 3. Clicar no botão que surge sobre o padrão reconhecido. 	
<u>Resultado Esperado</u> É iniciado a aplicação de chamadas com o número pretendido pré-preenchido.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Média

ID Teste: T_15	
ID Requisito: C_US_5	
<u>Descrição:</u> Testar a abertura do e-mail com o corpo do mesmo pré-preenchido através do clique de um botão na aplicação.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer; 3. Clicar no botão que surge sobre o padrão reconhecido. 	
<u>Resultado Esperado</u> É iniciado o e-mail com o corpo do mesmo já preenchido.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Média

ID Teste: T_16	
ID Requisito: C_US_6	
<u>Descrição:</u> Testar o desenho de uma galeria de imagens.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer; 	
<u>Resultado Esperado</u> São mostradas algumas imagens sobre o padrão a reconhecer.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Baixa

ID Teste: T_17	
ID Requisito: C_US_7	
<u>Descrição:</u> Testar a abertura de um PDF através do clique de um botão na aplicação.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer; 3. Clicar no botão que surge sobre o padrão reconhecido. 	
<u>Resultado Esperado</u> É iniciado a aplicação por defeito do dispositivo com o PDF pretendido.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Média

ID Teste: T_18	
ID Requisito: C_US_8	
<u>Descrição:</u> Testar o desenho de uma votação.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer. 	
<u>Resultado Esperado</u> É desenhada uma votação sobre o padrão a reconhecer.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Baixa

ID Teste: T_19	
ID Requisito: C_US_8	
<u>Descrição:</u> Testar o sistema de votação.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer. 3. Selecionar uma opção na votação. 	
<u>Resultado Esperado</u> Ver os resultados da votação num gráfico circular.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Alta

ID Teste: T_20	
ID Requisito: C_US_9	
<u>Descrição:</u> Testar o reconhecimento de um padrão e visualizar um vídeo sobreposto ao padrão.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação. 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer. 	
<u>Resultado Esperado</u> Visualizar um vídeo sobre o padrão a reconhecer.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Alta

ID Teste: T_21	
ID Requisito: C_US_10	
<u>Descrição:</u> Testar a abertura de uma outra aplicação através do clique de um botão na aplicação.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação. 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer; 3. Clicar no botão que surge sobre o padrão reconhecido. 	
<u>Resultado Esperado</u> É iniciada uma nova aplicação instalada no dispositivo ou o Google Play de forma a descarregar essa mesma aplicação.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Alta

ID Teste: T_22	
ID Requisito: C_US_11	
<u>Descrição:</u> Testar a reprodução de um som através do clique de um botão na aplicação.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 4. Ter o volume do dispositivo audível. 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer. 	
<u>Resultado Esperado</u> Ouvir o som após o clique no botão apresentado.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Baixa

ID Teste: T_23	
ID Requisito: C_US_12	
<u>Descrição:</u> Testar a partilha de conteúdo na rede social Faceou através do clique de um botão na aplicação.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer. 3. Clicar no botão que surge sobre o padrão 	
<u>Resultado Esperado</u> Abrir a aplicação Facebook, ou o browser, de forma a puder partilhar o conteúdo pretendido.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Média

ID Teste: T_24	
ID Requisito: C_US_12	
<u>Descrição:</u> Testar a partilha de conteúdo na rede social Twitter através do clique de um botão na aplicação.	
<u>Pré-Condições:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar um telemóvel Android com um SDK superior ao 16; 2. Ter a aplicação instalada no telemóvel; 3. Estar junto a um padrão reconhecido pela aplicação; 	
<u>Passos:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar a aplicação; 2. Apontar o dispositivo para o padrão a reconhecer. 3. Clicar no botão que surge sobre o padrão 	
<u>Resultado Esperado</u> Abrir a aplicação Twitter, ou o browser, de forma a puder partilhar o conteúdo pretendido.	
Resultado	Sucesso
<u>Importância:</u>	Médio

Anexo G

Resultado Testes Automatizados

Package	Test Name	Duration	Status
<default package>		1m 28s 537ms	
▼ CSVImporterTests	checkCountriesImported	33s 574ms	Success
▼ CampaignControllerTest	createCampaign	49ms	Success
▼ DatabaseTests	testCustomerHasTwoUsers	732ms	Success
	testDatabaseRelations	264ms	Success
	testCampaignDelete	180ms	Success
	checkJPAConnection	156ms	Success
▼ MediaspotBackendApplicationTests	contextLoads	0ms	Success
▼ UserTest	testCustomerHasTwoUsers	58ms	Success
▼ AnalyticsActionPressedEventResourceIntTest	testThatTheEventsHaveBeenAdded	5s 751ms	Success
	testThatDateIntervalFilterIsWorking	982ms	Success
	testBadRequestOnPostInvalidAction	657ms	Success
	testThatCampaignFilterIsWorking	515ms	Success
	testThatThereAreNoEventsUntilToday	499ms	Success
	testThatActionFilterIsWorking	561ms	Success
	testThatAllFiltersWorkTogether	492ms	Success
	testBadRequestOnGetInvalidAction	342ms	Success
	testBadRequestOnPostInvalidCampaign	713ms	Success
	testThatAllFiltersWorkTogether	471ms	Success
	testThatThereAreNoEventsAfterToday	519ms	Success
▼ AnalyticsCampaignEventResourceIntTest	testTotalEvents	1s 273ms	Success
	testDaily	458ms	Success
	testAverage	415ms	Success
▼ AnalyticsDetectionEventResourceIntTest	testThatTheEventsHaveBeenAdded	400ms	Success
	testThatDateIntervalFilterIsWorking	3s 853ms	Success
	testBadGetRequestOnInvalidType	444ms	Success
	testThatThereAreNoEventsUntilToday	414ms	Success
	testBadGetRequestOnInvalidAction	362ms	Success
	testThatActionFilterIsWorking	497ms	Success
	testThatTypeFilterIsWorking	336ms	Success
	testThatAllFiltersWorkTogether	425ms	Success
	testBadPostRequestOnInvalidAction	364ms	Success
	testBadPostRequestOnInvalidType	519ms	Success
	testThatThereAreNoEventsAfterToday	77ms	Success
▼ AuthenticationResourceIntTest	testFailedLogin	54ms	Success
	testSuccessfulLogin	361ms	Success
▼ CampaignResourceActiveIntTest	testGetActiveCampaignsWithOtherlp	1s 451ms	Success
	testGetActiveCampaignsWithPortugueseelp	712ms	Success
	successfullyRetrieveActiveCampaignThatEndsToday	739ms	Success
▼ CampaignResourceIntTest	testCreateAudioCampaignWithoutType	2s 147ms	Success
	testSearchByStatus	919ms	Success
	testCreateAudioCampaignWithRepeatedWatermarkCode	601ms	Success
	testCreateAudioCampaignSuccessful	627ms	Success
	testGetByld	9s 533ms	Success
	testCreateCampaignWithInvalidCountry	991ms	Success
	testSearchByCustomer	633ms	Success
	testCreateAugmentedCampaignSuccessful	1s 163ms	Success
	testByWatermarkCode	811ms	Success
	testSearchByUser	559ms	Success
	testGetAll	755ms	Success
	testCreateWithInvalidHitLimit	550ms	Success
		920ms	Success
		762ms	Success
		608ms	Success
		682ms	Success
		1s 79ms	Success
▼ CampaignResourceUpdateIntTest	testUpdateCampaignWithInvalidId	4s 538ms	Success
	testUpdateCampaignWithUserThatIsntCreatorAndDoesntBelongTo	804ms	Success
	testUpdateCampaignWithInvalidDateInterval	876ms	Success
	testUpdateCampaignSuccessful	919ms	Success
	testUpdateCampaignWithInvalidCountryId	996ms	Success
▼ CampaignResourceUploadIntTest	testVideoUploadSuccess	2s 436ms	Success
	testAudioUploadSuccess	1s 981ms	Success
	testFailOnInvalidFileType	338ms	Success
	testFileNotFound	45ms	Success
	testImageUploadSuccess	38ms	Success
▼ CustomerResourceCreateIntTest	testEmailUniqueness	34ms	Success
	testDeleteCustomerSuccessfully	404ms	Success
▼ CustomerResourceDeleteIntTest	testDeleteNonExistingCustomer	404ms	Success
▼ CustomerResourceIntTest	testAccessDeniedIfRoleNotAdmin	934ms	Success
	testPagination	553ms	Success
	testSorting	381ms	Success
▼ CustomerResourceUpdateIntTest	testUpdateCustomerGivenAnAlreadyExistingName	2s 494ms	Success
	testUpdateCustomer	962ms	Success
	testUpdateCustomerGivenANonExistingId	747ms	Success
▼ CustomerResourceUploadIntTest	testFailOnInvalidFileType	785ms	Success
	testFileNotFound	1s 11ms	Success
	testImageUploadSuccess	301ms	Success
▼ UserResourceCreateIntTest	testEmailUniqueness	347ms	Success
	testFailWhenAdminCreatesUserWithNonExistingCustomer	363ms	Success
	testFailOnInvalidAuthorityRoles	1s 56ms	Success
	testThatAnAdminCanCreateAdminUsersWithNoCustomer	393ms	Success
	testThatACreatorCantCreateAdminUsers	311ms	Success
	testThatAnUserCreatedByACreatorHasItsCustomerIdForced	352ms	Success
▼ UserResourceDeactivateIntTest	testInvalidUser	6s 616ms	Success
	testThatACreatorCanDeactivateViewerFromSameCustomer	986ms	Success
	testThatACreatorCanNotDeactivateAdminUsers	991ms	Success
	testThatAnAdminCanDeactivateCreator	1s 108ms	Success
▼ UserResourceRetrieveIntTest	testViewerCanNotSearch	1s 371ms	Success
	testViewerCantRetrieveUsers	977ms	Success
	testAdminCanSearchForUserAuthority	1s 183ms	Success
	testAdminCanSearch	4s 73ms	Success
	testThatAnAdminCanObtainAllCustomersUsers	940ms	Success
	testAdminCanGetUserByld	916ms	Success
	testViewerCanNotGetUserByld	1s 234ms	Success
	testUserNotFoundOnGetByld	985ms	Success
▼ UserResourceUpdateIntTest	testThatAnAdminCanUpdateCreatorRoleToAdmin	7s 938ms	Success
	testEmailConflictOnUpdate	1s 198ms	Success
	testInvalidCustomerUpdate	876ms	Success
	testThatACreatorCanNotUpdateRoleToAdmin	1s 52ms	Success
	testThatAnAdminCanUpdateHisCustomerId	931ms	Success
	testThatACreatorCanNotUpdateTheCustomerId	921ms	Success
	testNonExistingUserUpdate	964ms	Success
	testThatACreatorCanNotUpdateAdminUsers	910ms	Success
	testThatACreatorCanUpdateCreatorRoleToViewer	1s 86ms	Success
	testThatACreatorCanUpdateHisName	686ms	Success
	testInvalidAuthorityUpdate	684ms	Success
		1s 10ms	Success
		741ms	Success
		849ms	Success

Figura 20 – Resultados dos testes automatizados

Anexo H

Resultados Testes de Carga

		1	2	3	4	5	6	7
Configuration Values	Fixed Thread Number	100	100	100	100	100	100	100
	Overall Test Duration (seconds)	120	120	120	120	120	120	120
	Ramp-up (seconds)	10	10	10	10	10	10	10
	Target Throughput	300	325	350	375	400	425	450
Results	Throughput obtained	300.2	315.1	350.5	375.5	400.7	407.9	449.5
	#Samples obtained	36025	37816	42061	45056	48085	48942	53945
	#Samples expected	36000	39000	42000	45000	48000	51000	54000
	Avg. Response Time	12	17	17	22	30	39	47
System Monitoring	CPU							
	Average(%)	59.1	63.4	67.6	68	70.8	78.2	93.1
	Peak(%)	96	94	86	88	88	94	93
	Min(%)	44	41	31	44	59	56	59
	Memory							
	Min Free (MB)	1301	1254	1037	1326	1397	1301	1241

Tabela 11 – Resultados dos testes de carga

Anexo I

Versão Final dos Mockups criados

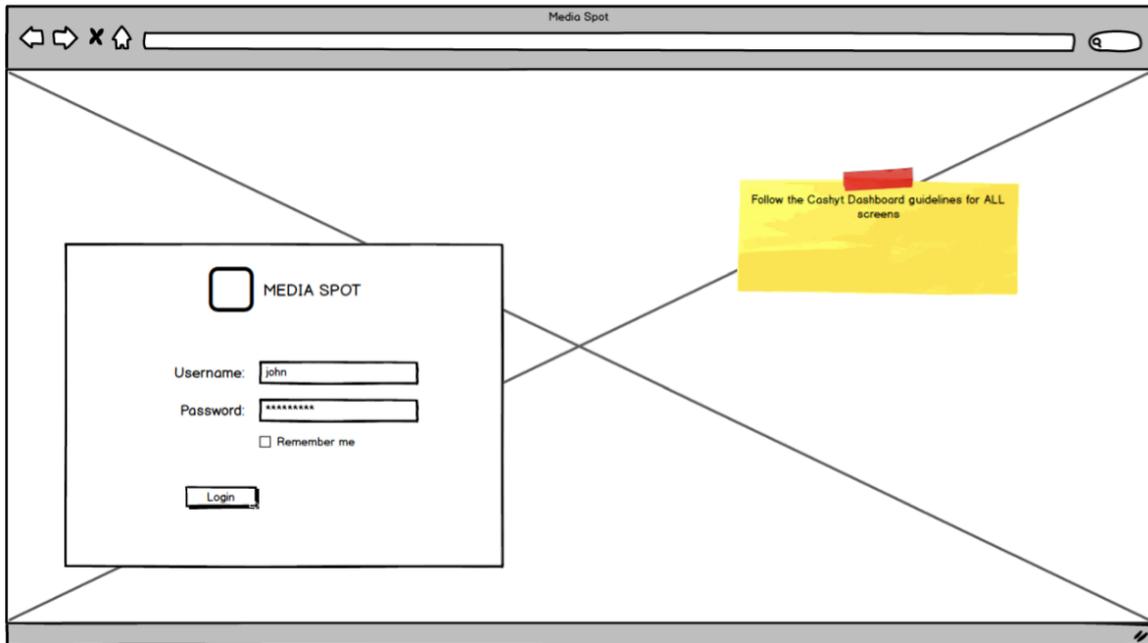


Figura 21 – Login

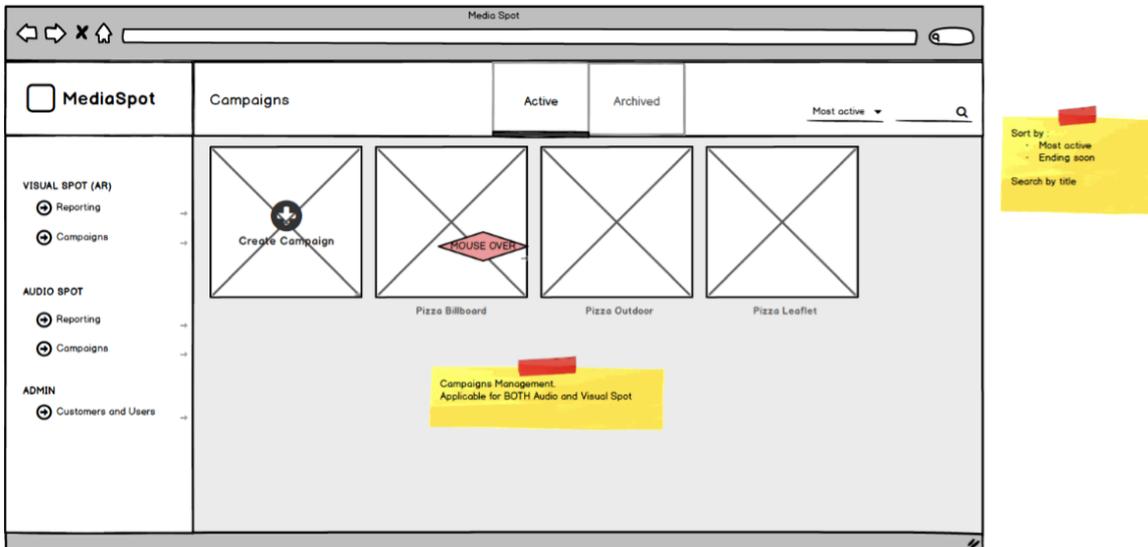


Figura 22 – Ver campanhas

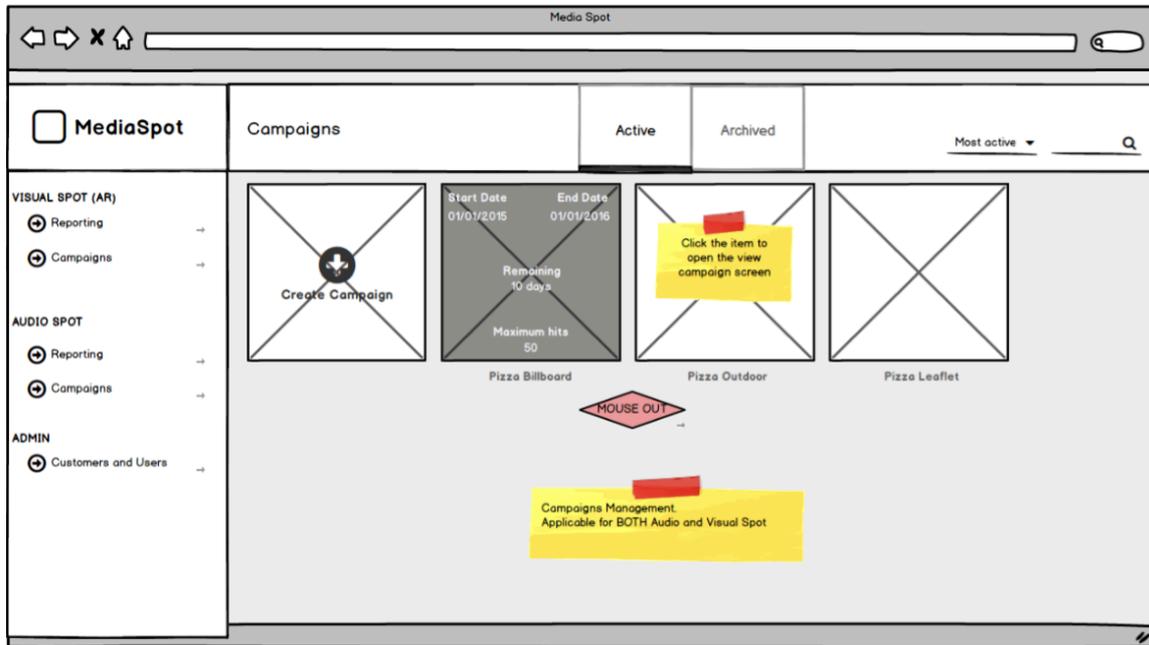


Figura 23 – Ver Campanhas (Mouse Over)

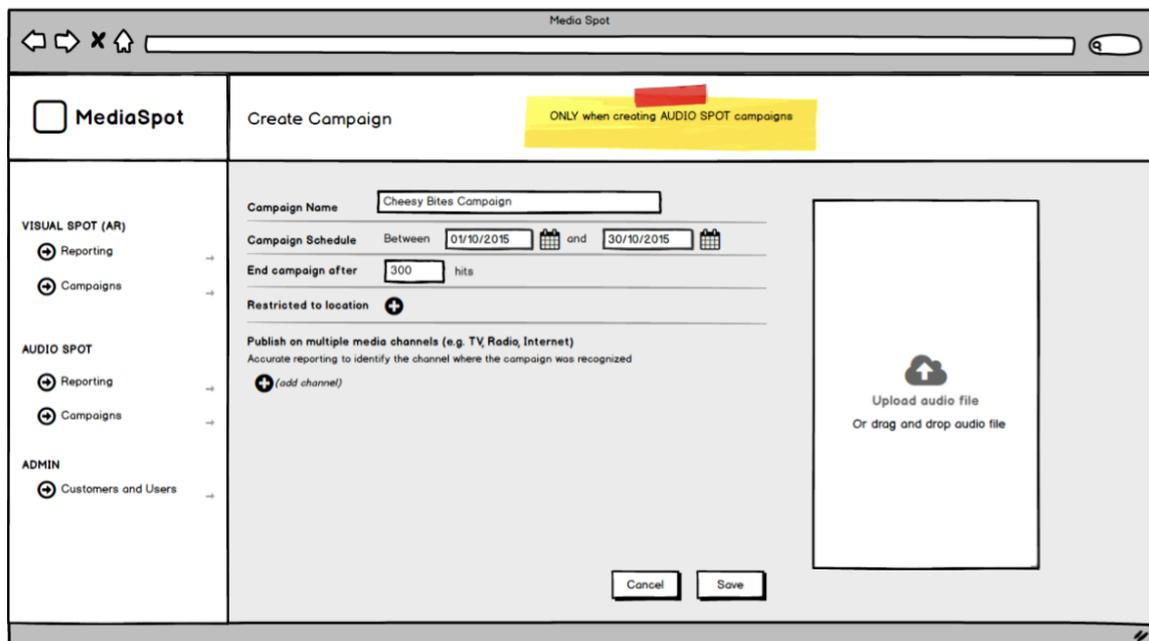


Figura 24 – Criar campanha

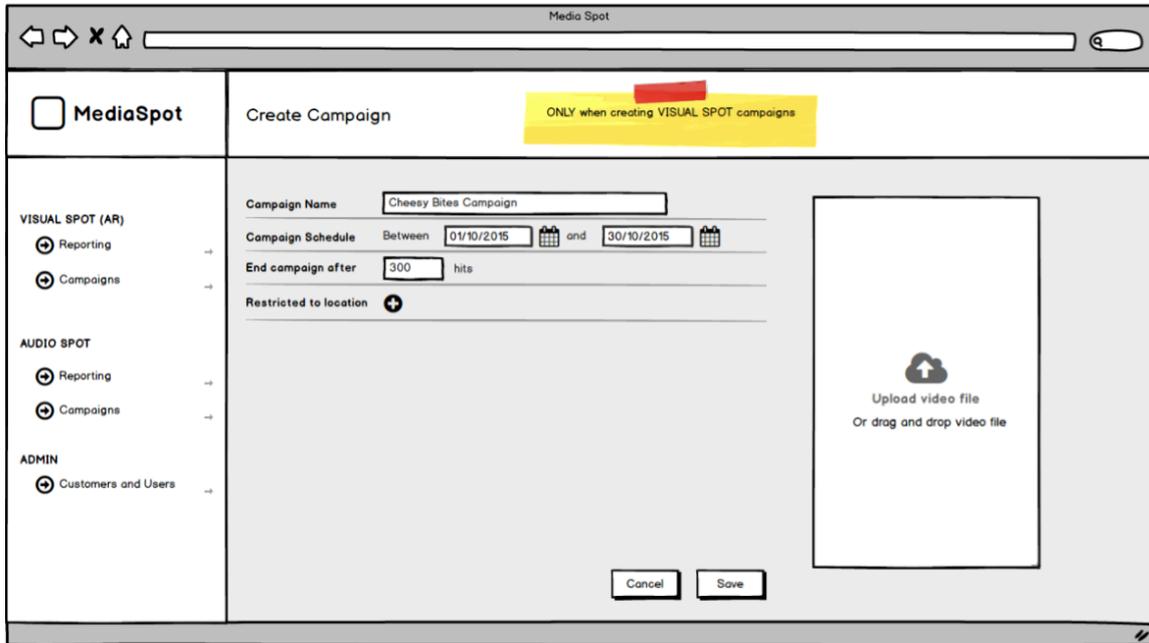


Figura 25 – Criar campanha (Adicionar vídeo)

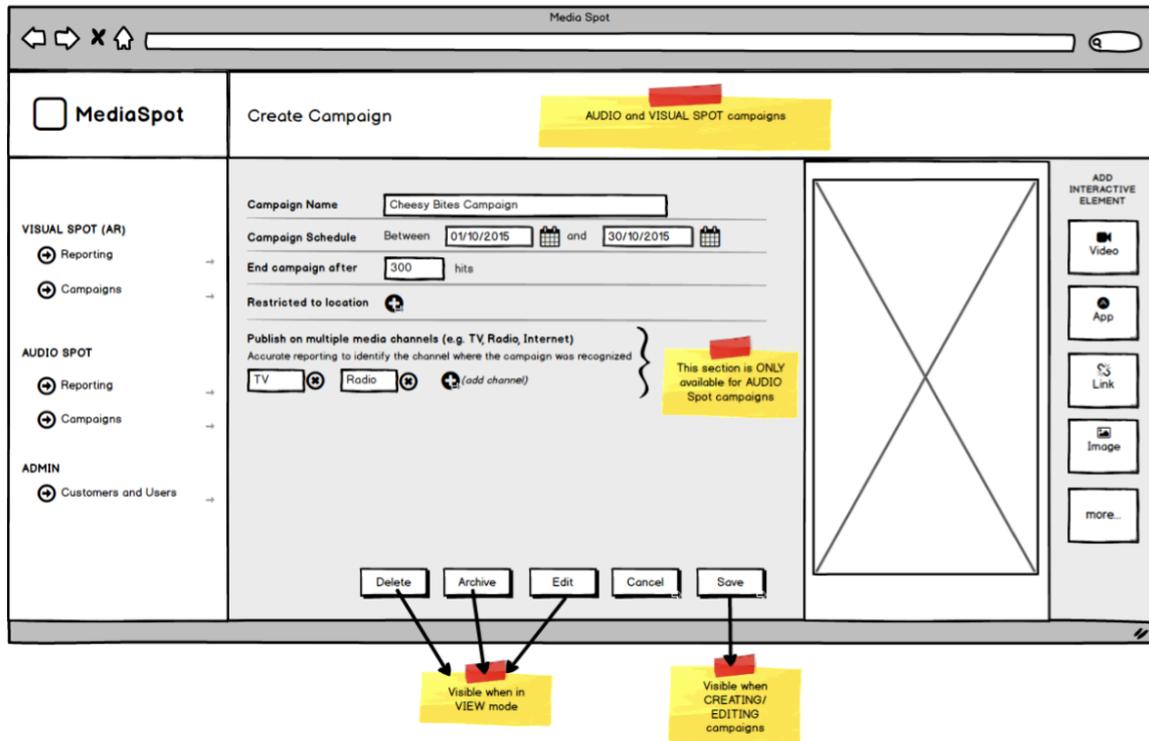


Figura 26 – Criar campanha (depois do upload)

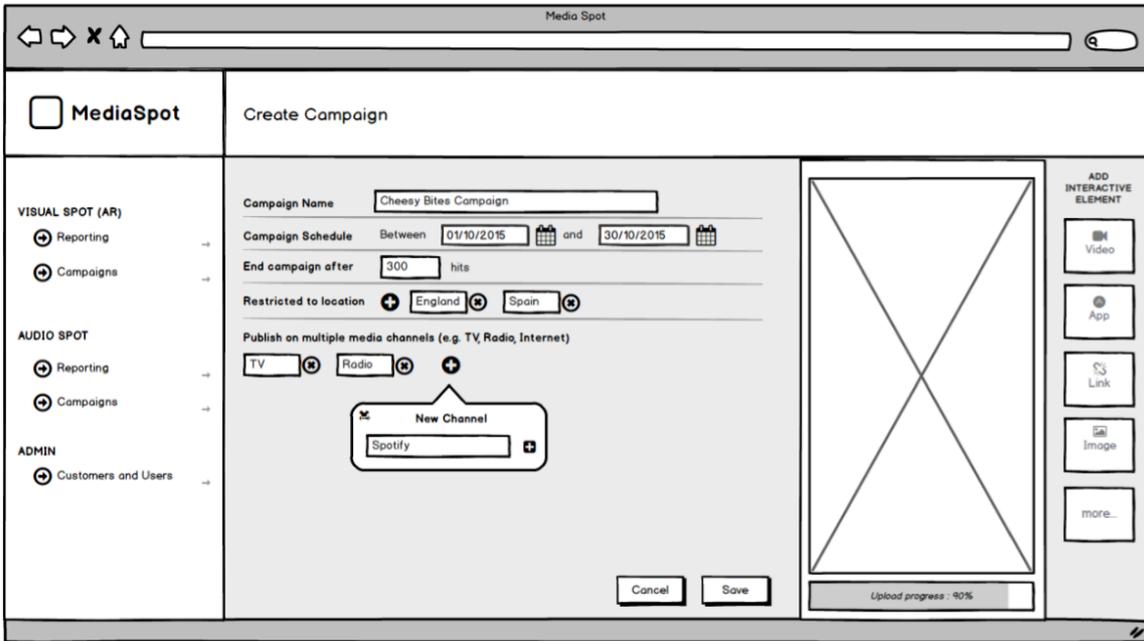


Figura 27 – Criar campanha (adicionar canal)

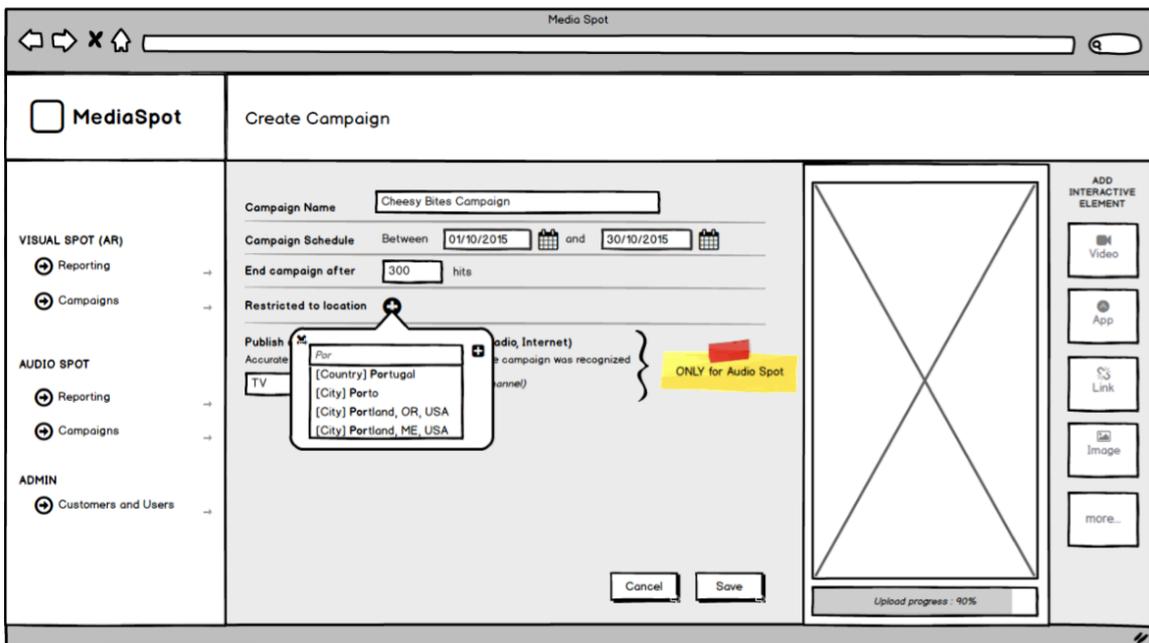


Figura 28 – Criar Campanha (adicionar geo-localização)

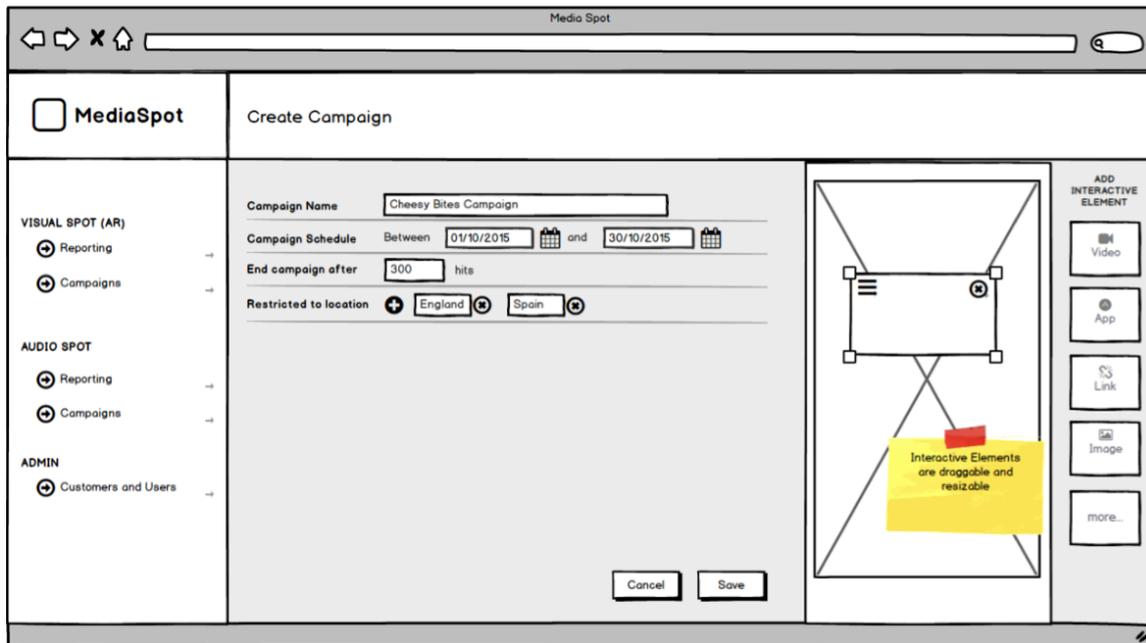


Figura 29 – Criar campanha (adicionar vídeo)

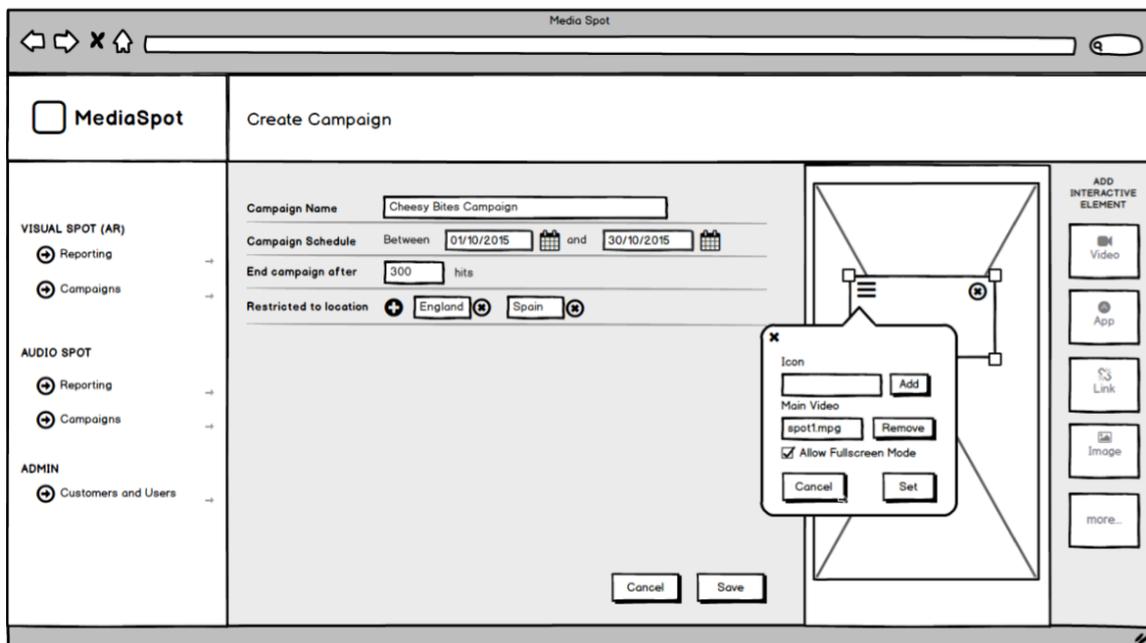


Figura 30 – Criar campanha (adicionar parâmetros do vídeo)

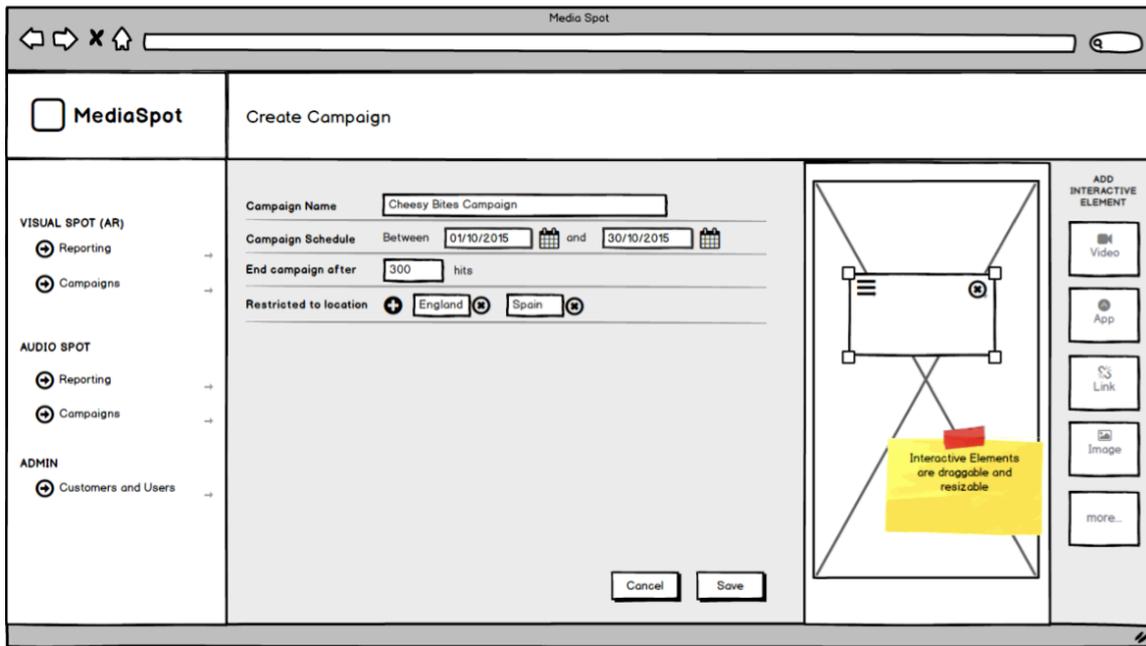


Figura 31 – Criar campanha (adicionar elemento aplicação)

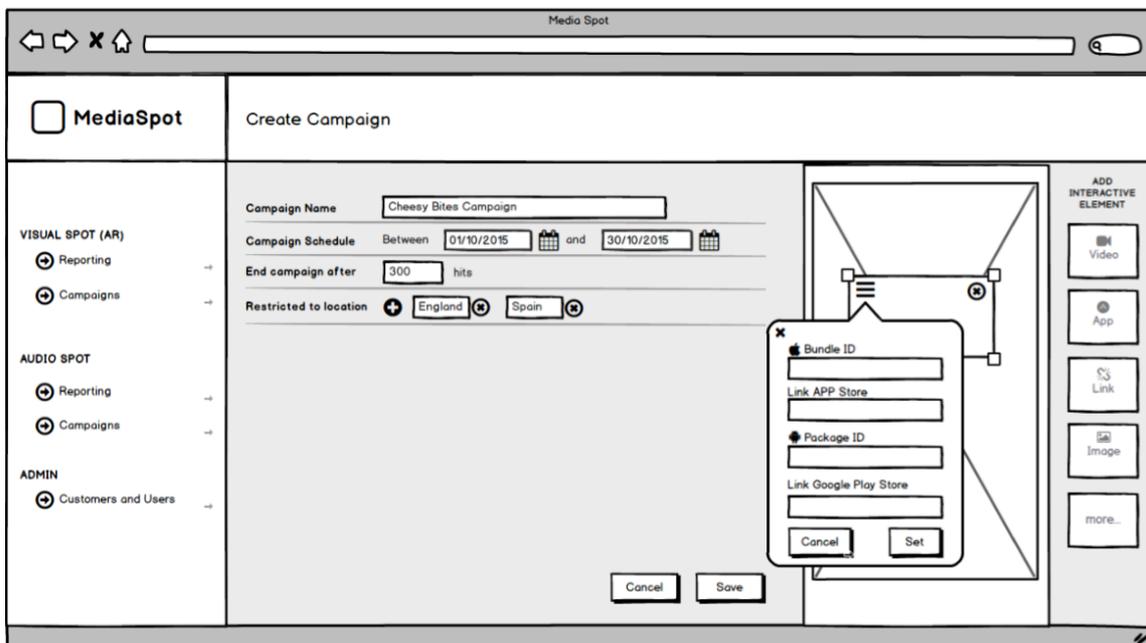


Figura 32 – Criar campanha (adicionar parâmetros da aplicação)

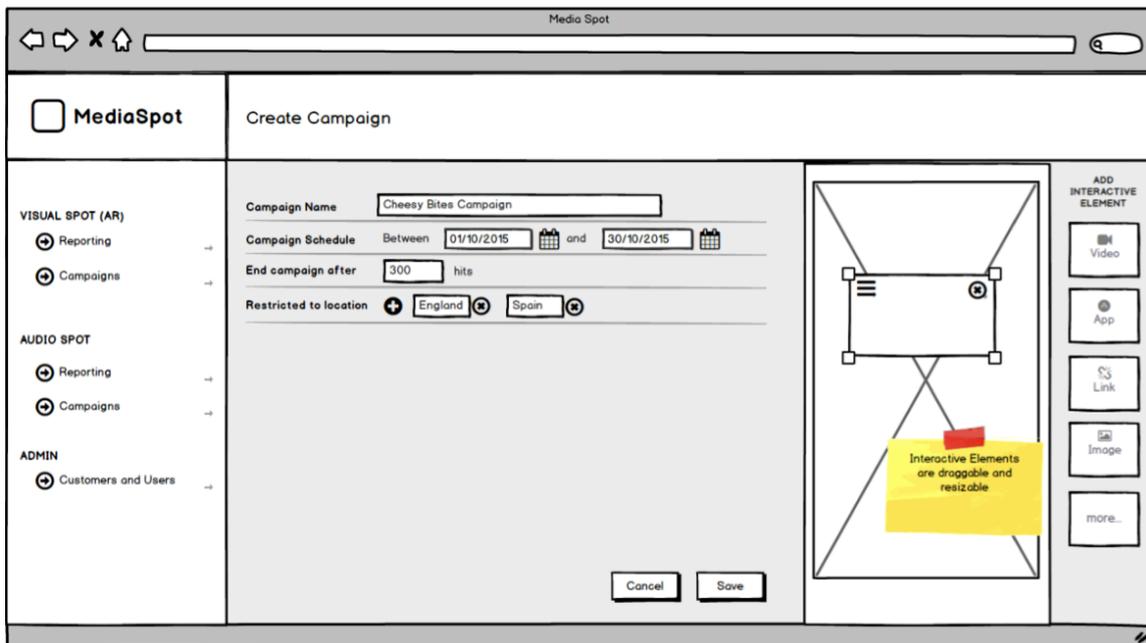


Figura 33 – Criar campanha (adicionar elemento link)

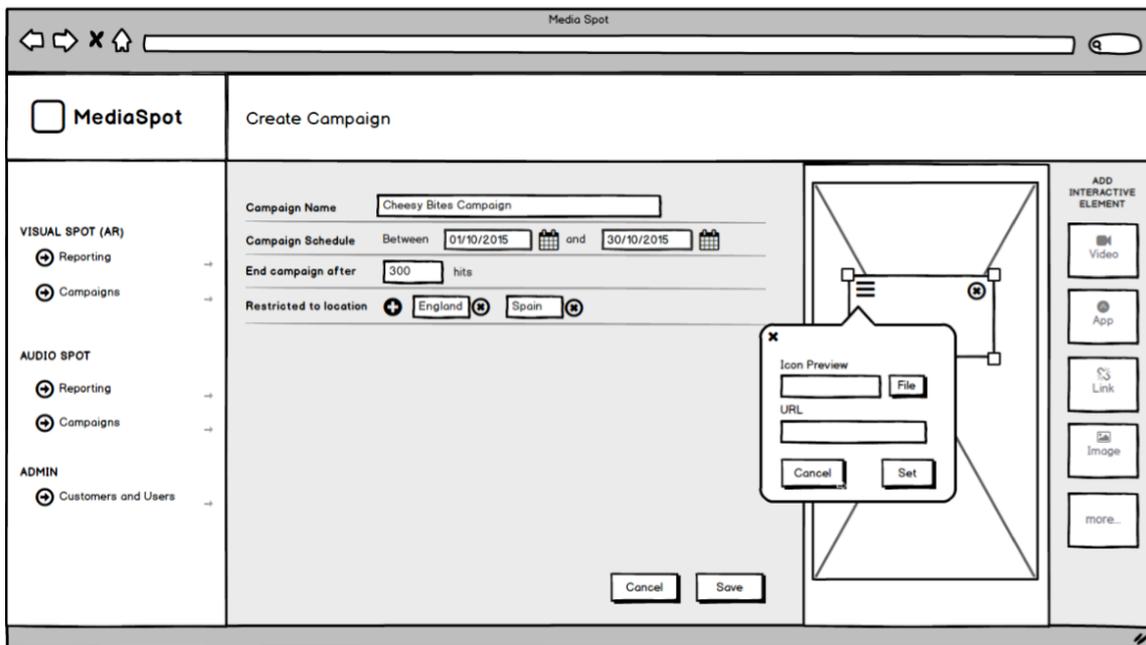


Figura 34 – Criar campanha (adicionar parâmetros link)

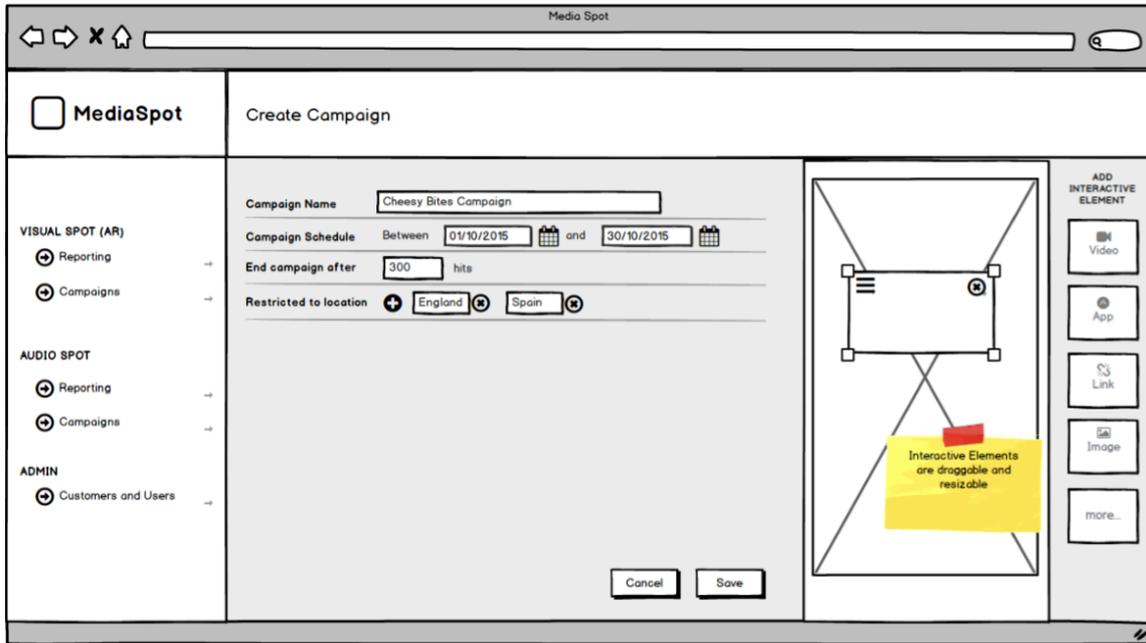


Figura 35 – Criar campanha (adicionar elemento imagem)

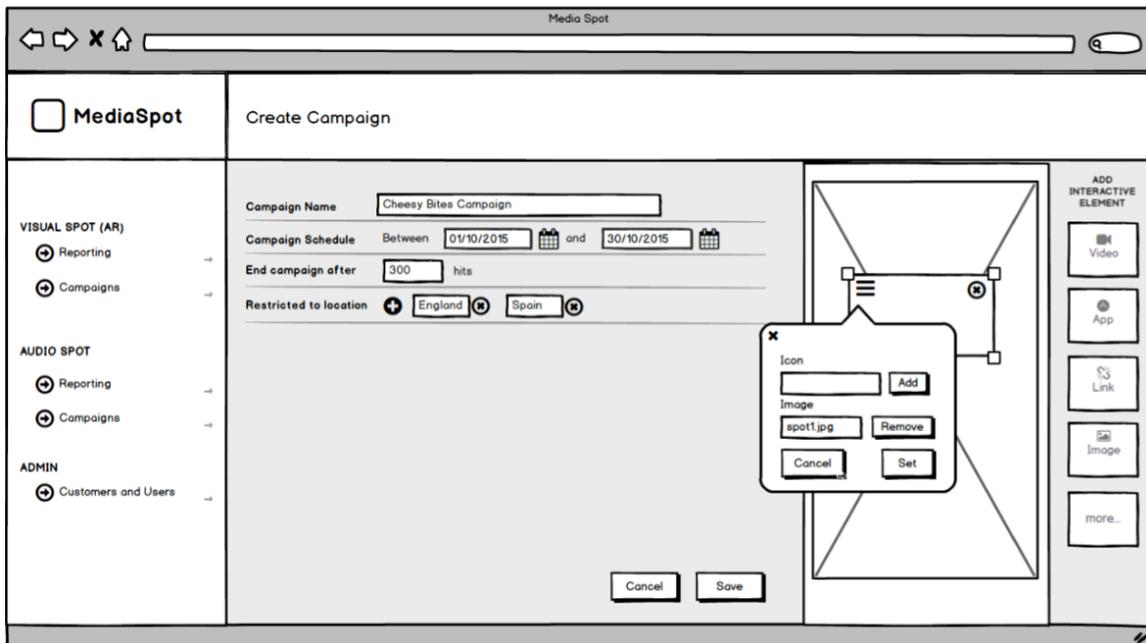


Figura 36 – Criar campanha (adicionar parâmetros imagem)

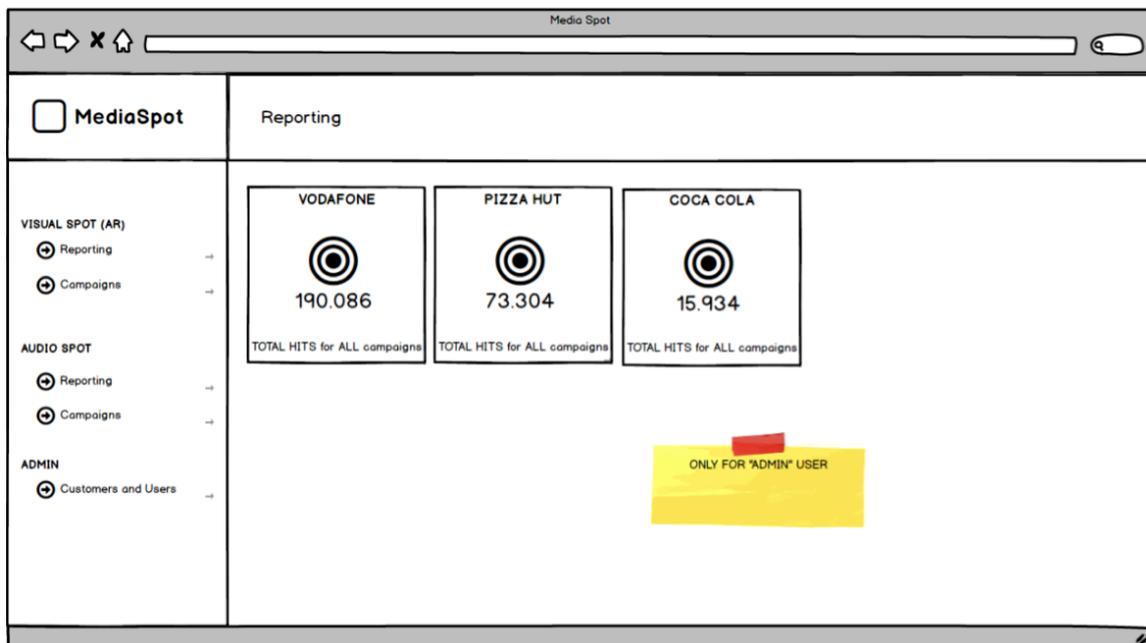


Figura 37 – Relatório todos os cliente

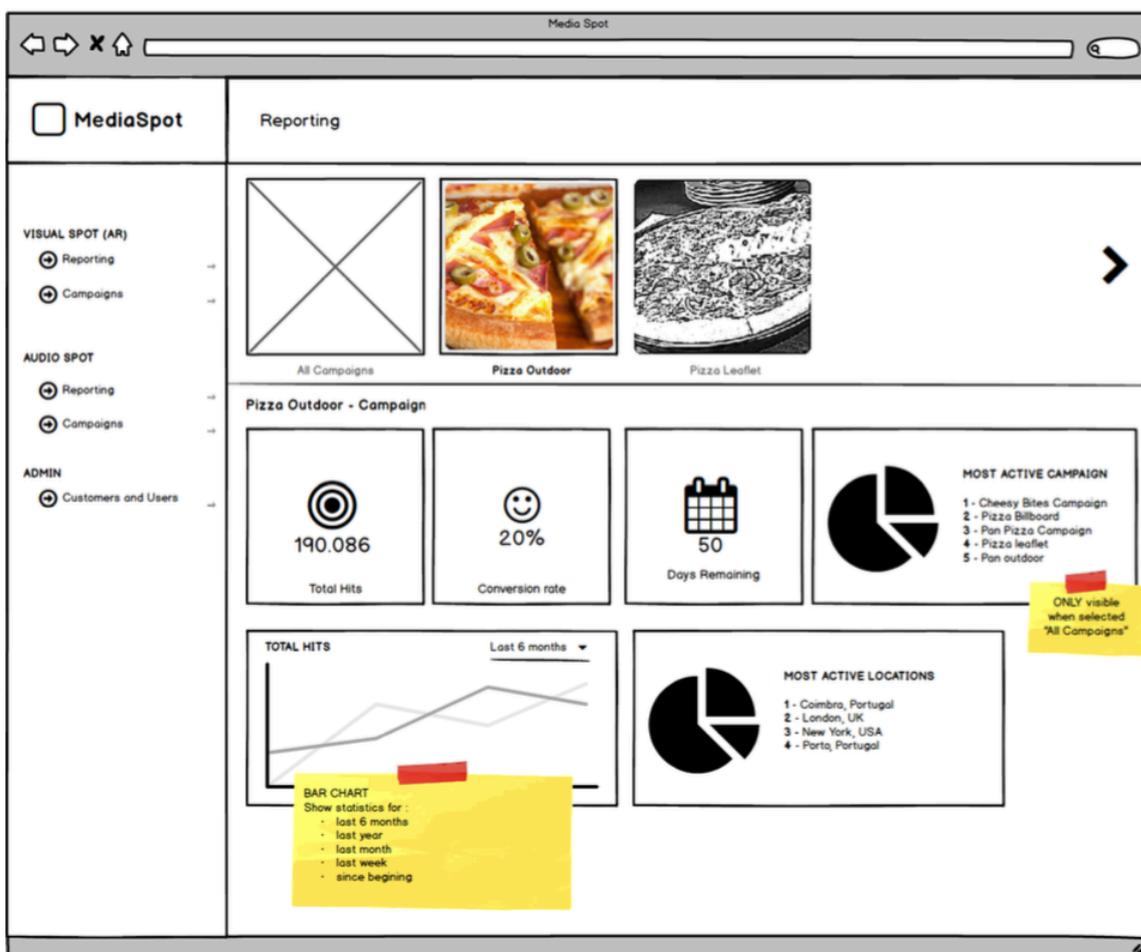


Figura 38 – Relatório por campanha

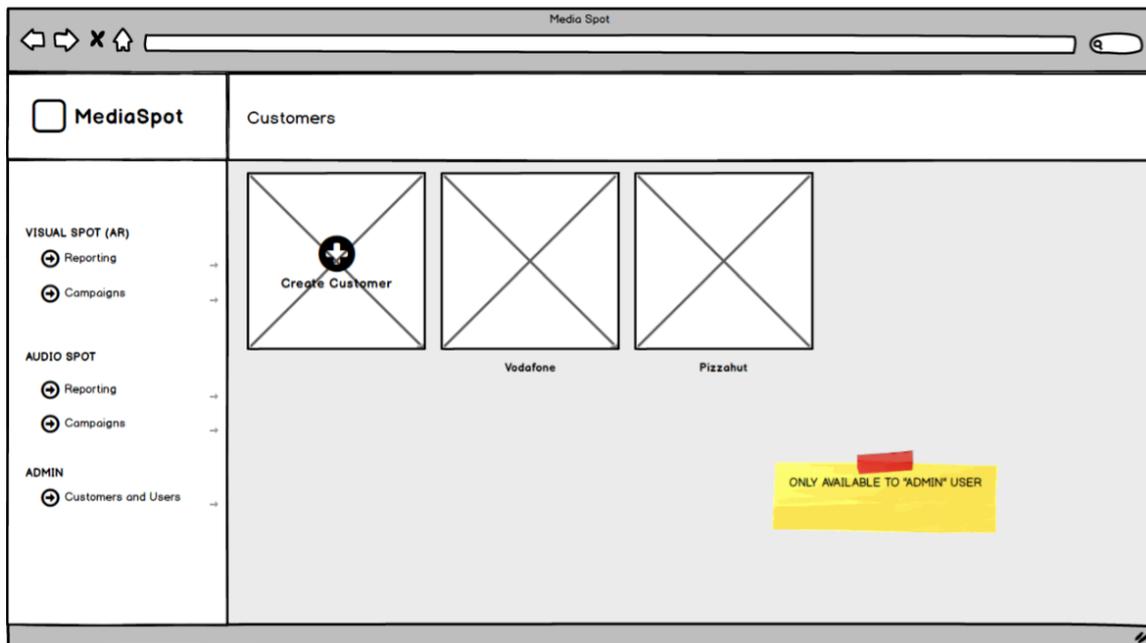


Figura 39 – Todos os clientes

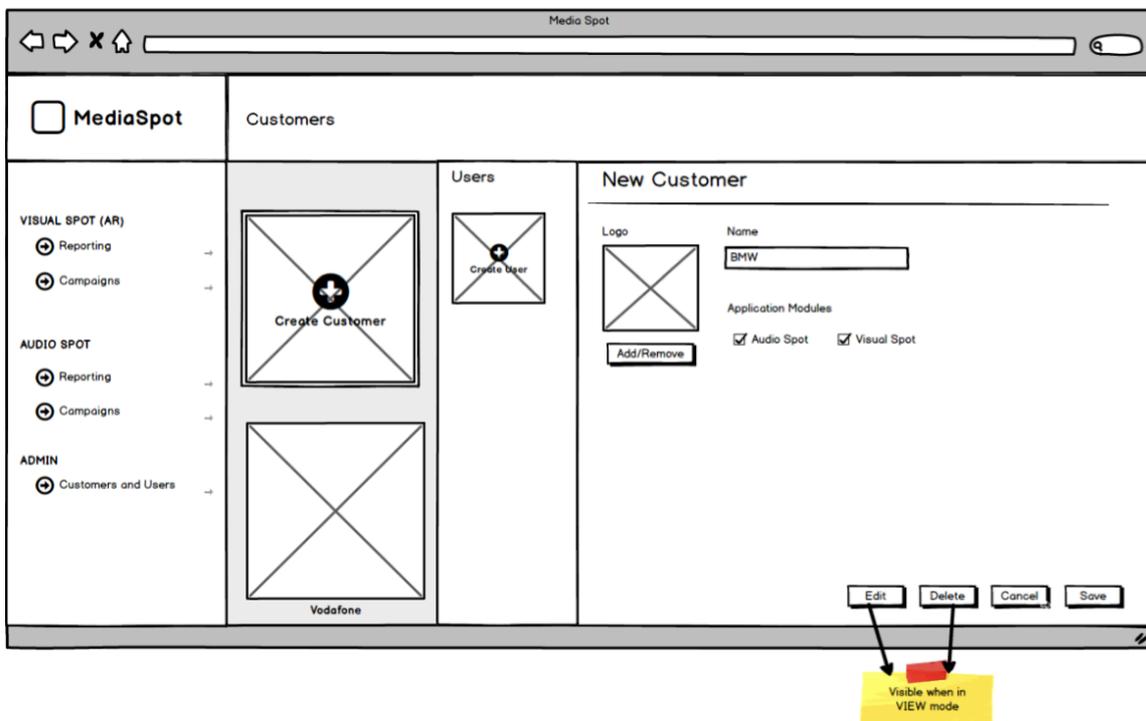


Figura 40 – Adicionar cliente

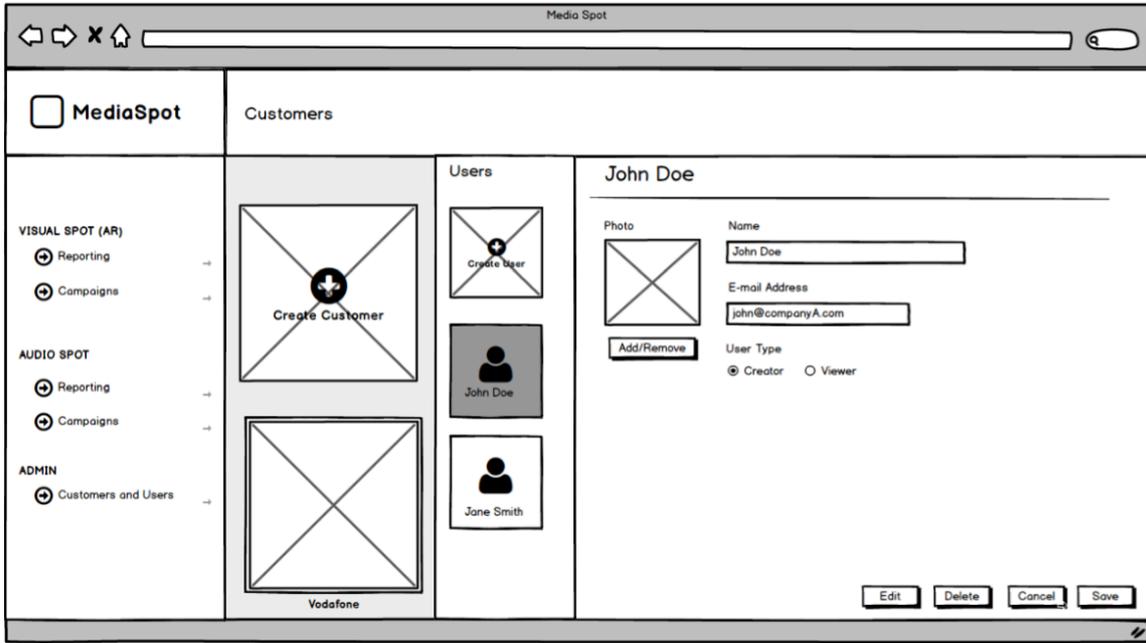


Figura 41 – Ver utilizador

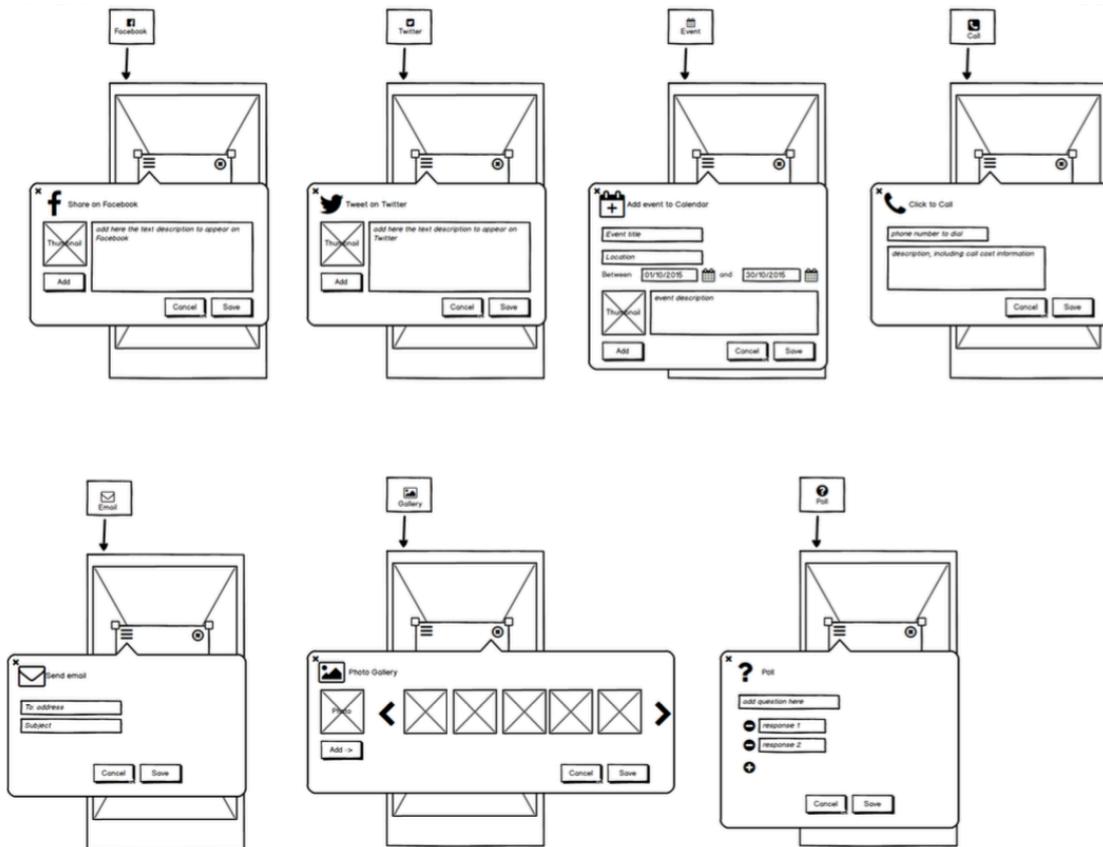


Figura 42 – Elementos Interativos

Anexo J

Funcionalidades implementadas na aplicação cliente

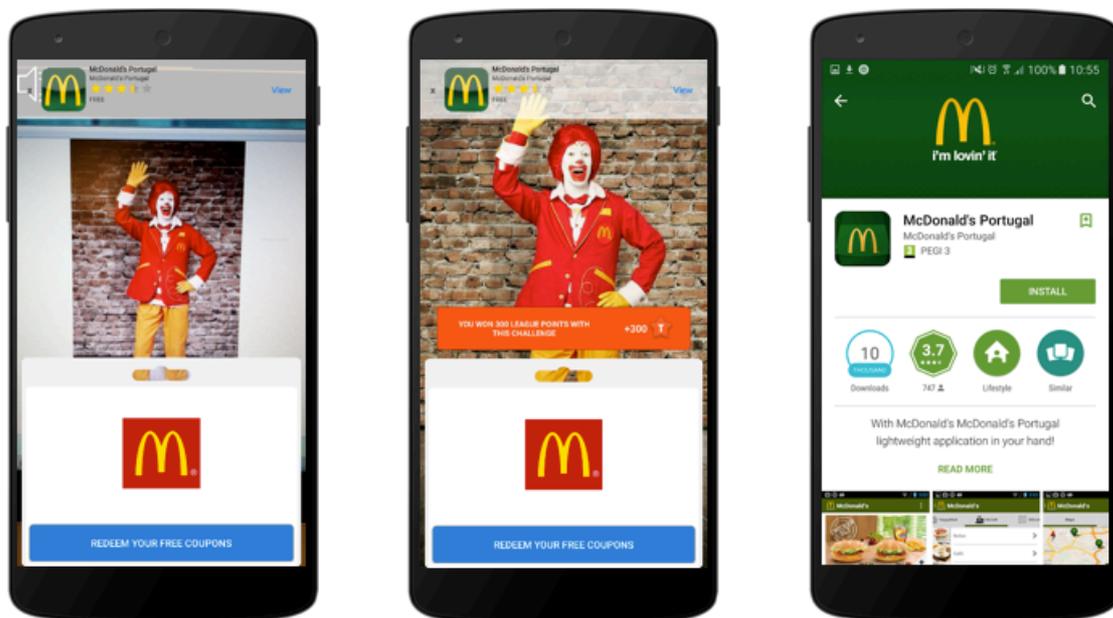


Figura 43 – Funcionalidade abrir aplicação

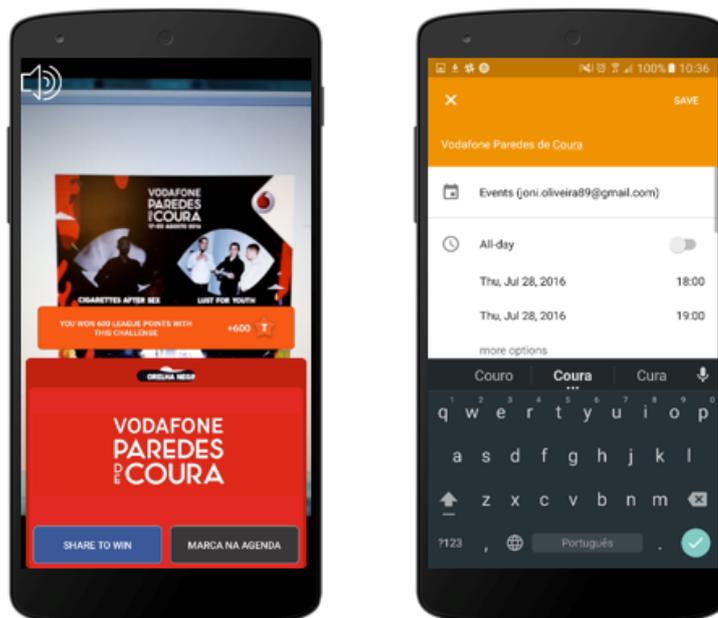


Figura 44 – Funcionalidade adicionar evento

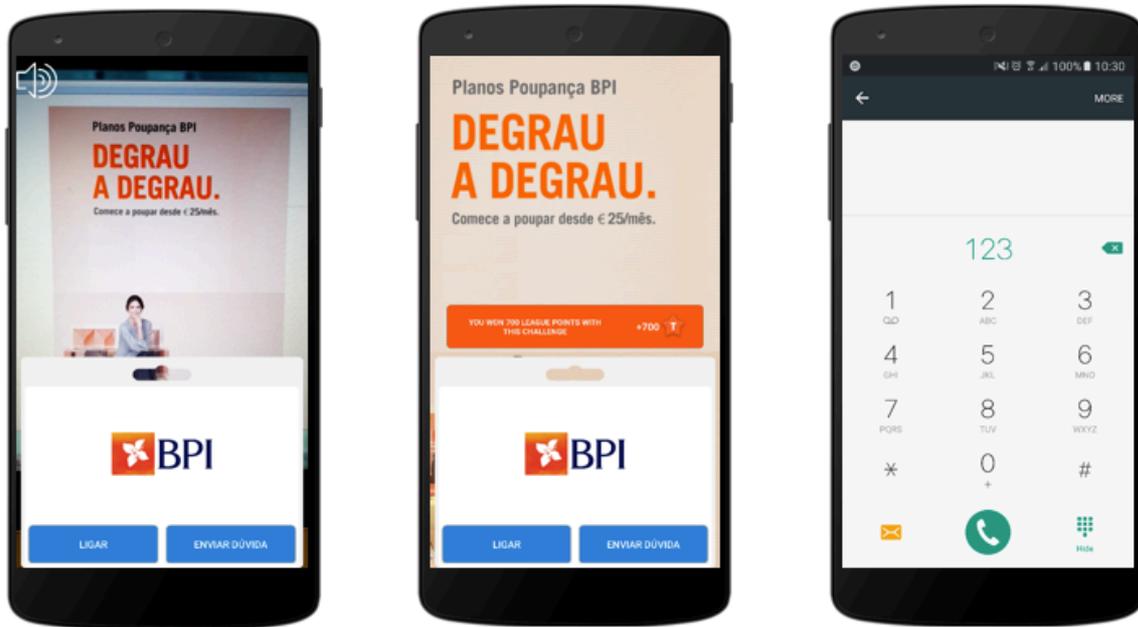


Figura 45 – Funcionalidade efetuar chamada

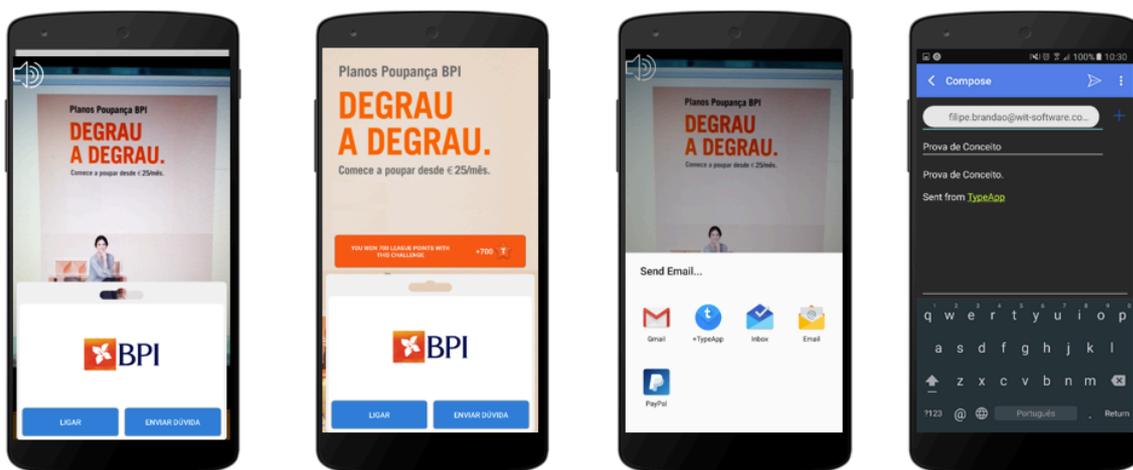


Figura 46 – Funcionalidade enviar e-mail

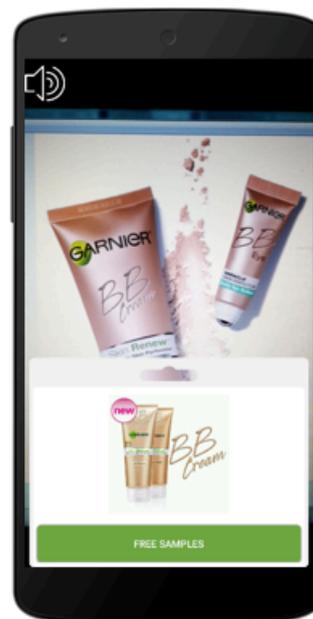
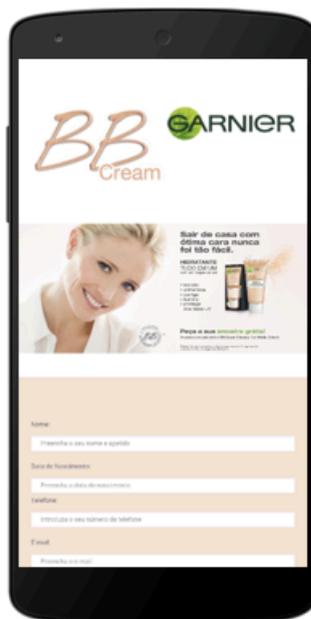
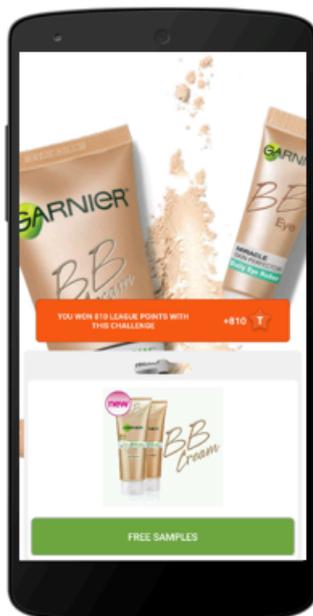


Figura 47 – Funcionalidade abrir PDF

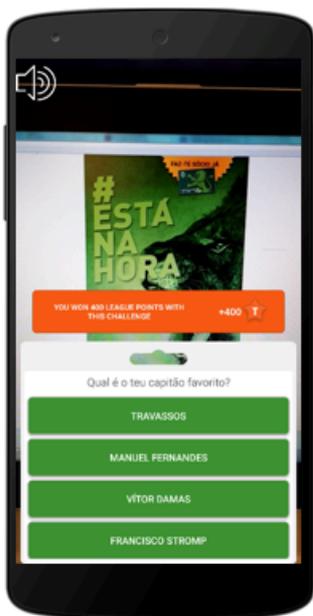


Figura 48 – Funcionalidade votação



Figura 49 – Funcionalidade partilha nas redes sociais

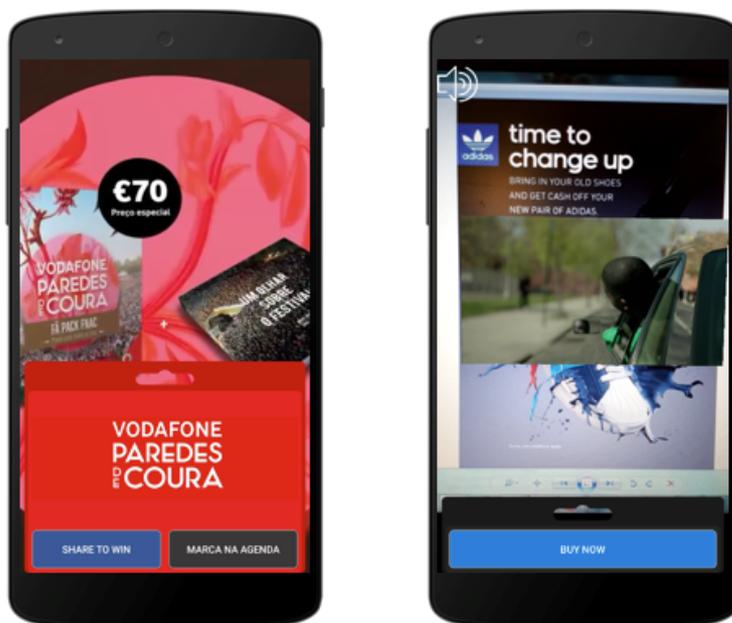


Figura 50 – Funcionalidade vídeo



Figura 51 – Funcionalidade galeria de imagens