

Mestrado em Engenharia Informática
Estágio
Relatório Final

Desenvolvimento de aplicações móveis

David José da Costa Gonçalves

djcg@student.dei.uc.pt

Orientadores

DEI | FCTUC

Luís Macedo

iClio | History for the new Media

Joaquim Ramos de Carvalho

Alexandre Pinto



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



Departamento de Engenharia Informática

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade de Coimbra

Pólo II, Pinhal de Marrocos, 3030 – 290 Coimbra

+351 239 790 000 | info@dei.uc.pt



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



iClio, LDA

History for the New Media

Instituto Pedro Nunes, Rua Pedro Nunes, 3030 – 199 Coimbra

+351 910 013 636 | geral@iclio.pt

Candidato

Nome: David José da Costa Gonçalves

Número de Estudante: 2007183485

Contacto: djcg@student.dei.uc.pt

Orientador | DEI

Nome: Luís Macedo

Contacto: macedo@dei.uc.pt

Orientador | iClio

Nome: Joaquim Ramos de Carvalho

Contacto: joaquimcarvalho@iclio.pt

Orientador | iClio

Nome: Alexandre Pinto

Contacto: alexandrepinto@iclio.net

Resumo

Com a competitividade do mercado de smartphones a aumentar, aumenta também a necessidade de o explorar. Desta necessidade surgem as mais variadas oportunidades de negócio que as empresas pretendem explorar através de aplicações móveis. Utilizando as capacidades dos equipamentos móveis, o número destas aplicações tem aumentado exponencialmente, e não dá sinal de abrandamento. Existe um imenso leque de aplicações adequadas à necessidade de um utilizador, tendo cada uma a sua especificidade e valor próprio.

Assim, este projecto de estágio tem como principal objectivo o desenvolvimento de aplicações móveis para Android que colmatem as necessidades não só da empresa iClio, como também das dos seus clientes. Estas aplicações terão como base de trabalho o Just in Time Tourist (JiT^T), um áudio-guia móvel que auxilia os viajantes a orientarem-se numa cidade estrangeira.

Palavras-Chave

“aplicações”, “Just in Time Tourist”, “JiT^T”, “android”, “developer”, “iClio”, “smartphone”, “Rota do Peregrino”, “UC”

Índice

Capítulo 1 Introdução	1
Capítulo 2 Metodologia de Trabalho e Planeamento	3
2.2. Metodologia de Trabalho.....	3
2.2. Planeamento.....	3
Capítulo 3 Estado da Arte	5
3.2. Dispositivos móveis – tendências.....	5
3.2. Aplicações móveis – tendências.....	9
3.3. Evolução da tecnologia	11
3.3.1. Android 1.0/1.1 – Astro.....	11
3.3.2. Android 1.5 – Cupcake.....	12
3.3.3. Android 1.6 – Donut.....	13
3.3.4. Android 2.0/2.1 – Éclair	14
3.3.5. Android 2.2 – Froyo.....	15
3.3.6. Android 2.3 – Gingerbread.....	17
3.3.7. Android 3.0/3.1/3.2 – Honeycomb.....	19
3.3.8. Android 4.0 – Ice Cream Sandwich.....	21
3.3.9. Android 4.1/4.2 – Jellybeans	22
Capítulo 4 Trabalho Desenvolvido	25
4.1. Tecnologias Utilizadas.....	25
4.2. Rota do Peregrino	26
4.2.1. Requisitos	26
4.2.2. Design e conteúdo.....	28
4.2.3. Solução e Arquitectura.....	28
4.2.4. Testes	32
4.3. UC Tour – Library and The World.....	34
4.3.1. Requisitos	34
4.3.2. Design e conteúdo.....	36
4.3.3. Solução e Arquitectura.....	36
4.3.4. Testes	39
Capítulo 5 Notas Finais	43
Apêndice A Tabelas de Planeamento	45
Apêndice B Produtos Finais.....	47

Apêndice C Estudo sobre Downloads	53
Referências	55

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Funcionalidades Android 1.0/1.1	12
Tabela 2 - Funcionalidades Android 1.5.....	13
Tabela 3 - Funcionalidades Android 1.6.....	13
Tabela 4 - Funcionalidades Android 2.0/2.1	14
Tabela 5 - Funcionalidades Android 2.2.....	15
Tabela 6 - Funcionalidades Android 2.3.....	18
Tabela 7 - Funcionalidades Android 3.0/3.1/3.2.....	20
Tabela 8 - Funcionalidades Android 4.0.....	21
Tabela 9 - Funcionalidades Android 4.1/4.2.....	23
Tabela 10 – Requisitos Rota do Peregrino.....	28
Tabela 11 - Testes efectuados	33
Tabela 12 - Requisitos UC Tour - Library and The World	36
Tabela 13 - Comportamento adoptado para cada situação	37
Tabela 14 - Testes de programador UC Tour - Library and The World.....	40
Tabela 15 - Testes de local UC Tour - Library and The World.....	41
Tabela 16 - Planeamento do 1º Semestre.....	45
Tabela 17 – Planeamento do 2º Semestre	45
Tabela 18 - Percentagens de aplicações por versão Android	54
Tabela 19 - Comparação - Nr. Instalações activas vs Nr. Instalações totais.....	54

Lista de Figuras

Figura 1 – Número de vezes que as pessoas olham para o smartphone	5
Figura 2 – Aplicações mais utilizadas no smartphone e médias de tempo	6
Figura 3 - Aumento do uso dos dados móveis.....	7
Figura 4 – Vendas mundiais por sistema operativo de 2009 a 2013	8
Figura 5 – Previsão de vendas de smartphones para todo o mundo	8
Figura 6 – Número de downloads nas lojas nativas até fim de Junho de 2012.....	9
Figura 7 – Comparação entre número de vendas de smartphones contra número de aplicações disponíveis.....	10
Figura 8 – Previsão de número de downloads até 2015.....	10
Figura 9 – Factor de aumento de velocidade.....	16
Figura 10 - Diagrama de Actividade – Separador Informação	29
Figura 11 - Diagrama de Actividade – Separador Mapa	31
Figura 12 - Vista Lógica da MapActivity – Rota do Peregrino	32
Figura 13 - Vista Lógica MapActivity - UC Tour	39
Figura 14 – Splash screen Rota do Peregrino.....	47
Figura 15 - Ecrãs de informação e selecção.....	48
Figura 16 - Ecrãs de terço e selecção.....	48
Figura 17 - Ecrãs de rota, selecção de ponto, e mapa	49
Figura 18 - Ecrã "Outros"	49
Figura 19 - Ecrãs “Planear Rota” e “Visita Livre”	50
Figura 20 - Ecrãs para rota planeada e rota livre.....	50
Figura 21 - Ecrãs relativos ao ponto de interesse	51
Figura 22 - Ecrã "Opções"	51
Figura 23 - Número de downloads por aplicação.....	53

Capítulo 1

Introdução

De modo a contextualizar o estágio é importante, antes de mais, apresentar a empresa que o proporciona, e a sua principal área de incidência.

A iClio é uma empresa virtual com origem em Coimbra, incubada pelo IPN (Instituto Pedro Nunes), que visa aproveitar as oportunidades de negócio criadas pelas novas plataformas tecnológicas.

Apostando num mercado mais direccionado para as áreas de História, Património e Cultura, o grande enfoque desta empresa é desenvolver aplicações que tenham em conta estes tópicos, sendo também importante para esta empresa que exista uma forte componente de inovação em todos os seus produtos, pelo que cada aplicação desenvolvida está sempre a ser reinventada de forma a evoluir e a incluir novas funcionalidades, fruto dessa mesma inovação.

É partindo deste princípio que surge o JiTT (Just in Time Tourist), um áudio-guia móvel que visa substituir o guia turístico aquando uma visita a uma cidade desconhecida. Esta aplicação é neste momento a jóia da coroa da iClio, tendo sido finalista na AppCircus | São Paulo e candidata ao prémio Best Mobile Content, atribuído pela WSA-Mobile [1].

A iClio também participa activamente num projecto Open Source que visa o desenvolvimento da aplicação Web Time Link, que por sua vez é utilizada em investigação histórica.

Sobre a iClio, resta apenas dizer que é uma empresa que cria pontes entre conteúdos e tecnologia, reconhecendo que o verdadeiro valor está nos conteúdos e na forma como estes são apresentados.

A título de curiosidade, deve o seu nome a Clio, a musa da história, e foi fundada por antigos alunos da Faculdade de Letras [2].

O estágio tem como objectivo o desenvolvimento de aplicações que tenham como base valores como a Cultura, Património ou História. É nestes princípios que assenta o JiTT, não fosse esta aplicação um áudio-guia móvel. É também no JiTT que foram baseadas as aplicações a desenvolver ao longo de todo o estágio, já que partilham não só o método de funcionamento como também os valores em causa.

Assim, resumidamente, no primeiro semestre foi desenvolvida uma aplicação para a empresa Rota do Peregrino, cujo principal objectivo é o de acompanhar os peregrinos ao longo da sua peregrinação para Fátima, utilizando uma de várias rotas, apontando não só o caminho como também os mais determinados pontos de interesse (restaurantes, locais de apoio ao peregrino, entre outros). Este projecto serviu mais como preparação para o que viria a ser desenvolvido no segundo semestre, ou seja, apesar de ser importante, foi encarado como introdução à programação para dispositivos móveis.

No segundo semestre, desenvolveu-se um áudio-guia para turistas estrangeiros que pretendam visitar a Universidade de Coimbra. Contudo, de momento, está só desenvolvida para turistas portugueses, devido a questões orçamentais aos quais o orientando é alheio. Resumidamente, esta aplicação tem em conta o tempo que cada turista tem para despende,

sendo que esse tempo é dado pela diferença entre a hora actual e a hora em que poderão entrar na Biblioteca Joanina, informação essa que é dada pela aquisição do bilhete. Baseado no tempo que têm para despendar, a aplicação traça uma rota cujo objectivo é o de guiar os turistas de forma a aproveitarem melhor o seu tempo. Esta aplicação foi desenvolvida em conjunto com os alunos do Mestrado em Património Europeu, Multimédia e Sociedade de Informação (Euromachs), que forneceram conteúdo e design para a aplicação.

Mais à frente será explicado como foram implementadas as diferentes aplicações, e serão tidas mais considerações acerca das mesmas.

Capítulo 2

Metodologia de Trabalho e Planeamento

2.2. Metodologia de Trabalho

No decorrer do estágio foram utilizadas algumas ferramentas da metodologia Scrum, que por sua vez é um processo iterativo, leve e incremental que se centra mais no software e menos nos artefactos [3]. Este método de trabalho foi o seleccionado uma vez que se adequava às necessidades de desenvolvimento.

A aplicação desenvolvida no primeiro semestre foi encomendada pela Rota do Peregrino à iClio, sendo que esta aplicação serviria como apoio a peregrinos que se encontrassem em peregrinação, conforme já foi referido anteriormente. Esta empresa, ao encomendar a aplicação entregou também uma lista de requisitos que o produto final deveria incluir. Esta lista assemelhava-se ao “Product Backlog” da metodologia Scrum, apesar de estes requisitos não estarem organizados por prioridades, sendo apenas algo que o cliente julga que acrescentará valor ao produto final. Relativamente ao segundo semestre a aplicação desenvolvida será o áudio-guia que foi explicado no capítulo anterior, onde também está definida de forma concreta quais serão os utilizadores que irão usufruir desta. A metodologia seguida foi a mesma do primeiro semestre, uma vez que as circunstâncias de desenvolvimento foram semelhantes, existindo também uma lista de requisitos definida pelos alunos do Mestrado Euromachs.

Em ambos os semestres, após a fase de análise e negociação de requisitos, deu-se início à implementação e, posteriormente, definição de todos os testes necessários que garantissem a estabilidade e bom funcionamento da aplicação, seguindo desta forma o processo iterativo da metodologia Scrum.

De forma a acompanhar o trabalho desenvolvido, no primeiro semestre todas as semanas existiu uma reunião com o cliente e com o CEO da iClio, onde foi revisto o trabalho efectuado durante a semana anterior, e qual seria desenvolvido na semana seguinte. Já no segundo semestre, existia uma reunião semanal entre o orientando e os alunos do Mestrado Euromachs, de forma a acompanhar a evolução do projecto de parte a parte. Já na vertente do estágio, o orientador Alexandre Pinto (CEO da iClio) acompanhou o trabalho e assegurou o cumprimento dos objectivos. Já as questões de carácter mais técnico foram respondidas pelo Gestor de Software da empresa, João Carvalho.

Finalmente resta apenas dizer que o trabalho foi também acompanhado pela plataforma Basecamp, que por sua vez permite tratar de tudo o que esteja relacionado com gestão de projectos, desde a submissão de ficheiros, troca de informações, agendamento de reuniões, entre outros.

2.2. Planeamento

A iClio planeia os seus projectos sem objectivos intermédios, existindo apenas uma data para ter o projecto concluído ou, se preferirmos, ter todos os objectivos concretizados. Esta forma de estruturação faz com que exista uma relação de confiança entre a empresa e o orientando no que diz respeito a gestão de tempo e processos, mas sempre de forma acompanhada para que a calendarização final seja cumprida.

No planeamento efectuado há que distinguir entre primeiro e segundo semestre, uma vez que as aplicações a desenvolver são distintas em termos de conteúdo/complexidade, sempre sem esquecer que a primeira é encarada como preparação para a segunda.

No início do primeiro semestre apresentaram-se tarefas diversas. Inicialmente começou-se a escrever o estado da arte no que diz respeito a dispositivos móveis, algo que se revelou bastante útil, porque permitiu ao orientando ter um conhecimento mais profundo sobre a área.

No entanto, enquanto se ia desenvolvendo o estado da arte do relatório intermédio, surgiu a proposta do cliente Rota do Peregrino à iClio, que por sua vez confiou ao orientando a implementação da aplicação pretendida. O objectivo deste projecto seria ser uma espécie de formação/preparação para o projecto a desenvolver no segundo semestre. A aplicação da Rota do Peregrino seguiu o processo normal de desenvolvimento, ou seja, começou pela proposta, seguindo-se a análise e posterior negociação de requisitos a implementar, e implementação propriamente dita. Os requisitos viriam a ser alterados, no entanto tal não prejudicou o desenvolvimento do trabalho. A razão desta alteração é descrita na secção 4.2.1.

Ainda durante o primeiro semestre, iniciou-se a escrita do relatório intermédio, à medida que se ia implementando a aplicação da Rota do Peregrino, tendo este sido terminado cerca de um mês antes da defesa intermédia.

Contudo, durante este processo descrito no parágrafo anterior, foi também definido o que veio a ser desenvolvido no segundo semestre: um áudio-guia, em tudo semelhante ao JiTT, para turistas estrangeiros que pretendam visitar a Universidade de Coimbra. Resumidamente, esta aplicação tem em conta o tempo que cada turista tem para despender, sendo que esse tempo é dado pela diferença entre a hora actual e a hora em que poderão entrar na Biblioteca Joanina, informação essa que é dada pela aquisição do bilhete. Baseado no tempo que têm para despender, a aplicação traçará uma rota que guiará os turistas de forma a aproveitarem melhor o seu tempo, sendo definidos nesta altura os requisitos base que o projecto deveria ter.

A ideia inicial seria esta aplicação “ramificar-se” em três, uma vez que a rota traçada variaria conforme a origem do turista, ou seja, a rota seria diferente para turistas de origem sul-americana, asiática (oriental) ou europeia, tendo para isso que o algoritmo que gera a rota ser calibrado para cada um dos turistas. Contudo, tal acabou por não ser possível, uma vez que por motivos orçamentais foi impossível superar algumas dificuldades (traduções, gravações profissionais, entre outros) pelo que a aplicação desenvolvida é apenas destinada a turistas portugueses, mantendo no entanto o grau de complexidade. Como este projecto foi desenvolvido em conjunto com alunos do Mestrado Euromachs da FLUC, cujo papel foi definir/criar o conteúdo (ficheiros áudio, definir pontos de interesse, definir design, entre outros), o orientando reuniu com estes alunos e apresentou-lhes um pouco do mundo dos smartphones, cuja apresentação pode ser vista no Anexo 1.

Finalmente, foram analisados os requisitos base e foram apresentados outros que foram tidos em consideração e analisados, que serão apresentados mais à frente neste relatório.

Todo este planeamento pode ser consultado em duas tabelas que se encontram no Apêndice A deste relatório.

Capítulo 3

Estado da Arte

Neste capítulo irão ser exploradas quais as tendências não só para os dispositivos móveis como também para as aplicações. Irá ser analisado o estado actual e qual é a sua tendência de evolução para o futuro.

Também irá ser explorada a vertente histórica da tecnologia em si, ou seja, quais têm vindo a ser as evoluções registadas pelo Android, e qual o seu estado actual.

3.2. Dispositivos móveis – tendências

É um facto conhecido que as pessoas utilizam cada vez mais os smartphones como ferramenta de auxílio para realizar tarefas do dia-a-dia. Desta forma, é normal assumir que o número de vezes que cada pessoa utiliza o seu smartphone é naturalmente alto, gastando portanto cada vez mais tempo com ele. Uma estimativa do tempo despendido pode ser visto na figura seguinte [4]:

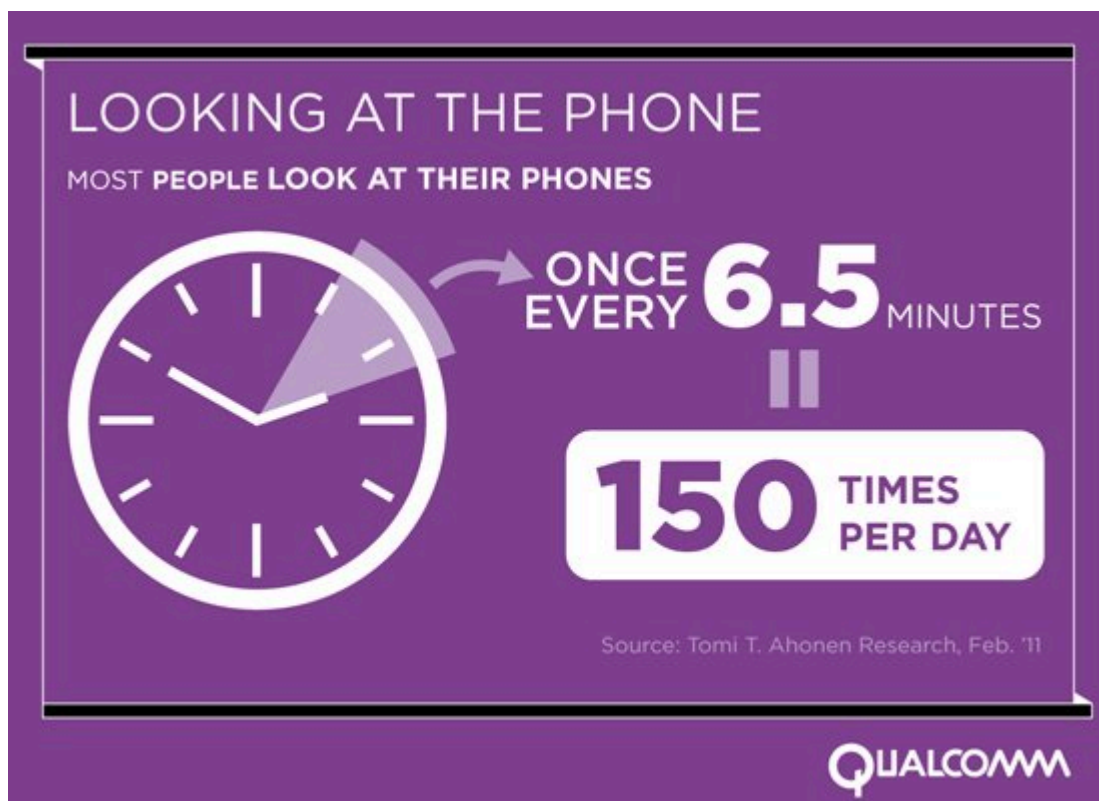


Figura 1 – Número de vezes que as pessoas olham para o smartphone

Este aumento no tempo que a maioria das pessoas utiliza para interagir com o seu smartphone é explicado pela diversidade de tarefas que é possível realizar com o auxílio deste aparelho. Desde navegar na Internet, enviar mensagens ou jogar um jogo, podemos afirmar que o actual smartphone é a versão digital do “canivete suíço” devido à enorme variedade de usos que ambos podem ter, acabando por substituir o uso de outros objectos

que antigamente teríamos de trazer connosco, como por exemplo a máquina fotográfica ou o relógio de pulso [5].

Esta diversidade de aplicações, e o tempo gasto em média em cada uma delas, pode ser visto na figura seguinte [5]:



Figura 2 – Aplicações mais utilizadas no smartphone e médias de tempo

Ao analisar a imagem podemos concluir que as duas funções mais importantes que o “telemóvel” tinha anteriormente, que eram enviar/receber mensagens e realizar chamadas, passaram para segundo plano, sendo agora mais importante que este tenha outras utilidades, alterando-se assim o paradigma do que é importante num telemóvel.

Através desta versatilidade de utilidades que o smartphone pode ter, é fácil de perceber que este mercado tenha crescido exponencialmente, não dando sinais de paragem, aumentando também a competitividade entre os diversos fabricantes. Esta competitividade faz com que aumente a inovação nestes produtos, de forma a tentar obter uma quota maior deste mercado, o que por sua vez também o aumenta. Estes dois fenómenos acabam por ser um ciclo vicioso.

Outra razão que se prende com o crescimento do mercado é o acesso fácil à Internet, como também já foi dito anteriormente. Este acesso é conseguido em qualquer lugar através do uso dos dados móveis. Esta utilização de dados móveis duplicou quando comparados os terceiros quadrantes de 2011 e 2012. Podemos também afirmar que entre os segundo e terceiro quadrantes de 2012, a utilização de dados móveis cresceu 16%. O terceiro quadrante de 2012 é o que contém informação mais actualizada [6].

Apresenta-se de seguida um infograma que mostra alguns dados estatísticos referentes ao aumento da utilização de dados móveis nos smartphones [7].

Rise of the mobile **Data Lovers**

On average, multinational companies have each produced

24 branded apps



Of the 7 billion people in the world,

4 billion

use a mobile phone while **3.5 billion** own a toothbrush

In 2013



mobile devices will become the most common way to access the web



51%

of mobile subscribers in the UK own a smartphone and 74% of them use it when shopping

There was an

89%

increase in mobile data usage between 2010 and 2011



86%

of mobile internet users go online while they're watching TV



91%

of people have their mobile phone within arm's reach 24/7



Business intelligence is already the third most popular enterprise mobile app, behind email and personal information management apps

71%

of CIOs see mobile working as **transformational** or **strategic**

81%

of employees use **at least one device** for business use



Enterprise tablet adoption will grow almost

50% per year



Figura 3 - Aumento do uso dos dados móveis

Todos os motivos apresentados anteriormente contribuirão activamente para existir um aumento de vendas a nível mundial. Podemos ver na imagem seguinte a quantidade de vendas mundiais (em milhões de unidades) por sistema operativo desde 2009 até ao momento actual [8]:

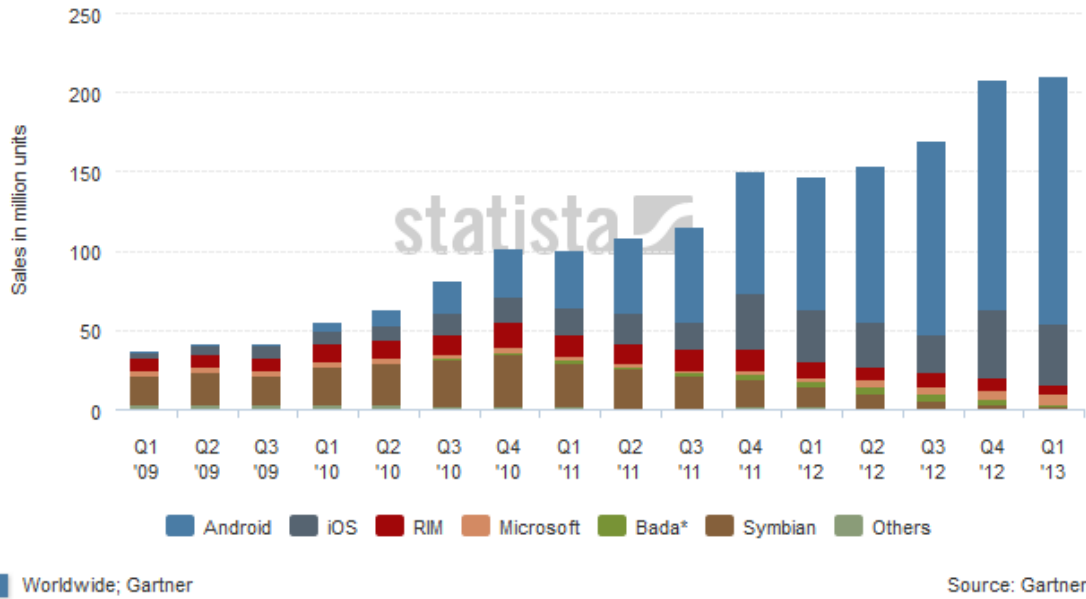


Figura 4 – Vendas mundiais por sistema operativo de 2009 a 2013

É previsível que este número de vendas continue a aumentar ao longo do tempo, como pode ser confirmado na seguinte imagem [9]:

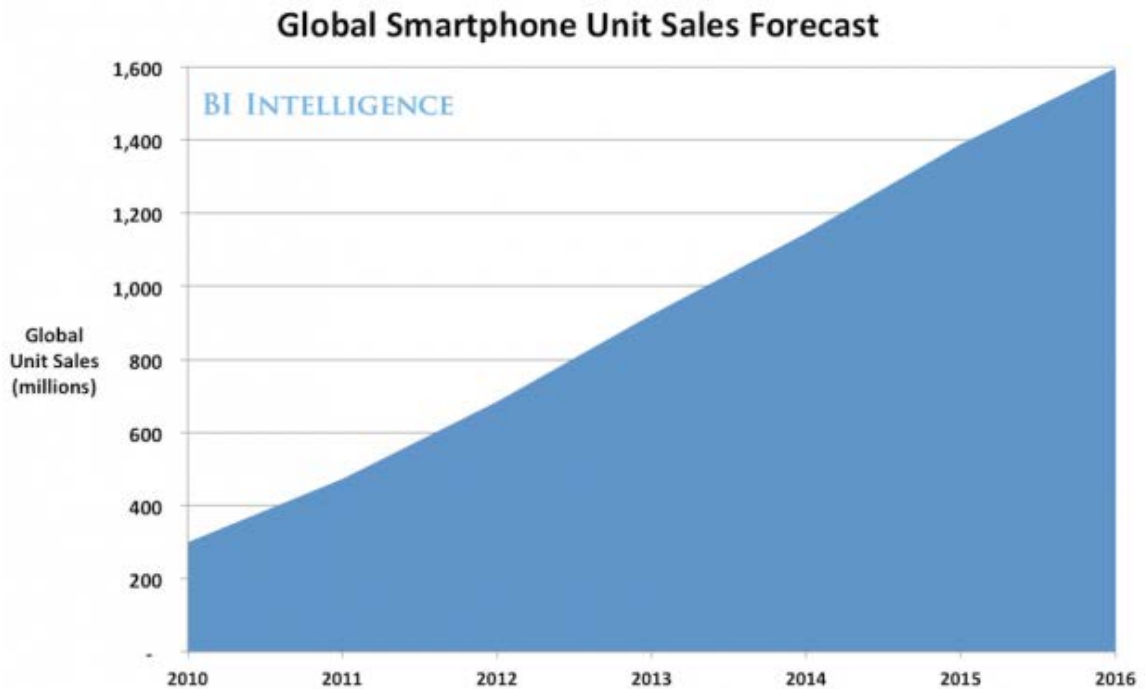


Figura 5 – Previsão de vendas de smartphones para todo o mundo

3.2. Aplicações móveis – tendências

As aplicações especialmente desenvolvidas para telemóveis fazem parte da nossa vida há décadas, sendo uma das primeiras e mais famosa incluída pela Nokia nos seus telemóveis em 1997. Esta aplicação era o jogo Snake [10]. Estas aplicações vinham embutidas no telemóvel, e quando se tornou possível comprá-las, a distribuição de conteúdos e aplicações móveis muitas vezes era realizada através de portais que eram geridos pelas operadoras de rede. Estes portais tiveram algum sucesso na venda de conteúdos, mas o seu funcionamento não era claro e acabou por não atrair programadores e utilizadores suficientes para alavancar essa ideia [11].

Actualmente, o mercado de aplicações é já um mercado de milhões de dólares, onde cada fabricante tem a sua loja própria, como são os casos do Android (Google Play) e da Apple (App Store). As outras marcas também possuem lojas próprias, contudo os dois grandes dominadores do mercado são os anunciados anteriormente.

Podemos ver uma comparação de downloads das lojas nativas na seguinte imagem [12]:

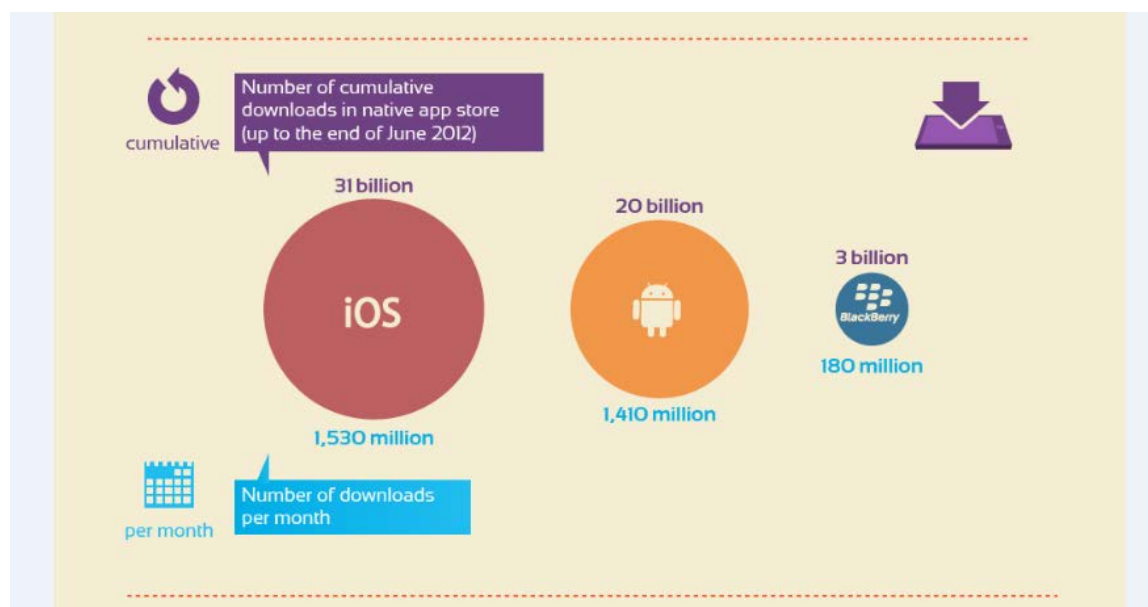


Figura 6 – Número de downloads nas lojas nativas até fim de Junho de 2012

É também importante referir que as empresas produtoras de aplicações estão cada vez mais à procura de expansão, uma vez que podemos verificar que algumas aplicações que eram exclusivas de um determinado fabricante deixaram de o ser, passando a estar disponíveis para outros. Um exemplo disto foi o famoso Instagram, inicialmente exclusivo dos smartphones da Apple (desde 2010) e que expandiu para Android em Abril de 2012 [13]. Outro exemplo da importância que as multiplataformas têm pode ser o jogo Angry Birds Space, lançado em 22 de Março de 2012, disponível ao mesmo tempo para Android, iOS e Mac [14].

Outra comparação interessante será a de número de smartphones com determinado OS vendido contra o número de aplicações disponíveis para download na loja nativa desse OS. Essa comparação, e mais alguma informação, pode ser vista na figura seguinte [12]:

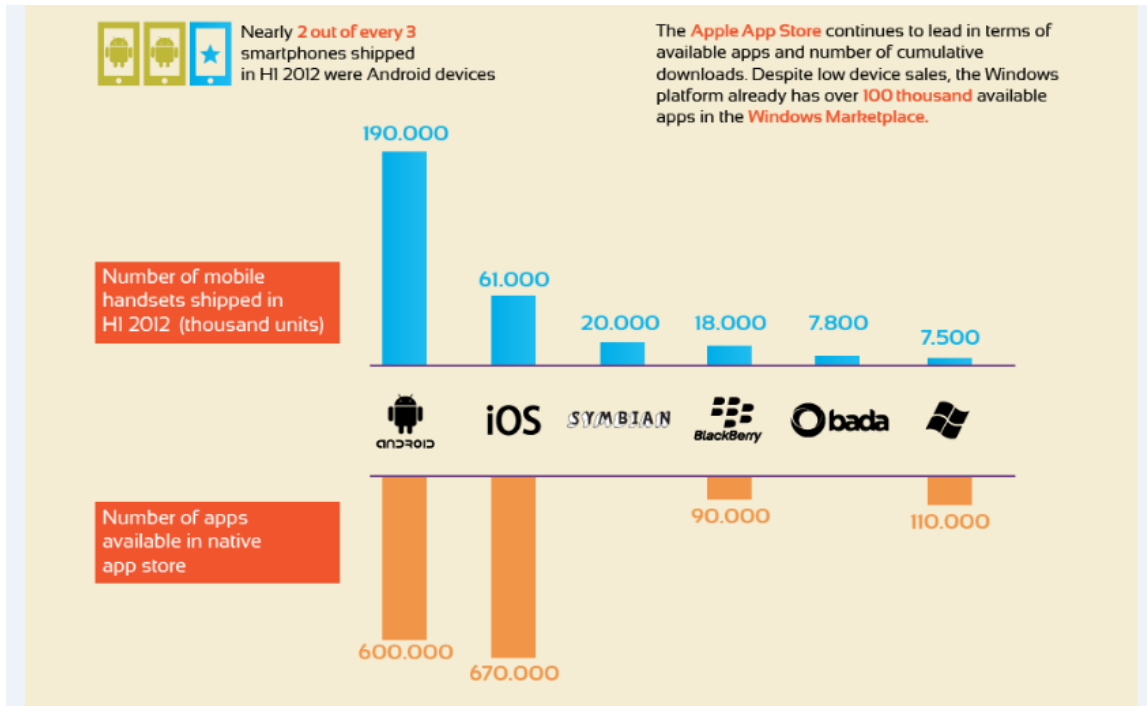


Figura 7 – Comparação entre número de vendas de smartphones contra número de aplicações disponíveis

Finalmente, resta apenas mencionar que o número de aplicações disponíveis não pára de aumentar, assim como também estão sempre a aumentar o número de downloads. Este crescimento prevê-se que continue, sem dar sinal de abrandamento. Um gráfico ilustrativo desta afirmação pode-se consultar na Figura 7 [11].

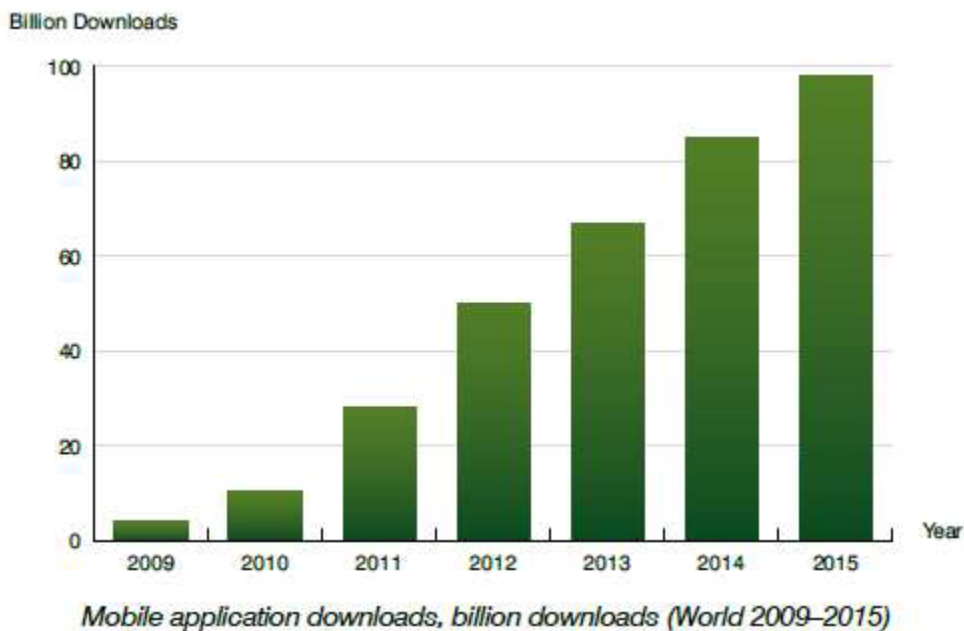


Figura 8 – Previsão de número de downloads até 2015

3.3. Evolução da tecnologia

O Android é um sistema operativo baseado em Java/Linux para dispositivos móveis desenvolvido pela Google, tendo sido anunciado em 2007. O que torna este sistema operativo único é o facto de a Google estar a fornecê-lo sem custos a empresas de hardware, software e telecomunicações que o queiram usar nos seus produtos, apesar de continuar a trabalhar no seu desenvolvimento. Não é portanto de estranhar que tenha sido criada a Open Handset Alliance, um grupo de desenvolvimento que visa contribuir para o desenvolvimento do Android. Nesta aliança encontram-se as tais empresas que utilizam este sistema operativo nos seus produtos. Finalmente, o objectivo deste sistema operativo será o de simplificar o desenvolvimento de software, tornando-o acessível a todas as pessoas [15][16].

Relativamente às funcionalidades, cada dispositivo que tenha um sistema operativo Android, independentemente da sua versão, contém as seguintes funcionalidades, denominadas de funcionalidades básicas [16]:

- User Interface;
- Multitasking;
- Pastas (Folders);
- Câmara/Vídeo;
- Monitorização de redes de dados
- Wi-Fi;
- Ferramentas de desenvolvimento.

Contudo, apesar de ter sido anunciado em 2007, a primeira versão deste sistema operativo só surgiu em Setembro de 2008, com a versão Android 1.0 – Astro, no smartphone HTC Dream. A título de curiosidade, até à data actual esta é a única versão do Android cujo “codename” não é o de uma sobremesa/doce. Estas actualizações prolongaram-se até à versão 4.1 – Jelly Beans, lançada em Julho de 2012. Segue-se uma lista com as principais alterações/novidades de versão para versão, assim como uma breve análise de cada uma.

3.3.1. Android 1.0/1.1 – Astro

Versão	Data de lançamento	Funcionalidades ou mudanças (principais) [17][18]
1.0	23 de Setembro de 2008	Sincronização com vários serviços Google (Gmail, Google Maps (com Street View), Google Calendar, Google Contacts)
		Android Market (agora chamado de Google Play)
		GPS
		Bluetooth (mas não stereo Bluetooth)
		Pastas (ou Folders) que permitiam agrupar várias aplicações ou ficheiros
		Câmara, mas versão rudimentar (não era possível balancear cores, alterar qualidade, etc)
		Web Browser

		Status Bar
		Janela de notificações pull-down
		WiFi
		Aplicações de raiz (Youtube, MediaPlayer, calculadora, alarme, galeria, home screen, etc)
		Suporte para chamadas, SMS, IM e MMS
1.1	9 de Fevereiro de 2009	Update ao Google Maps (mostra detalhes e reviews da procura do utilizador)
		Possibilidade de guardar anexos nas mensagens
		Adicionado suporte para scroll nos layouts

Tabela 1 – Funcionalidades Android 1.0/1.1

Esta primeira versão do Android foi pensada de forma a ser explorado o lado profissional/empresarial do smartphone, não tendo existido uma grande preocupação com a componente de entretenimento. Tal pode ser confirmado pelo facto do pouco controlo que os utilizadores teriam sobre a câmara, ou através do MediaPlayer não ter capacidade para reproduzir vídeos.

É também visível uma clara aposta em aproveitar tudo o que a Internet tem para oferecer, através da sincronização com os serviços Google e também de aplicações como Youtube. De referir também que o browser suportava HTML.

O Android Market também introduziu a possibilidade de os utilizadores fazerem download/actualizarem apps, de forma fácil e clara. Inicialmente, o Android Market teria cerca de 35 aplicações.

O update para a versão 1.1 serviu maioritariamente para corrigir bugs e introduzir as funcionalidades representadas na tabela. Foi o primeiro update a ser feito ao Android.

3.3.2. Android 1.5 – Cupcake

Versão	Data de lançamento	Funcionalidades ou mudanças (principais) [17][19]
1.5	30 de Abril de 2009	Suporte para Widgets
		Android Market actualizado (adição de categorias e de filtros para procura)
		Possibilidade de copiar/colar no browser
		Animação na transição de ecrãs
		Rotação automática de ecrã
		Introdução de teclado virtual com predição de texto e possibilidade de o utilizador criar um dicionário
		Suporte para Stereo Bluetooth e Auto-Pairing

		Possibilidade de fazer upload de vídeos para o Youtube e de fotos para o Picasa
--	--	---

Tabela 2 - Funcionalidades Android 1.5

Esta versão do Android foi baseada no Linux Kernel 2.6.27. É a primeira cujo codename é o nome de uma sobremesa/doce. Esta actualização serviu para introduzir uma boa quantidade de funcionalidades novas, ao mesmo que tempo que corrigiu vários bugs da versão anterior.

Foram introduzidos os Widgets nesta versão. Widgets são pequenas aplicações que pairam no ambiente de trabalho que fornecem serviços ou informações muito específicas ao utilizador (exemplos: previsão do tempo, relógio, lanterna, entre outros).

Finalmente, a funcionalidade de rotação de ecrã que se pode experienciar quando se alterna o aparelho de posição vertical para horizontal também foi introduzida nesta actualização, algo a que estamos tão habituados hoje em dia.

3.3.3. Android 1.6 – Donut

Versão	Data de lançamento	Funcionalidades ou mudanças (principais) [17][20]
1.6	15 de Setembro de 2009	Caixa de procura rápida
		Android Market actualizado (procura facilitada e introdução de screenshots das aplicações)
		Actualização à câmara (integração com a galeria, tanto para vídeo como fotografias)
		Motor Text-to-Speech
		Suporte para criação de VPN's
		Suporte para ecrãs de resolução WVGA
		Expansão à Gesture Framework e introdução à nova ferramenta de desenvolvimento GestureBuilder.
		Indicador de utilização de bateria

Tabela 3 - Funcionalidades Android 1.6

Esta versão do Android foi baseada no Linux Kernel 2.6.29. Incluía várias novas funcionalidades, entre as quais se destaca o novo motor Text-to-Speech, que sintetizava o modo de falar. Este motor permitia que uma aplicação “falasse” um texto introduzido pelo utilizador, com o sotaque que coincidissem com a linguagem utilizada. Suportava as seguintes línguas: inglês (com pronúncia Americana ou Britânica), francês, italiano e espanhol.

A integração da câmara com a galeria também foi importante, pois permitia aos utilizadores visualizarem de forma rápida as fotos que tiraram ou os vídeos que gravaram, e realizar operações sobre estes ficheiros, tais como apagar, renomear, entre outras. É também

possível alternar entre câmara fotográfica e câmara de filmar de forma simples, sem ser necessário sair da aplicação. Os vídeos podiam ser gravados em MP4 ou 3GP.

A introdução da caixa de procura rápida tornou possível a procura no dispositivo móvel. Esta procura não se restringia somente à Internet, abrangendo também os contactos, música e dicionário. A procura através desta funcionalidade poderia ser feita através de voz ou texto.

O indicador de utilização de bateria seria um ecrã que permitia ao utilizador verificar quais aplicações e/ou serviços estavam a consumir mais bateria num determinado momento, podendo tomar acções sobre a dita aplicação ou serviço caso quisesse.

Finalmente, os utilizadores podiam criar ou conectar-se a uma VPN, através de um painel de controlo existente nas opções do smartphone.

3.3.4. Android 2.0/2.1 – Éclair

Versão	Data de lançamento	Funcionalidades ou mudanças (principais) [17][21]
2.0	26 de Outubro de 2009	Sincronização com mais que uma conta – múltiplas contas.
		Suporte para Bluetooth 2.1
		Wallpapers animados
		Actualização ao Google Maps
		User Interface redesenhada
		Optimização na velocidade do Hardware
		Melhoria no layout do teclado virtual
		Melhoria no dicionário do teclado
		Melhoria no layout e funcionalidades do browser e suporte para HTML5
		Suporte para mais resoluções e tamanhos de ecrã
		Contacto rápido
2.1	12 de Janeiro de 2010	Correcção de bugs
		Pequenas emendas à API

Tabela 4 - Funcionalidades Android 2.0/2.1

Esta actualização trouxe como grande novidade a possibilidade de sincronizar várias contas com o smartphone, ou seja, seria possível ver os emails de contas separadas no mesmo ecrã de forma fácil, através desta sincronização.

A UI foi também redesenhada, e foi introduzida a possibilidade de ter wallpapers animados e de usá-los como fundo. Esta alteração à UI fez com que se levasse a uma optimização na velocidade do hardware, uma vez que se alterou nesta parte a arquitectura gráfica.

A introdução do Bluetooth 2.1 também foi importante uma vez que permitia transferência de ficheiros de forma mais rápida.

Na câmara foram introduzidas ferramentas de manuseamento de imagem, conforme foi referido na tabela acima. Uma das funcionalidades introduzidas foi a possibilidade de fazer zoom com um duplo toque.

Esta forma de fazer zoom também foi aplicada nesta versão ao browser, que por sua vez também teve direito a suporte para HTML5, assim como uma melhoria ao seu layout.

A actualização ao Google Maps transformou esta aplicação na versão 3.1.2, tendo sido implementada a navegação turn-by-turn, que até então não existia.

Finalmente a funcionalidade de Contacto Rápido permitia ao utilizador ter acesso instantâneo à informação do contacto e aos modos de o contactar (chamada, SMS ou email), tendo para isso apenas que tocar na foto do contacto. Outras aplicações, como por exemplo o email, também passaram a fazer uso desta funcionalidade.

3.3.5. Android 2.2 – Froyo

Versão	Data de lançamento	Funcionalidades ou mudanças (principais) [17][22]
2.2	20 de Maio de 2010	Introdução de dicas no ecrã principal, assim como de ícones
		Melhoria na velocidade das aplicações através de compilação JIT
		Integração do motor V8 Javascript no browser
		Suporte para o Android Cloud to Device Messaging (C2DM)
		Suporte para Adobe Flash
		Adicionadas as funcionalidades de USB Tethering e de WiFi Hotspot
		Possibilidade de instalar aplicações em memória externa (Cartão SD)
		Teclado com várias linguagens e possibilidade de alternar entre elas
		Actualizações de segurança na sincronização de contas
		Actualização à UI Framework
		Possibilidade de fazer backup aos dados
2.2.1	18 de Janeiro de 2011	Correcção de bugs, updates de segurança e melhoria na performance
2.2.2	22 de Janeiro de 2011	Correcções menores de bugs
2.2.3	21 de Novembro de 2011	Dois patches de segurança

Tabela 5 - Funcionalidades Android 2.2

Esta versão do Android foi baseada no Linux Kernel 2.6.32. Contou com três actualizações (2.2.1, 2.2.2, e 2.2.3), mas foram quase sempre para correcção de pequenos bugs.

Esta actualização foi importante, pois permitiu ao Android aumentar a sua performance em termos de velocidade, graças a duas importantes alterações: o motor V8 Javascript no browser e a compilação JIT (Just in Time). Enquanto a primeira actualização actuava sobre o browser, tornando o carregamento de páginas bastante mais rápido, a segunda aumenta entre duas a cinco vezes a performance da CPU quando comparado com a versão anterior do Android (2.1) em situações iguais. Seguidamente apresenta-se um gráfico que mostra o aumento de performance verificado quando se correm alguns testes de desempenho [22]:

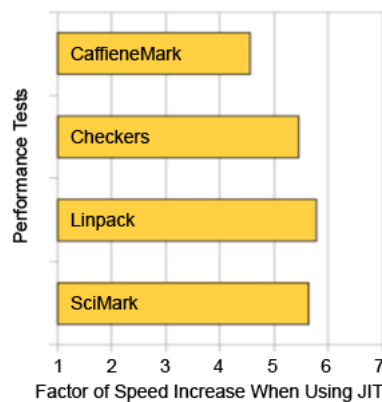


Figura 9 – Factor de aumento de velocidade

No ecrã principal foram introduzidas “dicas” de apoio a novos utilizadores, que serviriam como algo semelhante a um guia para os orientar no modo de funcionar com o smartphone. Foram também criados ícones fixos para o browser e para o telefone.

O Android Cloud to Device Messaging (C2DM) foi também introduzido nesta versão. Este serviço, entretanto substituído pelo Google Cloud Messaging (GCM), é um serviço de notificações push que permite que os developers enviem dados actualizados à aplicação que faça uso deste serviço. Os servidores “dizem” às aplicações que existem dados actualizados através de uma mensagem, que por sua vez será encaminhada pelo C2DM. A aplicação, contudo, terá de estar preparada para a receber, tendo um conjunto de permissões específicas. Se se verificar a existência destas permissões, a aplicação até poderá não estar a correr, uma vez que será iniciada por este serviço ao receber a dita mensagem. Ao receber a mensagem, a aplicação “contacta-o” de forma a obter os tais dados actualizados.

Passa a ser suportado o Adobe Flash, algo que até esta versão do Android não era possível, e foi visto como uma vantagem competitiva da Android sobre os seus concorrentes. Contudo, este suporte deixará de existir a partir da versão 4.1.

Outra introdução em termos de funcionalidades é a possibilidade de se “transformar” o smartphone num Hotspot WiFi portátil, que pode ser partilhado por oito aparelhos. Outra possibilidade será de utilizar o smartphone como uma conexão 3G para um portátil através da ligação de um cabo USB (USB Tethering). Esta conexão será então partilhada pelos dois dispositivos (smartphone e portátil).

As aplicações agora podem ser instaladas em memória externa (como por exemplo um cartão SD). Podem também ser movidas para memória externa caso estejam instaladas em memória interna. As aplicações podem também fazer backup dos dados que lhe são

associados, e restaurá-los também, para garantir que os utilizadores mantenham dados que lhes são importantes/necessários no caso de um reset ou troca de dispositivo móvel.

Uma actualização importante foi também a que foi feita à segurança na sincronização de contas. Agora as palavras-passe podem ser alfanuméricas ou numéricas, algo que até agora não acontecia. Há também a possibilidade de fazer reset ao smartphone de forma remota no caso de este ter sido roubado ou perdido.

A actualização ao framework de User Interface permite às aplicações ajustarem o seu UI à situação de “modo noite” ou “modo carro”, graças aos novos controlos e configurações provenientes desta actualização.

Finalmente, os utilizadores podem também adicionar idiomas ao teclado, e alternar entre elas, tendo para isso que deslizar o dedo pela barra de espaço. Isto altera as sugestões de palavras, assim como as próprias teclas.

3.3.6. Android 2.3 – Gingerbread

Versão	Data de lançamento	Funcionalidades ou mudanças (principais) [17][23]
2.3	06 de Dezembro de 2010	Melhoria ao design da UI
		Suporte nativo para chamadas SIP VoIP
		Melhorias ao teclado virtual
		Melhoria à funcionalidade de copiar/colar
		Suporte para Near Field Communication (NFC)
		Novo Download Manager
		Suporte para múltiplas câmaras, se disponíveis
		Suporte para novos formatos de vídeo e áudio
		Melhoria à gestão da bateria
		Melhoria à performance
		Suporte nativo para sensores
2.3.1	Dezembro de 2010	Melhorias e correcção de bugs no smartphone Google Nexus S
2.3.2	Janeiro de 2011	
2.3.3	09 de Fevereiro de 2011	Correcções à API
2.3.4	28 de Abril de 2011	Suporte para chat de vídeo e/ou voz utilizando Google Talk
		Suporte para Open Accessory Library
2.3.5	25 de Julho de 2011	Correcção de bugs verificados no Nexus S 4G
		Correcção de bug no Bluetooth verificado no Samsung Galaxy S
		Melhoria na aplicação do Gmail
		Melhoria na eficiência da bateria

2.3.6	02 de Setembro de 2011	Correcção de um bug na procura de voz
2.3.7	21 de Setembro de 2011	Suporte para a aplicação Google Wallet

Tabela 6 - Funcionalidades Android 2.3

Esta versão do Android foi baseada no Linux Kernel 2.6.35, e foi lançada cerca de seis meses após ter sido lançado o Android 2.2 – Froyo. Conforme se pode verificar na tabela anterior, esta versão sofreu sete actualizações (da 2.3.1 à 2.3.7).

Como se pode ver na tabela anterior, o design à User Interface foi melhorado, permitindo uma maior simplicidade (que por sua vez facilita a sua utilização) e uma maior eficiência energética, poupando a bateria. As mudanças feitas aos menus e configurações tornam mais fáceis a navegação e o controlo das funcionalidades por parte do utilizador.

Existe também um suporte para realizar/controlar chamadas pela internet que utilizam SIP. Apenas é necessário que os utilizadores envolvidos na chamada tenham uma conta SIP, e que esta esteja associada com o contacto em questão. Qualquer outra questão envolvendo esta funcionalidade (taxas a aplicar, entre outros) é dependente da rede móvel utilizada e do dispositivo móvel em questão, questão à qual o Android é alheio.

Relativamente ao teclado, as “teclas” foram reformatadas e reposicionadas de forma a serem mais fáceis de atingir, tornando-as portanto mais fáceis de ver e carregar, mesmo para quem “escreve” a grandes velocidades. Para além disto, o dicionário mostra a sugestão de forma mais visível, que é mais fácil de ler, e caso uma palavra tenha sido seleccionada, o dicionário também sugere palavras similares à que está seleccionada. Foi também melhorada a funcionalidade de copiar/colar. O novo modo de funcionamento funciona da seguinte forma: caso se pretenda copiar uma só palavra, basta premi-la durante algum tempo, sendo esta seleccionada e posteriormente copiada. Contudo, caso se pretenda copiar uma frase inteira, ou um excerto, basta premir uma palavra e entra-se no modo de selecção livre, podendo o utilizador ajustar o que pretende copiar através de setas que definem os limites final e inicial.

O suporte para NFC permite ter uma aplicação que lê e interage com tags NFC. Por exemplo, o utilizador pode “tocar” numa tag NFC e depois actuar sobre os dados que a tag lhe transmitiu, podendo estes dados ser um URL para um site, ou algo semelhante. A comunicação NFC depende da tecnologia wireless do smartphone em questão, pelo que as funcionalidades NFC nestes aparelhos são definidas pelos produtores destes.

O novo Download Manager permite ao utilizador aceder de forma fácil a qualquer ficheiro que tenha sido descarregado do browser, email ou outra aplicação. Isto torna mais fácil ordenar e organizar todos os ficheiros descarregados.

Caso exista mais que uma câmara no dispositivo móvel, esta versão permite alternar de câmaras de forma rápida, apenas por pressionar um botão na aplicação câmara. Para além destas alterações, passou a ser suportado o formato de vídeo WebM/VP8 e permite a codificação (formato) de áudio AAC.

A gestão da bateria foi otimizada, fazendo com que o sistema operativo assuma um papel mais activo na gestão de aplicações que mantêm o dispositivo muito tempo activo ou que consomem muito CPU enquanto correm em background, fechando-as se for necessário. Este tipo de gestão aumenta a performance e prolonga a vida da bateria.

A performance também foi melhorada devido a três motivos: um garbage collector concorrente, distribuição de eventos mais rápida e drivers de vídeo actualizados. O garbage collector concorrente permite minimizar as pausas nas aplicações, aumentar as suas velocidades de “resposta”, e garantir uma transição suave entre animações. A distribuição de eventos mais rápida permite lidar com eventos de toque e de teclado de forma mais eficiente, minimizando a utilização de CPU. Isto é especialmente benéfico em jogos que combinam eventos de toque com gráficos 3D ou outras operações pesadas para a CPU. Por esta mesma razão é que os drivers de vídeo actualizados melhoram a performance.

Foi também adicionado suporte para vários sensores, nomeadamente giroscópio, vector de rotação, aceleração linear, gravidade e barómetro. Estes sensores podem ser utilizados em conjunto para determinar movimentos do dispositivo em três dimensões, mudanças de orientação, entre outros, com grande precisão.

As três versões seguintes (2.3.1, 2.3.2 e 2.3.3) foram dedicadas a correcção de bugs e correcção de elementos da API. Os elementos da API que foram corrigidos estavam relacionados maioritariamente com o suporte para NFC e com o Bluetooth.

Na versão 2.3.4 foi introduzido o suporte para chat com vídeo e/ou áudio utilizando a aplicação Google Talk. Para além disso, foi adicionado suporte para a Open Accessory Library, que por sua vez foi introduzida no Android 3.1, sendo no entanto suportado por esta versão do Android. A Open Accessory Library permite que uma aplicação descubra, comunique e gire vários dispositivos ligados por USB. Esta biblioteca é opcional, tendo os produtores de smartphones a opção de a incluir ou não nos seus produtos.

A versão 2.3.5 serviu para corrigir bugs relacionados com telemóveis específicos, incluindo também melhorias na aplicação de Gmail e na gestão de bateria.

As duas últimas versões serviram para correcção de bugs e para introduzir a aplicação Google Wallet nos smartphones que a suportam.

3.3.7. Android 3.0/3.1/3.2 – Honeycomb

Versão	Data de lançamento	Funcionalidades ou mudanças (principais) [17][24][25][26]
3.0	22 de Fevereiro de 2011	Novo design para UI, específico para tablets
		Novo design para teclado
		Novas opções de conectividade
		Actualização às aplicações que existem por defeito
		Nova framework de UI
		Alta performance para animações 2D e 3D
3.1	10 de Maio de 2011	Suporte para arquitecturas multicore
		Melhorias à UI
		Expansão à lista de aplicações que foram utilizadas recentemente
		Possibilidade de mudar o tamanho das Widgets
		Suporte para aparelhos USB

		Introdução da Open Accessory API
		Optimizações à performance
3.2	15 de Julho de 2011	Suporte para uma maior gama de ecrãs
		Possibilidade de acesso a ficheiros no cartão SD por parte das aplicações
3.2.1	30 de Agosto de 2011	Correcção de bugs
		Actualização ao Android Market
		Melhoria ao suporte para o Adobe Flash
		Melhoria à previsão de palavras na linguagem chinesa
3.2.2	Setembro de 2011	Correcção de bugs e pequenas melhorias ao Motorola Xoom e Motorola Xoom 4G
3.2.3		
3.2.4	Dezembro de 2011	Suporte para “Pay as You Go” em tablets 3G e 4G
3.2.5	Janeiro de 2012	Correcção de bugs e pequenas melhorias ao Motorola Xoom e Motorola Xoom 4G

Tabela 7 - Funcionalidades Android 3.0/3.1/3.2

Estas versões foram baseadas no Linux Kernel 2.6.36, e foram unicamente lançadas para tablets. Sendo estas versões pensadas exclusivamente para tablets, faz sentido que tenha havido uma actualização à User Interface, introduzindo novos paradigmas de interacção e navegação, e faz uso do espaço extra.

Entre as novidades de User Interface, inclui-se uma barra de sistema, que mostra o estado global do dispositivo (bateria, notificações, etc) e inclui teclas de navegação (retroceder, avançar, home, entre outras). Esta barra é visível sempre, mesmo dentro de uma aplicação, e localiza-se na parte inferior do dispositivo. Existe também uma barra de acção, cujo intuito será mostrar o conteúdo referente à aplicação em que esta é inserida, sendo gerida pela própria aplicação. Como o multitasking é uma parte importante destas versões, será possível ver quais aplicações foram lançadas recentemente para lidar com determinadas tarefas, acedendo-lhes pela barra de sistema. Desta forma, é possível “saltar” de aplicação em aplicação de forma fácil e rápida. Com tantas alterações, faz sentido alterar a framework de UI de forma a ser mais fácil “desenhar” aplicações que se adequem aos tablets.

Também o teclado virtual foi alterado, de forma a poder ser incorporado em ecrãs maiores de forma mais compatível. Desta forma, as teclas foram redesenhadas e reposicionadas, tendo também sido acrescentadas algumas teclas (como por exemplo a tecla Tab).

As aplicações que estão instaladas por defeito no aparelho (nomeadamente o browser, a câmara, os contactos e o email) foram redesenhadas de forma a serem adequadas ao tablet, proporcionando uma experiência melhor ao utilizador.

Esta versão inclui novas hipóteses de conectividade que permitem sincronizar ficheiros com máquinas fotográficas com ligação USB ou computadores sem ser necessário um aparelho externo de armazenamento de dados. É também possível ligar um teclado por USB ou Bluetooth ao tablet. As capacidades de tethering também foram melhoradas, pelo que mais aparelhos podem partilhar a rede de um tablet Android.

Há um aumento na performance de animações 2D e 3D conseguida devido a renderizador OpenGL com aceleração de hardware (aumenta a performance das operações mais comuns das animações) e a um motor de animações 3D, chamado RenderScript (acelera as animações e o processamento de dados).

Foi a primeira versão do Android a suportar arquitecturas multicore, o que beneficia todas as aplicações, até as que são single-threaded. Um exemplo desta situação seria uma aplicação single-threaded aumentar a performance se esta correr num core, e o garbage collector noutra.

A versão 3.1 serviu essencialmente para refinar alguns aspectos da versão anterior, contudo introduziu algumas funcionalidades interessantes, como a Open Accessory Library ou o suporte para aparelhos USB (tais como ratos, teclados, entre outros).

A versão 3.2 permite suportar uma maior gama de ecrãs, e compatibiliza as aplicações que não foram preparadas para tablet. Permite também que as aplicações acedam a ficheiros no cartão SD.

As restantes actualizações foram essencialmente dedicadas a corrigir bugs, normalmente em dispositivos específicos, não tendo sido introduzida qualquer funcionalidade nova. Contudo há que destacar a actualização ao Android Market, que possibilitou a actualização automática das aplicações.

3.3.8. Android 4.0 – Ice Cream Sandwich

Versão	Data de lançamento	Funcionalidades ou mudanças (principais) [17][27]
4.0	19 de Outubro de 2011	Funcionalidades do Android 3.x mas em smartphone
		Android Beam
		Aplicações acessíveis através do ecrã de bloqueio
		Face Unlock
		Mudança de browser: Google Chrome
		Warnings de utilização de dados
		WiFi Direct
4.0.1	21 de Outubro de 2011	Correcção de bugs no Samsung Galaxy Nexus.
4.0.2	28 de Novembro de 2011	Correcção de bugs no Verizon Galaxy Nexus.
4.0.3	16 de Dezembro de 2011	Correcção de bugs e optimizações
		Novas API's para developers
4.0.4	29 de Março de 2012	Melhoria na estabilidade
		Rotação de ecrã mais suave

Tabela 8 - Funcionalidades Android 4.0

Esta versão foi baseada no Linux Kernel 3.0.1. Foi nesta versão que o Android Market alterou o nome para Google Play, e a última a suportar Adobe Flash, tendo sido descontinuado após esta versão.

Contém algumas das funcionalidades das versões anteriores (Android 3.x) mas adaptadas ao smartphone, entre elas a visualização de aplicações iniciadas recentemente, o redimensionamento de widgets, botões embutidos no ecrã, entre outras.

Criado também o Android Beam, uma ferramenta de partilha que utiliza a tecnologia NFC. Permite a partilha de aplicações, contactos, música, vídeos, entre outros. É somente necessário que os dois smartphones activem o NFC e aproximem os telemóveis.

É possível adicionar/aceder a aplicações no ecrã de bloqueio. Ao aceder-lhes, desbloqueia-se o dispositivo. É também possível desbloquear o smartphone simplesmente por deixá-lo “ler” a nossa cara, utilizando tecnologias de reconhecimento facial.

O Google Chrome passa o browser por defeito, podendo sincronizar os marcadores no smartphone com os de um computador.

É também possível definir limites para a quantidade de dados a serem utilizados tanto pelas aplicações como pelas redes. Caso estes limites sejam aproximados, é mostrado um aviso ao utilizador para o informar desta situação (caso este assim o decida). Depois, poderá lidar com a situação conforme desejar.

Suporte para WiFi Direct, de forma a permitir partilhas de ficheiros entre smartphones, ou para acesso à Internet de forma rápida.

As duas versões que se seguiram (4.0.1 e 4.0.2) serviram somente para correcção de bugs em smartphones específicos, conforme se vê na tabela.

Na versão 4.0.3 surgiram novas API's para os developers, nomeadamente Social API (permite organizar contactos num só local com toda a informação associada e ser utilizada por uma aplicação), Calendar API (permite inserir informação do calendário na aplicação e alterar o calendário do utilizador através da dita aplicação) e Visual Voicemail API (permite que as aplicações consigam criar voicemails).

Na versão 4.0.4, a tabela é auto-explicativa.

3.3.9. Android 4.1/4.2 – Jellybeans

Versão	Data de lançamento	Funcionalidades ou mudanças (principais) [17][28]
4.1	09 de Julho de 2012	Sincronização Vertical (VSync) e Triple Buffering na pipeline gráfica
		Google Cloud Messaging (GCM) substitui o C2DM
		Android Beam com Bluetooth
		Suporte para várias linguagens
		Suporte para áudio Multichannel
4.1.1	23 de Julho de 2012	Correcção de um bug no Nexus 7
4.1.2	09 de Outubro de 2012	Correcção de bugs e melhorias de performance

4.2	13 de Novembro de 2012	Suporte para disposição de vídeo wireless (Miracast)
		Teclado com possibilidade de “desenhar” letras
		Segurança
4.2.1	27 de Novembro de 2012	Suporte Bluetooth para conexão de joysticks
4.2.2	11 de Fevereiro de 2013	Correcção de bugs e melhorias de performance

Tabela 9 - Funcionalidades Android 4.1/4.2

Esta versão foi baseada no Linux Kernel 3.0.3. O objectivo principal desta versão seria o de melhorar a UI, tanto em termos de performance como de funcionalidade. Para isto muito contribuiu a introdução de VSync e de triple buffering na pipeline gráfica. A VSync faz com que tudo inerente à UI ande sincronizado (rendering, eventos de toque, display do ecrã) de forma a que os frames não fiquem descoordenados. Já o triple buffering faz com que o rendering seja mais consistente, o que por sua vez faz parecer que todas as transições pareçam mais suaves.

Nesta versão o Google Cloud Messaging também substituiu o serviço C2DM, contudo o serviço providenciado é semelhante ao já fornecido anteriormente.

O Android Beam já teve o seu funcionamento explicado anteriormente. Contudo, nesta versão, no momento de iniciar a transferência do ficheiro, o Android Beam “passa” de NFC para Bluetooth, tornando esta transferência mais fácil e rápida.

Há também um suporte para novos idiomas, nomeadamente idiomas cuja escrita seja contrária à nossa, ou seja, da direita para a esquerda. Isto obviamente altera a disposição dos layouts na UI e do teclado virtual. Há também a possibilidade de um utilizador introduzir um teclado com uma disposição diferente no seu dispositivo Android.

Nas actualizações para as versões 4.1.1 e 4.1.2 apenas se corrigiram bugs e melhorou-se a performance.

Na versão 4.2 priorizou-se a segurança, introduzindo-se/melhorando-se a verificação de aplicações, controlo sobre SMS premium, Always-on VPN, Certificate Pinning, criptografia, entre outras.

Passou a ser possível “desenhar” letras ou palavras nos teclados, cabendo ao sistema perceber qual a letra desenhada pelo utilizador.

Capítulo 4

Trabalho Desenvolvido

Neste capítulo pretende-se explicar o trabalho desenvolvido ao longo dos dois semestres, explorando quais as tecnologias utilizadas, quais os requisitos, e como se conjuga tudo na forma de uma arquitectura. Serão ainda explicados os testes realizados. Isto será feito de forma mais detalhada possível.

Caso seja necessário, e de forma a poder ser melhor entendido o trabalho que foi desenvolvido, aconselha-se a consulta do Apêndice B pois contém screenshots das aplicações desenvolvidas ao longo do estágio.

As aplicações estão disponíveis para download na loja Google Play. As aplicações Rota do Peregrino estão disponíveis sempre[30], mas a aplicação UC Tour – Library & The World só estará disponível até dia 10[31].

4.1. Tecnologias Utilizadas

De forma a desenvolver as aplicações já descritas, o orientando fez uso de tecnologias já existentes, de forma a apresentar um trabalho final coerente. A seguir apresentam-se todas as que foram estudadas e utilizadas:

- **Android SDK** – contem um conjunto de ferramentas e respectiva documentação para o desenvolvimento de aplicações para a plataforma Android. Estas ferramentas contêm APIs para qualquer versão do Android. Existe ainda um emulador que simula qualquer tipo de versão do Android, utilizado para testes
- **Eclipse** – é o IDE utilizado para criar aplicações para Android. Encontra-se integrado com o Android SDK, de forma a facilitar a criação de aplicações. É o IDE recomendado pela Android.
- **Maperitive** – Programa grátis utilizado para obter os mapas a serem utilizados na aplicação. Estes mapas são baseados no OpenStreetMaps e em dados GPS.
- **Mobile Atlas Creator** – Programa semelhante ao anterior, contudo com limitações ao nível de zoom que se pode utilizar.
- **ThreadPoolExecutor** - Faz parte do Android SDK e geralmente tem um melhor desempenho ao executar um grande número de tarefas assíncronas, devido a uma overhead reduzida na invocação, e fornecem também um mecanismo para limitar e gerir os recursos, incluindo a execução das threads.
- **Fragment API (android.support.v4.app package)** - Fragment API é um componente autónomo com a sua própria interface de utilizador e life-cycle e pode ser utilizado em diferentes partes da interface gráfica da aplicação. Este package é compatível com versões mais antigas do Android.
- **Android Location API (android.location package)** - A Location API oferece as ferramentas necessárias para que uma aplicação possa determinar a localização do

dispositivo. A localização consiste na latitude e longitude e, opcionalmente, informações sobre a altitude e a velocidade.

- **OSMDroid API (org.osmdroid.api package)** – Esta API fornece as ferramentas necessárias para que seja possível organizar os “tiles” fornecidos anteriormente, e os transformar num mapa. Por outro lado também é através destas ferramentas que é possível interagir/controlar tudo o que será inerente ao mapa, como por exemplo fazer zoom, mover o mapa, adicionar marcadores, entre outros.
- **MediaPlayer API (android.media package)** – Esta API permite reproduzir e controlar ficheiros de som de forma simples. É utilizada sempre que se pretende reproduzir som.

4.2. Rota do Peregrino

4.2.1. Requisitos

De entre da lista de requisitos, inicialmente foi negociado com o cliente que seriam desenvolvidos os seguintes:

- **Compatível com Android:** a aplicação desenvolvida deverá ser compatível com qualquer tipo de versão de Android entre a 2.2 e a versão mais recente.
- **Listagem de rotas:** apresenta a lista de rotas possíveis para o utilizador optar por qual pretende seguir. Após esta escolha, a rota escolhida deverá aparecer no mapa, indicando ao utilizador uma de duas situações: se o utilizador estiver sobre a rota, deverá indicar que se encontra no caminho correcto. Caso contrário, deverá indicar qual o melhor caminho de forma a “entrar” na rota.
- **Acompanhamento da rota:** ao percorrer a rota, deverá existir um menu que mostra ao utilizador há quanto tempo e quantos quilómetros este a está a percorrer, e quantos quilómetros faltam até Fátima.
- **Iniciar peregrinação:** deverá ser possível ao utilizador iniciar uma rota, tendo para isso que indicar qual o ponto em que pretende entrar. Este ponto poderá ser uma das principais cidades abrangidas pela rota em questão ou o ponto mais próximo do local onde está o utilizador.
- **Gravar/retomar uma peregrinação:** deverá ser possível ao utilizar gravar uma rota, ou seja, gravar em qual ponto em que ia. Logicamente, também deverá ser possível ao utilizador retomar a rota partindo desse ponto previamente gravado.
- **Como rezar o terço:** ao escolher esta opção deverá ser mostrado ao utilizador todos os pontos necessários à reza do terço, assim como uma imagem do mesmo.
- **Pontos de interesse:** devem ser mostrados ao utilizador determinados pontos de interesse associados à rota em questão ou associados à cidade de Fátima. Estes pontos de interesse podem ser de vários tipos (restaurantes, centros de apoio, entre outros) que possuem informação associada que deverá ser mostrada ao utilizador ao carregar num deles.

- **Filtrar pontos de interesse:** já dentro do mapa deve ser possível ao utilizador filtrar pontos de interesse, ou seja, mostrar apenas aqueles que realmente deseja ver. Por defeito deverão aparecer todos
- **Informação:** deverá existir um menu de informação que mostrará ao utilizador diversa informação relativa ao tema de Fátima, dos pastorinhos, das peregrinações, entre outros.
- **Partilha no Facebook:** deverá ser possível ao utilizador da aplicação partilhar no Facebook quando termina a peregrinação, indicando a data de início e de fim da mesma.
- **Hiperligações para URL's externos:** deverá existir um local na aplicação que contenha hiperligações para sites exteriores.

Contudo, desta lista apenas alguns requisitos se mantiveram, pois o intuito da aplicação foi mudado após a análise de uma versão beta. O grande problema que esta versão tinha prendia-se com o facto de a aplicação ser offline e, conseqüentemente, teria de conter os mapas. Estes ocupam bastante “espaço” (seria o mapa de Portugal inteiro), pelo que a aplicação seria incomportável para smartphones, e não se obteria um nível de zoom pretendido/ideal.

Este problema foi estudado em reunião com o cliente. A solução conseguida mitigava o problema através de duas mudanças de decisões que quando conjugadas resolviam-no. Uma destas decisões era utilizar-se um mapa obtido somente para a rota em questão, que foca somente a zona percorrida pela já referida rota e correspondente área circundante em vez de utilizar o mapa de Portugal inteiro. A outra decisão seria abandonar a **Listagem de Rotas** referida nos requisitos, e criar uma aplicação para cada uma das rotas (seis no total). Desta forma não só se resolvia o problema explicado anteriormente, como permitia ao utilizador instalar apenas a aplicação referente à rota que pretende realizar.

Nesta reunião alterou-se também o requisito de **Como rezar o terço** pois foi considerado que a grande maioria dos peregrinos sabia rezar o terço, logo seria uma funcionalidade um pouco inútil. Desta forma, e para dar um carácter de “acompanhante espiritual” às aplicações, transformou-se este requisito em **Ouvir o terço**, em que o utilizador poderia escolher um de quatro terços para ouvir.

Seguidamente apresentar-se-á uma tabela que analisa os requisitos todos, atribui-lhes um grau de importância, e se estão presentes na versão final ou não. Em caso negativo, apresenta-se também uma razão para tal.

A priorização dos requisitos é feita através da abordagem recomendada pelo IETF, em que se aconselha o uso das palavras-chave “MUST”, “MUST NOT”, “REQUIRED”, “SHALL”, “SHALL NOT”, “SHOULD”, “SHOULD NOT”, “RECOMMENDED”, “MAY”, e “OPTIONAL”. A interpretação destas palavras é conforme o que está descrito no RFC 2119 [29].

Requisito	Prioridade	Implementado
Compatível com Android	MUST	Sim
Listagem de rotas	SHOULD	Não, devido ao que já dito anteriormente
Acompanhamento da rota	SHOULD	Não, uma vez que o caminho é definido em linha recta, logo a distância não seria

mecanismo utilizado actualmente pelos browsers: o separador/aba. Os quatro Fragments são referentes à informação, terço, mapa, e outros, tendo cada um a sua própria interface.

O “separador” Informação é constituído por oito botões, sendo que seis deles irão dar início a uma actividade específica, enquanto os restantes dois irão abrir hiperligações externas. Cada um dos primeiros seis tem uma diferente Activity associada, uma vez que a informação referente a cada um destes botões pretende ser organizada de forma diferente para ser mostrada ao utilizador. Se o formato da informação fosse semelhante ou organizada da mesma forma nestes seis casos, utilizar-se-ia apenas uma Activity e uma tag para diferenciar qual a informação que deveria aparecer.

O diagrama que especifica a interacção do utilizador pode ser visto de seguida:

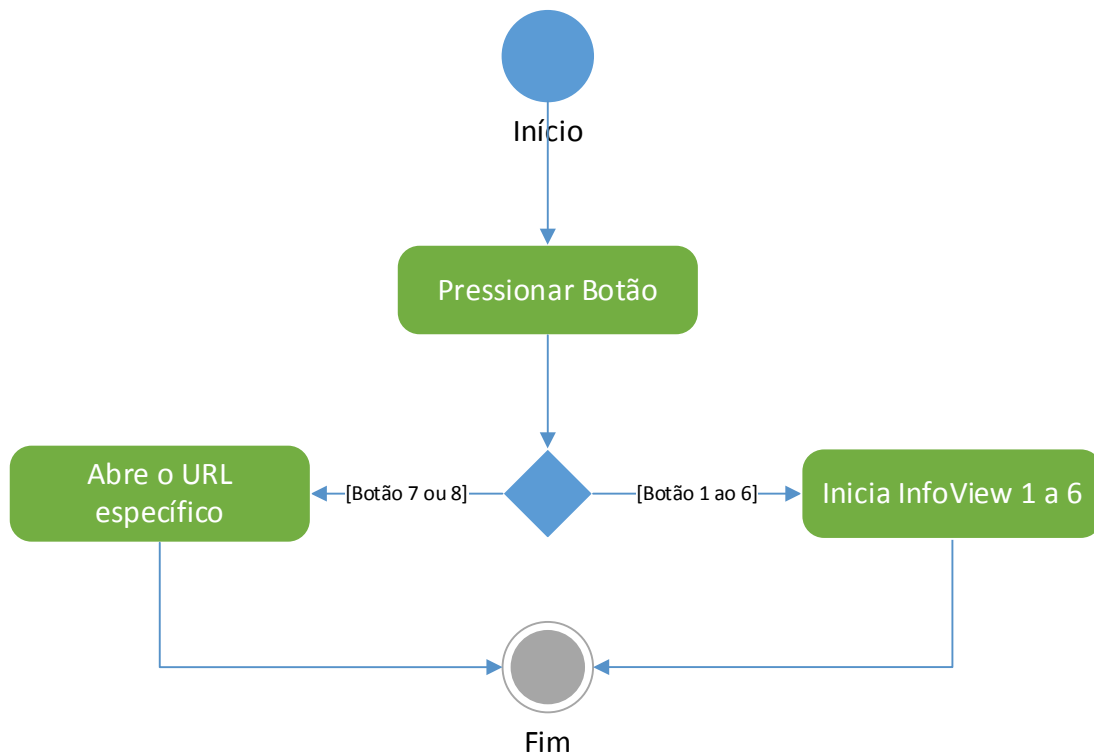


Figura 10 - Diagrama de Actividade – Separador Informação

O “separador” Terço é constituído por quatro botões, em que cada um deles irá fazer reproduzir um dos quatro terços disponíveis. Todos os botões partilham a mesma Activity (de nome **TercoActivity**), cabendo a esta reproduzir o áudio escolhido pelo utilizador. Por sua vez, esta sabe qual será o ficheiro que deverá reproduzir graças a uma tag que lhe passada na altura de ser iniciada. Esta tag é passada através do comando **putExtra()**, que por sua vez é associado ao **Intent** que iniciará a **TercoActivity**. Já dentro desta actividade, basta utilizar o comando **getExtra()** e reproduzir o ficheiro correspondente. Para isso, utiliza-se as ferramentas fornecidas pela API MediaPlayer. Não se justifica criar outro diagrama de actividade, pois será semelhante ao da Figura 10.

O “separador” Outros é composto por uma **ListView** que mostra em cada linha desta lista uma hiperligação para um URL, sendo esta hiperligação activada se o utilizador carregar nela.

O “separador” Mapa é constituído por três botões, cujo funcionamento difere de botão para botão. Se se optar por carregar no botão **Fátima** (ou **Santiago de Compostela**, dependendo da aplicação), o objectivo será passar à **MapActivity** e centrar a “vista” na cidade de Fátima. Isto é conseguido utilizando o comando **putExtra()** para enviar uma tag que será do tipo Boolean e de nome “fatima”, que será True caso seja para centrar, ou False, caso contrário.

Caso o botão carregado seja o **Retomar Rota**, a aplicação irá à base de dados verificar se existem peregrinações guardadas. Em caso afirmativo, irá apresentar esta lista de gravações ao utilizador, e colocará a tag “saved” a True e a tag “fatima” a False, e quando o utilizador escolher a gravação pretendida, envia as coordenadas da última posição antes de gravar e o tempo despendido nesta peregrinação para a **MapActivity**. Por sua vez, esta Activity só irá obter as coordenadas se a tag “fatima” estiver a False, e só obterá o tempo, se a tag “saved” estiver com o valor True.

Caso o botão premido seja o **Iniciar Rota**, é mostrada ao utilizador a lista de locais por onde se pode começar a peregrinação, sendo estes pontos desde cidades ao local mais próximo. Ao seleccionar um destes pontos, ambas as tags (“fatima” e “saved”) são colocadas a False, e iniciar-se-á a **MapActivity**, que irá obter as coordenadas do ponto em questão, que, como já foi dito no parágrafo anterior, apenas o fará caso a tag “fatima” esteja com o valor False.

Seguidamente, apresenta-se um diagrama de actividade referente a este “separador”, para mais fácil se entender a sua dinâmica:

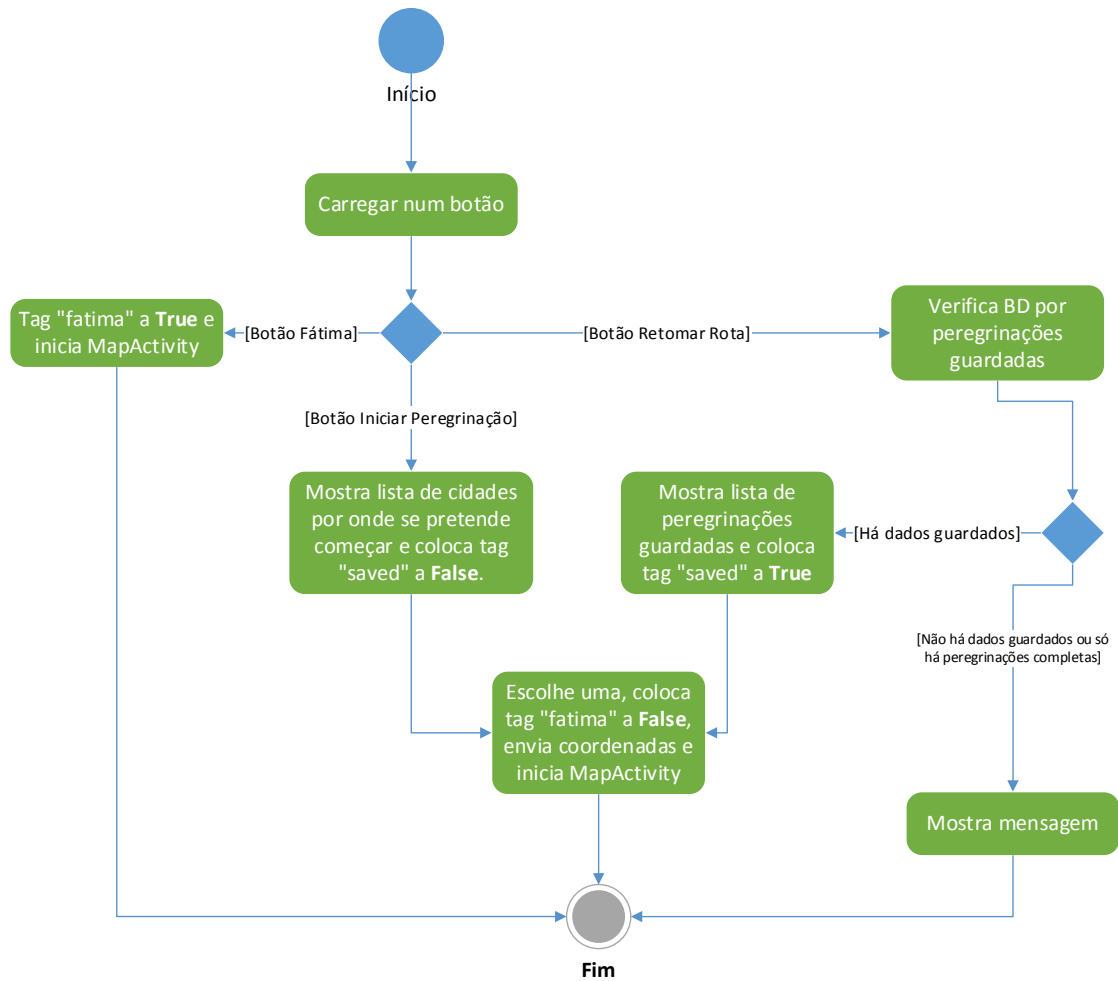


Figura 11 - Diagrama de Actividade – Separador Mapa

Ainda antes de entrar na descrição da **MapActivity**, é necessário explicar como é constituída a base de dados. Esta tem duas tabelas, uma para gravar as peregrinações e outra para guardar os pontos de interesse. Como a base de dados é transversal a todas as aplicações da Rota do Peregrino, a tabela que guarda os pontos de interesse (denominada de POI) contém todos os pontos de interesse, mesmo os que não se encontram na vizinhança da rota em questão. Como atributos de preenchimento obrigatório, esta tabela possui o nome do POI, a latitude e longitude deste e o seu tipo (restaurante, apoio ao peregrino, entre outros). Já de preenchimento não obrigatório contém os campos contacto, site, email e morada. Na tabela que permite guardar as peregrinações (de nome Save) os campos são todos de preenchimento obrigatório, e são eles o nome da gravação, o tempo a que a começou, a latitude e longitude do local onde gravou, e se já está completa ou não.

Assim, sempre que a **MapActivity** é iniciada, vão ser lidas as tais tags já referidas anteriormente, e irá ser agido em conformidade com os seus valores, conforme já foi explicado anteriormente, faltando apenas dizer que se a tag “fatima” tiver o valor True, a rota não irá ser traçada, pois é a vontade do utilizador de se centrar em Fátima.

A **MapActivity**, para traçar a rota, lê um ficheiro .csv que contém todas as coordenadas desta, e vai adicionando-as ao mapa através de uma ferramenta presente na API OSMDroid, o PathOverlay. Para “montar” o mapa, acede à memória do telemóvel e obtém os tiles, que irão ser juntos de forma a criar o mapa, também através da ferramenta MapView na

OSMDroid API. Para adicionar os pontos de interesse ao mapa, acede-se à base de dados, e lê-se a tabela de pontos de interesse. São adicionados ao mapa através da ferramenta OverlayItem, que também faz parte da API OSMDroid. Finalmente, para ter acesso à informação fornecida pelo GPS, utiliza-se a LocationManager, da Android Location API.

A vista lógica desta Activity pode ser consultada na imagem seguinte:

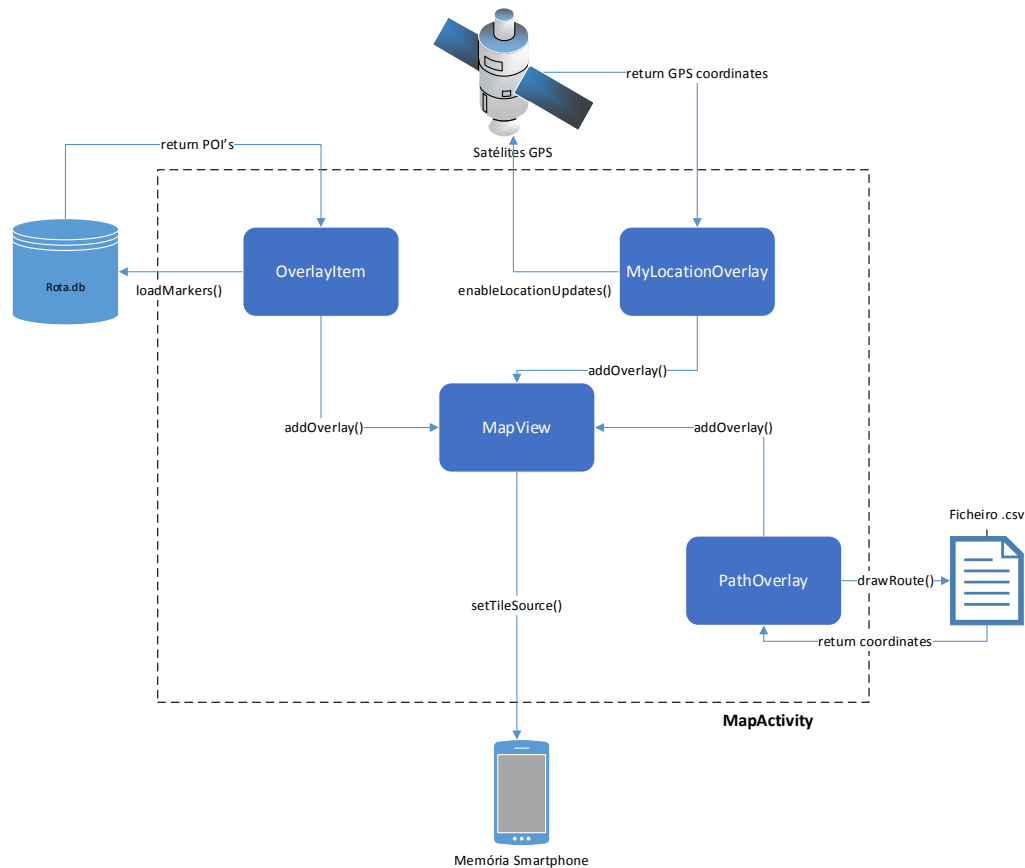


Figura 12 - Vista Lógica da MapActivity – Rota do Peregrino

4.2.4. Testes

Em termos de testes, houve dois tipos: os testes de programador e os testes com o público-alvo. Ambos são importantes para assegurar a estabilidade e qualidade da aplicação desenvolvida.

Começando pelos testes com o público-alvo, estes foram realizados pelos utilizadores da aplicação, tal como o nome indica, entre os dias 25 de Abril e 13 de Maio que, tal como é conhecido, é uma altura em que há muitas peregrinações. Estes testes serviram para testar todas as funcionalidades da aplicação desenvolvida, de forma a garantir que tudo está a funcionar normalmente. Foram os últimos testes a realizar, sendo no entanto os mais importantes. Com estes testes pretendia-se obter um feedback da parte dos utilizadores, e resolver eventuais bugs pudessem vir a ser reportados.

Contudo, anteriormente realizaram-se os testes de programador, realizados aquando o desenvolvimento da aplicação. O que foi testado foi o seguinte:

1. Instalar e correr as aplicações em várias versões de Android no emulador.
2. Instalar e correr as aplicações em várias versões de Android em smartphone.
3. Informação mostrada correctamente.
4. Ouvir os quatro tipos de terço.
5. Verificar se a rota e mapas estão correctos na aplicação específica.
6. Gravar peregrinação.
7. Retomar peregrinação.
8. Verificar hiperligações.
9. Testar partilha no Facebook
10. Verificar pontos de interesse e respectiva informação.
11. Ligar o mapa sem o GPS activo.
12. Iniciar peregrinação em qualquer cidade ou no ponto mais próximo.
13. Terminar rota.

Os resultados e uma descrição do que se verificou no final de cada teste podem ser vistos na seguinte tabela:

Teste	Resultado	Descrição
1	✓	Instalou correctamente em todas as versões pretendidas (desde 2.2 até a mais recente)
2	✗	Nos smartphones com pouco espaço não instalava, mesmo existindo nestes um cartão SD com espaço suficiente
3	✓	A informação era demonstrada correctamente para todos os tipos (pastorinhos, Fátima, dicas, etc)
4	✓	O áudio estava associado ao tipo de terço correcto e não dava erros, mesmo pausando ou recomeçando o áudio
5	✓	Os mapas e as rotas são os correctos para cada uma das aplicações
6	✓	O ponto onde o utilizador se encontra quando grava a rota é guardado na Base de Dados (latitude e longitude), assim como a hora de início da rota
7	✓	É traçado um caminho da posição actual do utilizador à posição guardada anteriormente. Caso não existam rotas guardadas, informa o utilizador disso e não entra no mapa
8	✓	Todas as hiperligações funcionam correctamente
9	✓	A informação é partilhada no Facebook. Se o utilizador não tiver a sessão iniciada, pede para iniciar e partilha depois
10	✓	Pontos de interesse disponibilizam a informação correcta e estão posicionados correctamente
11	✓	O mapa abre normalmente e espera que seja detectado GPS
12	✓	O mapa centra no local onde é suposto iniciar a peregrinação e é traçado o caminho do utilizador até esse local
13	✓	A rota é dada como terminada e caso seja uma das que estava gravada, completa-a

Tabela 11 - Testes efectuados

Ao ser detectado o erro no teste 2, o orientando estudou qual seria a solução para poder instalar a aplicação no cartão SD. Tal é de resolução fácil, bastando apenas acrescentar a seguinte linha ao manifesto da aplicação:

android:installLocation="preferExternal"

Esta linha informa o Android que o local de instalação, por defeito, deverá ser a memória externa, como por exemplo o cartão SD. Se este não tiver espaço, ou simplesmente não existir, tentará instalar na memória interna.

Se for consultado o planeamento, que se encontra no Anexo 1, constata-se que o período de testes decorreu simultaneamente com o do desenvolvimento. Isto deve ao facto de as funcionalidades implementadas serem testadas ao mesmo tempo que iam sendo desenvolvidas. Ao findar o tempo destinado à implementação, ainda existem duas semanas e dois dias de teste, pela simples razão de efectuar os testes com as funcionalidades já implementadas e a funcionar em simultâneo, e caso seja necessário, corrigir algo que não funcione de forma correcta. Isto provou ser útil pois permitiu corrigir os bugs já mencionados anteriormente.

Em relação aos testes feitos com o público-alvo, é possível de afirmar que não houve bug reports ou queixas submetidas, o que é bom e comprova que a aplicação desenvolvida está à altura dos níveis de exigência que os utilizadores pretendiam. Um pequeno estudo sobre o número de downloads pode ser consultado no Apêndice C.

4.3. UC Tour – Library and The World

4.3.1. Requisitos

Relativamente aos requisitos da aplicação a desenvolver no segundo semestre, são já conhecidos os que se apresentam a seguir, podendo a lista aumentar entretanto:

- **Compatível com Android:** a aplicação desenvolvida deverá ser compatível com qualquer tipo de versão de Android entre o 2.2 e a versão mais recente.
- **Cálculo de percurso conforme tempo:** conforme o tempo que o turista tem livre antes de entrar na Biblioteca Joanina, a aplicação calculará um percurso para o turista percorrer, no qual apresentará vários pontos de interesse que caberão nesse espaço temporal.
- **Disposição de pontos de interesse no modo visita livre:** ao seleccionar o modo de visita livre, o mapa deverá mostrar todos os pontos de interesse.
- **Activar um ponto de interesse ao carregar-lhe:** Ao carregar num ponto de interesse, este é activado e mostra a imagem, áudio e texto que lhe estão associados.
- **Activar um ponto de interesse por proximidade:** O utilizador ao chegar a uma certa distância de um ponto de interesse, este é activado e mostra a imagem, áudio e texto que lhe estão associados.

- **Apresentação de informação áudio:** ao atingir um ponto de interesse, o turista deverá dispor da parte da aplicação de informação áudio sobre o ponto de interesse atingido.
- **Apresentação de informação textual:** ao atingir um ponto de interesse, o turista deverá dispor da parte da aplicação de informação textual sobre o ponto de interesse atingido.
- **Apresentação de informação visual:** ao atingir um ponto de interesse, o turista deverá dispor da parte da aplicação de informação visual sobre o ponto de interesse atingido.
- **Cálculo de percurso com mais pontos de interesse:** O percurso pode ser calculado sempre de forma a serem visitados um maior número de pontos de interesse.
- **Cálculo de percurso com os pontos mais importantes:** O percurso pode ser calculado sempre de forma a serem visitados os pontos de interesse mais importantes.
- **Alterar o tipo de percurso a ser gerado:** Pode-se alterar o tipo de percurso que se irá gerar (entre maior número de pontos de interesse, ou mais importantes).
- **Calcular percurso baseado na posição do utilizador:** O percurso a ser calculado tem em conta a posição do utilizador, para além da vertente tempo.
- **Calcular percurso baseado na Biblioteca Geral:** O percurso a ser calculado tem em conta a posição da Biblioteca Geral (caso não esteja disponível sinal GPS), para além da vertente tempo.

Seguidamente apresentar-se-á uma tabela que analisa os requisitos todos, atribui-lhes um grau de importância, e se estão presentes na versão final ou não. Em caso negativo, apresenta-se também uma razão para tal.

Tal como na secção 4.2.1, a priorização dos requisitos é feita através da abordagem recomendada pelo IETF, em que se aconselha o uso das palavras-chave "MUST", "MUST NOT", "REQUIRED", "SHALL", "SHALL NOT", "SHOULD", "SHOULD NOT", "RECOMMENDED", "MAY", e "OPTIONAL". A interpretação destas palavras é conforme o que está descrito no RFC 2119 [29].

Requisito	Prioridade	Implementado
Compatível com Android	MUST	Sim
Cálculo do percurso conforme o tempo	MUST	Sim
Disposição de pontos de interesse no modo visita livre	MUST	Sim
Activar um ponto de interesse ao carregar-lhe	MUST	Sim
Activar um ponto de interesse por proximidade	MUST	Sim
Apresentação de informação	MUST	Sim

áudio		
Apresentação de informação textual	SHOULD	Sim
Apresentação de informação visual	MUST	Sim
Cálculo de percurso com mais pontos de interesse	MUST	Sim
Cálculo de percurso com os pontos mais importantes	MUST	Sim
Alterar o tipo de percurso a ser gerado	MUST	Sim
Calcular percurso baseado na posição do utilizador	MUST	Sim
Calcular percurso baseado na Biblioteca Geral	MUST	Sim

Tabela 12 - Requisitos UC Tour - Library and The World

De modo a colmatar todos estes requisitos, foi utilizado mais uma vez o código fonte do JiTT, de forma a basear o trabalho e estabelecer um ponto de partida.

A arquitectura e o modo de interacção de todos os componentes serão descritos mais à frente neste relatório, uma vez que este subcapítulo apenas servirá para enumerar os requisitos da aplicação.

4.3.2. Design e conteúdo

Relativamente ao design e conteúdo da aplicação, este é fornecido pelos alunos do Mestrado Euromachs, pelo que nesse aspecto não há muito a focar.

4.3.3. Solução e Arquitectura

Como foi dito anteriormente, esta aplicação tem como base o JiTT, pelo que a arquitectura é semelhante. Uma das diferenças será que esta aplicação calcula o percurso de forma não só baseado no tempo que o utilizador tem livre, como também na posição deste mesmo utilizador.

Ao introduzir a hora de entrada que tem disponível, e se forem ultrapassadas as protecções que foram colocadas para o tempo (horas têm de estar compreendidas entre 0 e 23, hora introduzida tem de ser maior ou igual que a hora actual, minutos têm de estar compreendidos entre 0 e 59, entre outras protecções), a aplicação irá calcular o tempo em minutos que o utilizador tem para visitar a cidade. A partir daqui, pode acontecer uma de quatro situações:

1. O tempo disponível é igual ou menor que 15 minutos;
2. O tempo disponível é igual ou menor que 20 minutos;
3. O tempo disponível é menor que 90 minutos;
4. O tempo disponível é maior ou igual que 90 minutos.

Para cada uma destas situações, o comportamento é diferente:

Situação	Comportamento
1	A aplicação traça o caminho do ponto de partida até à Biblioteca Joanina
2	A aplicação traça o caminho do ponto de partida até ao Pátio das Escolas
3	A aplicação calcula um percurso desde o ponto de partida baseado num de dois algoritmos
4	A aplicação traça um caminho que passa por todos os pontos de interesse

Tabela 13 - Comportamento adoptado para cada situação

Nas situações 1 e 2 foi decidido em conjunto com os alunos do Euromachs que não haveria tempo para calcular um caminho interessante, pelo que o melhor a fazer seria o que está descrito no comportamento para cada uma destas situações.

Na situação 4, foi considerado que 90 minutos ou mais seria tempo mais que suficiente para visitar todos os pontos de interesse, pelo que também não se calculará um percurso, utilizando um já predefinido que passa por todos os pontos de interesse.

Na situação 3, irá ser calculado um percurso com base no tempo disponível. Existem duas formas de calcular um percurso: ou utilizando o maior número de pontos possível ou visitando os pontos de interesse mais importantes. Será importante estabelecer a diferença entre os dois, uma vez que irá alterar a forma de cálculo da rota.

O tempo disponível é passado à **MapActivity** (que por sua vez é a actividade que gere o mapa, à semelhança da aplicação da Rota do Peregrino) através do comando **putExtra()**, e obtido por esta Activity através do comando **getExtra()**. A forma de determinar se é para utilizar o algoritmo de maior número de pontos de interesse ou o dos pontos de interesse mais importantes é determinada através de passar uma tag de formato boolean, de nome “morePoints”, que se estiver a True, utiliza o primeiro, senão, utiliza o segundo.

Caso sejam utilizados o maior número de pontos de interesse possível, o algoritmo utilizado é o de Dijkstra, mas restringido pela componente temporal, ou seja, o algoritmo termina quando só sobraem quinze minutos, e envia o utilizador para a Biblioteca Joanina. O gasto temporal em cada ponto de interesse é calculado da seguinte forma:

1. Calcula-se a distância do ponto de interesse ao ponto de partida em metros.
2. Multiplica-se a distância obtida em 1 por 0.02, que por sua vez é o tempo demorado a percorrer um metro (em minutos) se o utilizador andar a uma velocidade de 3 km/h.
3. Soma-se ao tempo obtido em 2 três minutos, que corresponderá ao tempo de ver/ouvir informação associada ao ponto de interesse.

Após este cálculo, subtrai-se ao tempo disponível para o percurso o valor obtido em 3. Se o tempo disponível obtido em 4 for menor ou igual a 15, acrescenta à lista de pontos a visitar a Biblioteca geral e termina o algoritmo. Caso contrário adiciona-se o ponto de interesse em questão à lista de pontos a visitar, actualiza-se o valor de tempo disponível com o novo valor, e o ponto de partida passará a ser o ponto de interesse analisado. Isto é feito enquanto o tempo disponível for maior que 15 minutos.

Desta forma, graças às propriedades do algoritmo, é garantido que o caminho contido na lista irá sempre englobar o maior número possível de pontos de interesse.

Se for utilizado o segundo algoritmo, ou seja, para visitar os pontos de interesse mais importantes, é garantido que visitará sempre os pontos mais importantes dentro de um determinado raio. Também é importante referir que a importância dos pontos de interesse foi definida pelos alunos do mestrado Euromachs, numa escala de 1 a 10.

O funcionamento do algoritmo é o seguinte:

1. Ordenam-se os pontos de interesse por ordem decrescente, do mais importante para o menos importante.
2. Obtém-se a posição do ponto de partida, e procura-se de forma ordenada (do mais importante para o menos importante) se algum está dentro do raio de procura (75 metros). O raio de procura parte do ponto de partida.
3. Se não, aumenta-se o raio de procura em 25 metros e volta-se a 2. Se sim, adiciona-se esse ponto de interesse à lista de pontos a visitar e retira-se este mesmo ponto da lista de pontos de interesse. Calcula-se o gasto de tempo associado ao ponto de interesse seleccionado, utilizando o método descrito anteriormente, e actualiza-se o tempo disponível.
4. Se o tempo disponível for maior que 15 minutos, mete-se o valor do raio de procura de novo nos 75 metros, e volta-se ao passo 2. Caso contrário, termina o algoritmo.

Em ambos os algoritmos, o ponto de partida pode ser a posição do GPS, ou caso não exista GPS activo por algum motivo, é utilizada a posição da Biblioteca Geral, que é onde se compra o bilhete de acesso à Biblioteca Joanina.

Ao ser calculado o percurso, os pontos de interesse são activados por aproximação do utilizador, isto no caso em que a localização GPS esteja disponível. Se tal não for o caso, o ponto de interesse é activado ao ser pressionado pelo utilizador.

Isto é de acordo com o modo de visita calculada. Caso o utilizador entre no modo de visita livre, todos os pontos de interesse são simplesmente dispostos no mapa e, se houver ligação GPS, indica também a posição do utilizador.

Segue-se a vista lógica da **MapActivity**:

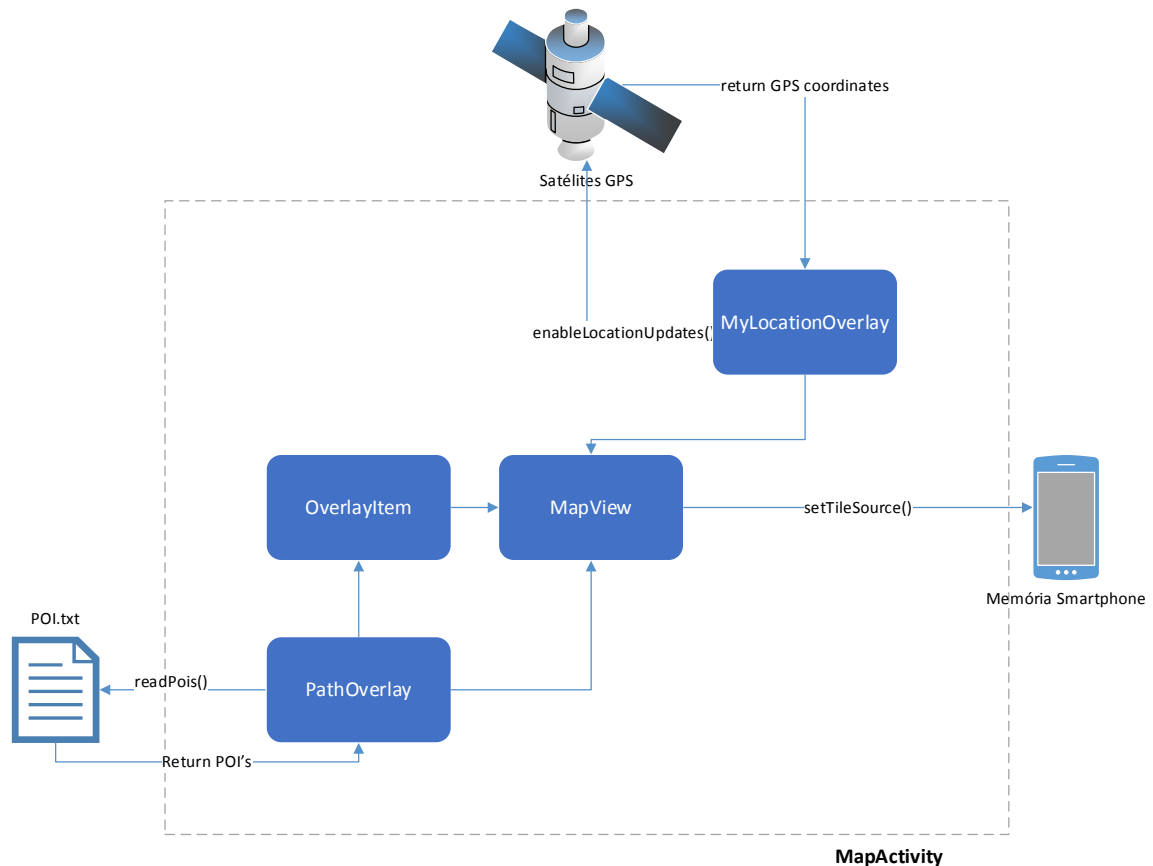


Figura 13 - Vista Lógica MapActivity - UC Tour

À semelhança da aplicação Rota do Peregrino, esta faz uso da OSMDroid API, de forma a controlar todo o processo relativo aos mapas. Tudo o que poderia ser dito acerca desta API e da forma como controla/gera todo este processo já foi dito no subcapítulo 4.2.3.

4.3.4. Testes

Em termos de testes, haverá dois tipos: os testes de programador e os testes no local. Ambos são importantes para assegurar a estabilidade e qualidade da aplicação desenvolvida.

Começando pelos testes no local, estes serão realizados pelo próprio developer e pelos alunos do Mestrado Euromachs, que se deslocarão à alta de Coimbra e testarão todas as hipóteses para garantir que tudo funciona sem qualquer problema.

Anteriormente realizam-se os testes de programador, que por sua vez serão realizados aquando o desenvolvimento da aplicação. São também realizados apenas aqueles que permitam obter um resultado sem ser necessário deslocarmo-nos ao local. O que irá ser testado, tendo em conta os requisitos, será o seguinte:

1. Várias versões de Android.
2. Correcta disposição de pontos de interesse no mapa.
3. Modo de visita livre sem GPS activo.
4. Activação de um ponto de interesse ao carregar-lhe.
5. Ponto de interesse disponibiliza os três tipos de informação (áudio, texto e imagem) ao ser activado.
6. Alterar o tipo de percurso a ser gerado

7. Gerar percurso baseado na Biblioteca Geral com maior número de pontos de interesse.
8. Gerar percurso baseado na Biblioteca Geral com pontos mais importantes.
9. Verificação de protecções das horas.

Os resultados e uma descrição do que se verificou no final de cada teste podem ser vistos na seguinte tabela:

Teste	Resultado	Descrição
1	✓	Instalou correctamente em todas as versões pretendidas (desde 2.2 até a mais recente).
2	✓	Os pontos de interesse são dispostos de forma correcta no mapa.
3	✓	Entra no modo de visita livre e mostra todos os pontos de interesse.
4	✓	O ponto de interesse era activado ao ser pressionado.
5	✓	Ao ser activado, o ponto de interesse disponibilizava os três tipos de informação que lhe são inerentes.
6	✓	O tipo de percurso a ser gerado é alterado.
7	✓	É gerado um percurso que tem em conta o maior número de pontos de interesse e a começar na Biblioteca Geral.
8	✓	É gerado um percurso que tem em conta os pontos de interesse mais importantes e a começar na Biblioteca Geral.
9	✓	As protecções também estavam funcionais.

Tabela 14 - Testes de programador UC Tour - Library and The World

Analisando os resultados obtidos, pode-se afirmar que o que estava desenvolvido estava funcional e com os padrões de qualidade desejados. Restava agora testar a aplicação no local, ou seja, realizar os testes na alta de Coimbra. Para isso, foi elaborada a seguinte lista de testes:

1. Modo de visita livre com GPS activo.
2. Gerar percurso baseado na posição do utilizador com maior número de pontos de interesse.
3. Gerar percurso baseado na posição do utilizador com pontos mais importantes.
4. Activação de um ponto de interesse por aproximação do utilizador.

Os resultados e uma descrição do que se verificou no final de cada teste podem ser vistos na seguinte tabela:

Teste	Resultado	Descrição
1	✓	Entra no modo de visita livre e mostra todos os pontos de interesse, assim como a posição do utilizador.
2	✓	É gerado um percurso que tem em conta o maior número de pontos de interesse e a começar na posição do utilizador.
3	✓	É gerado um percurso que tem em conta os pontos de interesse

		mais importantes e a começar na posição do utilizador.
4	✓	O ponto de interesse era activado ao ser aproximado pelo utilizador.

Tabela 15 - Testes de local UC Tour - Library and The World

O objectivo destes testes seria verificar se tudo estava em conformidade com a aplicação quando se faz uso do GPS, e os resultados dos testes provam que sim, sendo que desta forma, poderíamos dar a aplicação por testada e validada.

Contudo, foi descoberto um bug ao testar a aplicação no local. Ao inserir como hora de destino o número 12 (como sendo meio-dia), este era considerado sempre como sendo meia-noite, e activava a protecção de inserção de hora, alegando que a hora já tinha passado. Este bug não foi detectado nos testes de programador, porque estes foram realizados durante a tarde, e nesse contexto, o resultado estava certo. Mas os testes no local, ao serem realizados durante a manhã, revelaram este bug.

Contudo, este bug era de fácil correcção, bastando apenas alterar o formato da hora para tal não suceder. Após esta solução, voltou-se a testar esta situação juntamente com o cliente, e verificou-se que o bug tinha sido eliminado.

Capítulo 5

Notas Finais

Esta foi uma experiência enriquecedora e gratificante para o orientando, uma vez que foi a primeira vez que esteve integrado numa empresa e realizou trabalho sem ser no âmbito académico, criando aplicações para dispositivos que correm o Sistema Operativo Android e que estão disponíveis ao público.

Estas aplicações foram desenvolvidas com cuidado e dedicação, resultando num trabalho concluído com sucesso. Uma destas aplicações (Rota do Peregrino) proporcionou ao orientando a oportunidade de explicar o seu trabalho em dois programas de televisão [32][33], na RTP1, o que motivou o orientando a trabalhar mais afincadamente.

O orientando considera também que adquiriu competências profissionais e pessoais muito importantes para o seu futuro. Estas competências resultaram da já referida integração na empresa, e de reuniões e trabalhos desenvolvidos com pessoas de áreas diferentes da sua, nomeadamente designers e pessoas de cursos literários. Sem estas pessoas, tais competências não teriam evoluído tanto.

Pessoalmente o orientando considera que o estágio que agora termina decorreu sem problemas de maior, mas em que vários obstáculos foram ultrapassados e vários “medos” conquistados.

Finalmente, o orientando gostaria de agradecer a toda as pessoas que o apoiaram ao longo destes meses de estágio, mais especificamente aos seus orientadores (Dr. Alexandre Pinto e Prof. Dr. Luís Macedo), ao Gestor de Software da iClio João Carvalho, a todos os seus amigos, e principalmente à sua família e namorada.

Apêndice A

Tabelas de Planeamento

Este apêndice tem como objectivo mostrar o planeamento relativo a cada semestre em tabelas, de forma a ser mais fácil de compreender em que altura é que foi realizada determinada tarefa, e se houve desvios temporais para as tarefas em questão.

As tabelas estão organizadas por meses e semanas, sendo que a cada mês será associado um dia que corresponde à segunda-feira de cada semana.

1º Semestre

Tarefas	Setembro		Outubro				Novembro				Dezembro				Janeiro							
	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	28		
Estado da arte																						
Análise de Requisitos																						
Desenvolvimento																						
Testes																						
Relatório Intermédio																						
	Desvio relativo ao planeado -																					
	Planeado -																					

Tabela 16 - Planeamento do 1º Semestre

Na tabela anterior pode-se verificar que houve desvios relativamente às três fases do trabalho a desenvolver. Tal deveu-se, como já foi dito, à renegociação e ajustamento de requisitos descritos na secção 4.2.1 deste relatório. Como todas as fases da implementação são interdependentes, um atraso (desvio) numa, afecta as restantes.

Contudo, e como se pode verificar na tabela, tal não afectou em demasia o trabalho desenvolvido, uma vez que se conseguiu conjugar tudo de forma a terminar o que se pretendia fazer a tempo.

2º Semestre

Tarefas	Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho			Julho				
	4	11	18	25	4	11	18	25	1	8	15	22	29	6	13	20	27	3	10	17	24	1		
Análise de Requisitos																								
Desenvolvimento																								
Testes																								
Testes Peregrinos																								
Relatório Final																								
	Desvio relativo ao planeado -																							
	Planeado -																							

Tabela 17 – Planeamento do 2º Semestre

Na tabela anterior pode-se verificar que houve desvios relativamente às fases de desenvolvimento e de testes a realizar. Tal foi causado por um atraso na entrega de partes de conteúdo por parte dos alunos do mestrado Euromachs, e que sem as quais não se poderia desenvolver algumas funcionalidades da aplicação. Consequentemente, sem estas funcionalidades estarem desenvolvidas, também não poderiam ser testadas, pelo que esta fase do trabalho também sofreu um pequeno desvio. Tal ficou resolvido mal o conteúdo foi entregue.

Como se pode ver na tabela, estes desvios (apesar de incómodos) não causaram problemas de maior, tendo o orientando conseguido solucionar e terminar o que se tinha proposto a tempo.

Apêndice B

Produtos Finais

Neste apêndice pretende-se mostrar qual o aspecto final das duas aplicações desenvolvidas através de screenshots de ambas. No primeiro semestre foram desenvolvidas seis aplicações (uma para cada rota), contudo, dada a semelhança entre elas (mudando apenas a cor de aplicação para aplicação), apenas serão mostrados screenshots de uma delas.

1º Semestre



Figura 14 – Splash screen Rota do Peregrino

Este splash screen corresponde ao ecrã inicial da aplicação desenvolvida para a Rota do Peregrino, mantendo-se durante 0,5 segundos.



Figura 15 - Ecrãs de informação e selecção

A figura anterior mostra dois ecrãs distintos: o de informação, que corresponde à imagem da esquerda, e o de orações, que corresponde à imagem da direita. O primeiro, dá origem ao segundo, tendo para isso o utilizador de carregar no botão “Orações”. Se carregar num dos outros botões, o efeito será semelhante, mudando no entanto o display do segundo ecrã. É também possível ver que a aplicação está organizada por separadores (tabs).

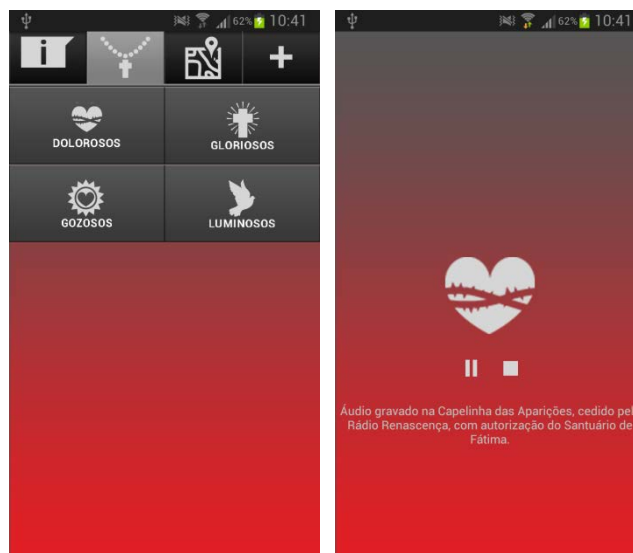


Figura 16 - Ecrãs de terço e selecção

Mais uma vez, a figura anterior mostra dois ecrãs em que o segundo é acedido através de uma selecção efectuada no primeiro. Ao seleccionar o terço que pretende ouvir (no ecrã da esquerda), o ecrã da direita surge e toca o terço escolhido. No exemplo da figura anterior, foi seleccionado o terço Dolorosos.

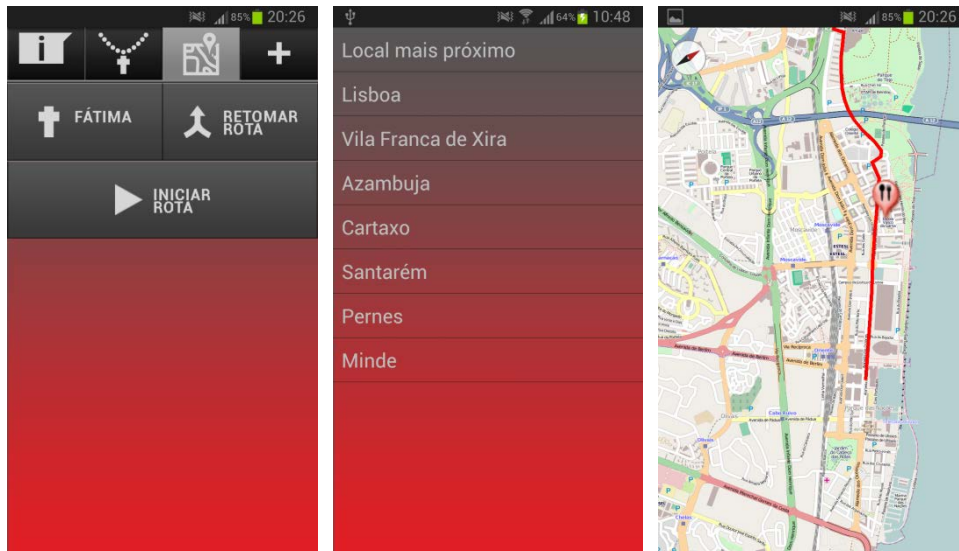


Figura 17 - Ecrãs de rota, selecção de ponto, e mapa

Aqui pode-se optar por onde começar a peregrinação. Se se optar por “Iniciar Rota”, surge o ecrã do meio, tendo o utilizador de escolher um local por onde começar. Após esta escolha, surge o mapa, centrado no ponto escolhido, conforme é demonstrado pelo terceiro ecrã. Caso no primeiro ecrã se escolha a opção “Fátima”, surge um ecrã semelhante ao terceiro, mas centrado em Fátima. Finalmente, caso se escolha “Retomar Rota”, surge uma lista de rotas gravadas (se existirem).



Figura 18 - Ecrã "Outros"

Finalmente, este é o ecrã no último separador (ou tab), e corresponde ao “Outros”. Consiste simplesmente de uma lista com hiperligações para algo externo à aplicação, conforme se pode ver na figura.

2º Semestre

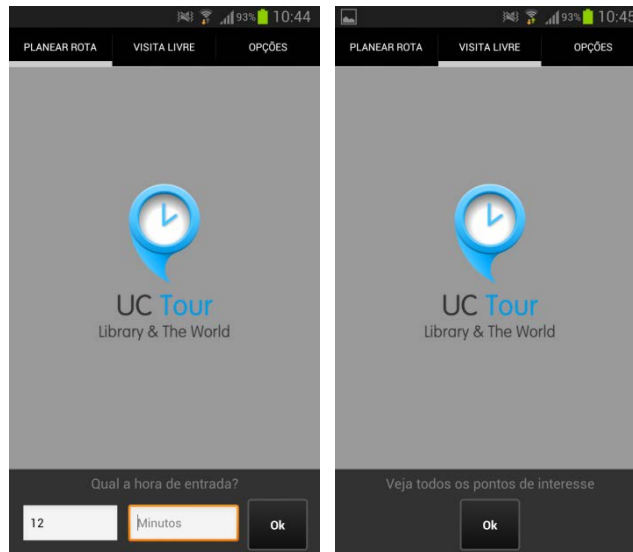


Figura 19 - Ecrãs “Planear Rota” e “Visita Livre”

O ecrã da esquerda é o que surge ao utilizador mal a aplicação é iniciada. É também aqui que o utilizador pode inserir uma hora caso já tenha adquirido o bilhete para a Biblioteca Joanina. Caso pretenda uma “Visita Livre”, remete-se para o ecrã seguinte.

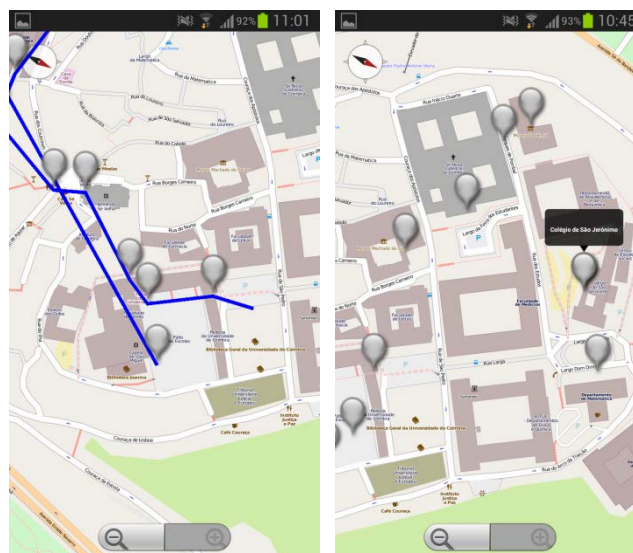


Figura 20 - Ecrãs para rota planeada e rota livre

Estes ecrãs correspondem, respectivamente, aos da figura 19. Neles se pode ver o contraste entre uma rota planeada, onde só existem parte dos pontos de interesse (à esquerda), com o da rota livre, onde são mostrados todos os pontos de interesse. Ao ser activado um ponto de interesse, seja por pressioná-lo ou por proximidade, o seu aspecto será semelhante ao da figura seguinte:

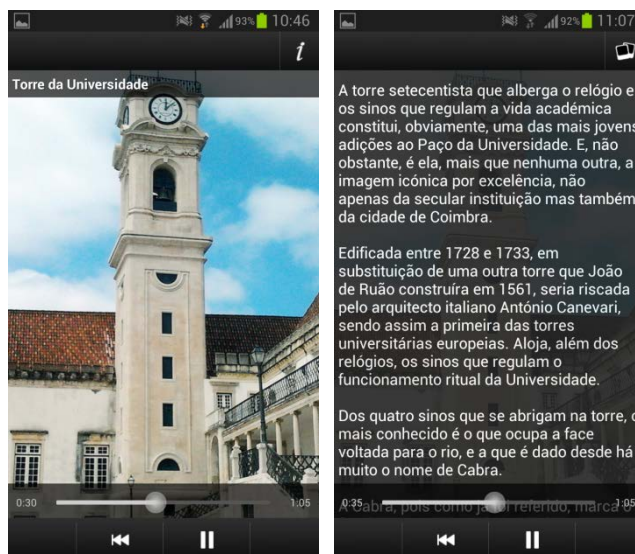


Figura 21 - Ecrãs relativos ao ponto de interesse

Nestes ecrãs é possível ver todos os tipos de conteúdo: som e imagem (à esquerda) e som e texto (à direita). De referir que o som é representado pela barra temporal no fundo do ecrã. Alterna-se entre imagem e texto através do botão no canto superior direito.

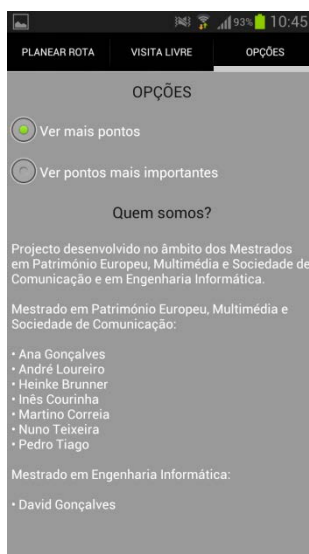


Figura 22 - Ecrã "Opções"

Finalmente, este ecrã permite alternar o modo de cálculo de percurso, entre as possibilidades de ver mais pontos ou de ver os pontos mais importantes. É também possível visualizar quem foram as pessoas envolvidas na realização deste trabalho.

Apêndice C

Estudo sobre Downloads

Neste apêndice pretende-se mostrar o número de vezes que as aplicações Rota do Peregrino foram descarregadas da loja Google Play, e quantas dessas aplicações ainda se encontram instaladas. Poderá ser visto também quais as versões em que cada uma delas foi instalada.

Assim, começamos por mostrar um gráfico em que se pode ver uma comparação de número de downloads em cada aplicação:

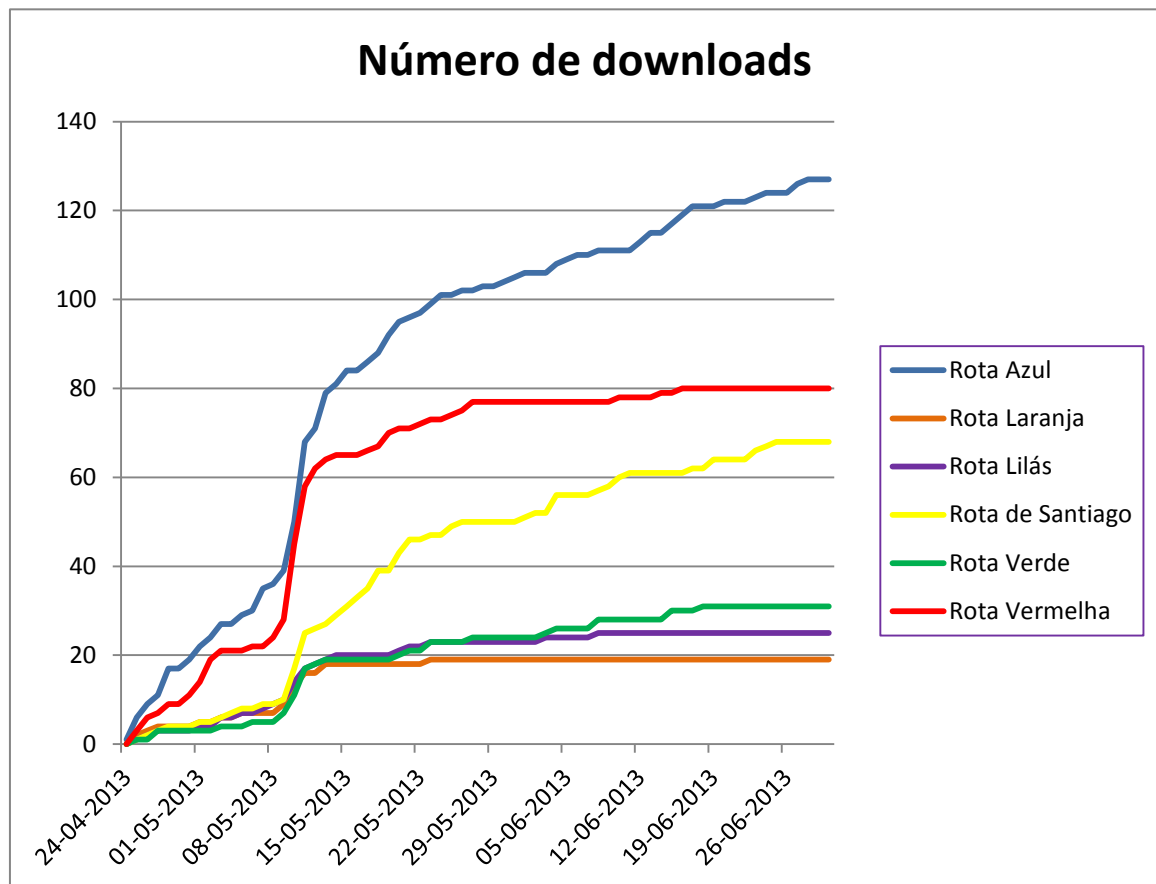


Figura 23 - Número de downloads por aplicação

Ao analisar o gráfico, podemos ver que a Rota Azul foi a aplicação que teve um maior número de downloads, atingindo os 127. É também possível ver que na semana associada às peregrinações (sensivelmente de 8 a 15 de Maio), houve um aumento exponencial no número de downloads, algo que era previsível pois nesta altura que a aplicação atinge o seu potencial.

Seguidamente apresenta-se uma tabela que mostra em forma de percentagem quais foram as versões de Android em que a aplicação foi descarregada:

Versões Android	Rota Azul	Rota Laranja	Rota Lilás	Rota de Santiago	Rota Verde	Rota Vermelha
Android 2.2	1,57%	10,53%	0,00%	5,88%	6,45%	5,13%
Android 2.3.3 - 2.3.7	26,77%	36,84%	32,00%	16,18%	25,81%	30,77%
Android 3.1	0,79%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Android 3.2	0,00%	5,26%	0,00%	1,47%	0,00%	0,00%
Android 4.0.3 - 4.0.4	37,80%	31,58%	36,00%	30,88%	38,71%	28,21%
Android 4.1	25,98%	15,79%	24,00%	38,24%	22,58%	25,64%
Android 4.2	7,09%	0,00%	8,00%	7,35%	6,45%	10,26%

Tabela 18 - Percentagens de aplicações por versão Android

Ao analisar a tabela anterior, podemos concluir que a opção de implementar as aplicações a partir da versão 2.2 para cima foi correcta, uma vez que esta versão é das que apresenta percentagens menores. Os valores percentuais baixos relativamente às versões 3.1 e 3.2 prendem-se com o facto de a aplicação não ter sido desenhada para tablets, que são os aparelhos que possuem estas versões de Android. Outra explicação poderá ser que não sejam muitos os peregrinos que utilizam tablets nas suas peregrinações, optando por levar os seus smartphones.

Finalmente, irá ser verificada para cada aplicação qual o número de instalações que ainda se encontram activas, comparando-as com o número total de downloads:

	Rota Azul	Rota Laranja	Rota Lilás	Rota de Santiago	Rota Verde	Rota Vermelha
Total	127	19	25	68	31	80
Activas	39	5	6	30	11	39

Tabela 19 - Comparação - Nr. Instalações activas vs Nr. Instalações totais

O facto de o número de aplicações activas ser inferior ao número total de downloads efectuados é normal, uma vez que ao deixar de ser necessária a aplicação é desinstalada, seja por razões de espaço que ocupa no smartphone ou outro motivo qualquer. Assim, e como este estudo foi realizado a 30 de Junho, já passou o pico das peregrinações, pelo que a aplicação já não é tão necessária como foi na semana de 8 a 15 de Maio. Contudo, para o ano prevê-se que o número de aplicações activas torne a aumentar.

Referências

- [1] – JITT, 2012. JiTT – Just in Time Tourist tackles the global stage. <http://www.justintimetourist.com/news/10/33/JiTT---Just-in-Time-Tourist-tackles-the-global-stage.html>
- [2] – ICLIO, 2012. iClio – Quem somos. <http://www.iclio.net/index.php/pt/quem-somos>
- [3] – WIKIPEDIA, 2013. Scrum (software development). http://en.wikipedia.org/wiki/Scrum_%28development%29
- [4] – Tomi T. Ahonen, 2011. Looking at the phone - <http://twicsy.com/i/TtYrxc>
- [5] – TECH RADAR, 2012 - Making calls fifth most popular use for smartphones, says report. <http://www.techradar.com/news/phone-and-communications/mobile-phones/making-calls-fifth-most-popular-use-for-smartphones-says-report-1087623>
- [6] – FIERCE WIRELESS, 2013 – Global mobile data traffic doubled in Q3 2012. <http://www.fiercewireless.com/story/akamai-global-mobile-data-traffic-doubled-q3-2012/2013-01-24>
- [7] – VISUALLY, 2013 – Rise of the mobile Data lovers. <http://visual.ly/rise-mobile-data-lovers>
- [8] – STATISTA, 2013 – Global Smartphone Sales from Q1 2009 to Q1 2013, by operating system. <http://www.statista.com/statistics/74592/quarterly-worldwide-smartphone-sales-by-operating-system-since-2009/>
- [9] – BUSINESS INSIDER, 2012 - Global Smartphone Unit Sales Forecast. <http://www.businessinsider.com/smartphone-sales-forecast-2012-2>
- [10] – WIKIPEDIA, 2013 - Snake (vídeo game). http://en.wikipedia.org/wiki/Snake_%28video_game%29
- [11] – BERG INSIGHT, 2012 – The Mobile Application Market. www.berginsight.com/ReportPDF/ProductSheet/bi-app1-ps.pdf
- [12] – VISION MOBILE, 2012 – The Mobile Industry in Numbers. <http://www.visionmobile.com/blog/2012/10/infographic-the-mobile-industry-in-numbers/>
- [13] – THE INDUSTRY, 2012 - Instagram for Android. <http://theindustry.cc/2012/04/04/instagram-for-android-hits-users-surprised-features-lost-features-gained/>
- [14] – DISTIMO, 2012 - Angry Birds Launch. http://www.distimo.com/blog/2012_05_introducing-distimo-applink-cross-platform-app-store-distribution-and-marketing-made-easy/
- [15] – ABOUT.COM, 2013 - What is Google Android? http://google.about.com/od/socialtoolsfromgoogle/p/android_what_is.htm
- [16] – ABOUT.COM, 2013 – The Android OS. <http://linux.about.com/od/mobiledevices/a/The-Android-Os.htm>

- [17] – WIKIPEDIA, 2013 – Android Version History. http://en.wikipedia.org/wiki/Android_version_history#Android_1.0_.28API_level_1.29
- [18] – ANDROID DEVELOPERS, 2009 – Android 1.1 Version Notes. <http://developer.android.com/about/versions/android-1.1.html>
- [19] – ANDROID DEVELOPERS, 2009 – Android 1.5 Platform Highlights. <http://developer.android.com/about/versions/android-1.5-highlights.html>
- [20] – ANDROID DEVELOPERS, 2009 – Android 1.6 Platform Highlights. <http://developer.android.com/about/versions/android-1.6-highlights.html>
- [21] – ANDROID DEVELOPERS, 2009 – Android 2.0 Platform Highlights. <http://developer.android.com/about/versions/android-2.0-highlights.html>
- [22] – ANDROID DEVELOPERS, 2010 – Android 2.2 Platform Highlights. <http://developer.android.com/about/versions/android-2.2-highlights.html>
- [23] – ANDROID DEVELOPERS, 2010 – Android 2.3 Platform Highlights. <http://developer.android.com/about/versions/android-2.3-highlights.html>
- [24] – ANDROID DEVELOPERS, 2011 – Android 3.0 Platform Highlights. <http://developer.android.com/about/versions/android-3.0-highlights.html>
- [25] – ANDROID DEVELOPERS, 2011 – Android 3.1 Platform Highlights. <http://developer.android.com/about/versions/android-3.1-highlights.html>
- [26] – ANDROID DEVELOPERS, 2011 – Android 3.2 Platform and Updated SDK Tools. <http://android-developers.blogspot.pt/2011/07/android-32-platform-and-updated-sdk.html>
- [27] – ANDROID DEVELOPERS, 2012 – Android 4.0 Platform Highlights. <http://developer.android.com/about/versions/android-4.0-highlights.html>
- [28] – ANDROID DEVELOPERS, 2012 – Jelly Bean. <http://developer.android.com/about/versions/jelly-bean.html>
- [29] – RFC 2119, 1997 - Key words for use in RFCs to Indicate Requirement Levels. <http://www.apps.ietf.org/rfc/rfc2119.html>
- [30] – GOOGLE PLAY ROTA DO PEREGRINO, 2013. Lista de aplicações Rota do Peregrino. <https://play.google.com/store/search?q=rota+do+peregrino+iclio&c=apps>
- [31] – GOOGLE PLAY UC TOUR, 2013 – Download aplicação UC Tour. <https://play.google.com/store/search?q=UC+Tour+iclio&c=apps>
- [32] – RTP, 2013 – Portugal no Coração. <http://www.rtp.pt/programa/tv/p29812/c115974>
- [33] – RTP, 2013 – Aqui Portugal. <http://www.rtp.pt/play/p1056/e116810/aqui-portugal/292844>