

**FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO**

# **Estudo, conceção, desenvolvimento e teste de uma aplicação móvel de pagamento e validação para Transportes Públicos de Passageiros**

**André Gonçalves Dias**

VERSÃO DE TRABALHO



Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Orientador: João Bernardo de Sena Esteves Falcão e Cunha

Co-orientador: Marta Maria Campos Ferreira

4 de Junho de 2013



# **Estudo, conceção, desenvolvimento e teste de uma aplicação móvel de pagamento e validação para Transportes Públicos de Passageiros**

**André Gonçalves Dias**

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação



# Resumo

O uso de dispositivos móveis faz cada vez mais parte do dia-a-dia dos seres humanos. O telemóvel, o leitor de .mp3, o *tablet*, o GPS, a câmara fotográfica, etc. passaram a ser objetos comuns nos bolsos e carteiras. E é precisamente devido às capacidades dos *smartphones*, os telemóveis inteligentes que vieram revolucionar a forma como o telemóvel é visto, deixando este de ser apenas um utensílio para a realização de chamadas e envio de mensagens de texto passando para um sistema completo de agenda, telefone, reproduzidor multimédia, câmara fotográfica, navegador GPS, entre muitas outras funcionalidades, que surge a pergunta: Se o telemóvel suporta todas estas funcionalidades, porque não utilizá-lo também para uma das tarefas mais rotineiras de muitas pessoas, os transportes públicos?

Apesar de, em Portugal, ser já comum utilizar-se sistemas informatizados e relativamente sofisticados no que toca aos sistemas de bilhética nos transportes públicos, estes estão ainda "presos" a cartões, no Grande Porto o cartão Andante, na Grande Lisboa o cartão Viva, nos comboios o cartão CP. Será a informação armazenada nos cartões demasiado complexa que não possa ser armazenada noutro meio, nomeadamente o telemóvel? A resposta é óbvia, Não! A informação armazenada limita-se ao número de títulos de viagem disponíveis naquele cartão e em caso de um título estar ativo, qual o seu período de validade e a estação de entrada. Toda esta informação pode ser facilmente armazenada no telemóvel, sendo apenas necessário implementar as infraestruturas tecnológicas que deem suporte a este novo modelo.

O objetivo desta dissertação é precisamente estudar e conceber a melhor maneira de tirar partido dos telemóveis para substituir os cartões no que toca à bilhética nos transportes públicos da Área Metropolitana do Porto. Isto permitirá não só aumentar a comodidade do passageiro, como proporcionar-lhe um acesso ilimitado e independente de local ou hora a todos os serviços necessários na gestão da sua mobilidade. Estes serviços incluem a compra de títulos de viagem e sua posterior validação, a consulta do saldo da carteira virtual e o saldo de viagens, a visualização do histórico de operações, a visualização do estado atual da viagem validada (tempo restante e estação de entrada, número de zonas, etc.), entre outros.

Mas não é só o passageiro que fica a ganhar. Os operadores de transportes públicos de passageiros, para além de acrescentarem valor à sua oferta de serviços, reduzem custos de operação e manutenção, recolhem informação estatística e hábitos de utilização dos passageiros, e mostram vontade de estar na vanguarda no que toca à inovação tecnológica. Existem já vários projetos piloto em execução em vários países, testando tecnologias diferentes, em busca de a melhor solução. É importante referir que cada rede de transportes públicos é única e com características especiais, pelo que não será nunca possível encontrar uma solução que sirva todos os modelos utilizados, sendo necessário desenhar uma solução adequada às necessidades de cada rede.



# Abstract

The use of mobile devices is more and more a daily routine in human beings. Mobile phones, .mp3 players, tablets, GPS, cameras, etc. are now ordinary objects in pockets or bags. And it's precisely due to the capacities of smartphones, the smart mobile phones that revolutionized the way mobile phones are seen, no longer being just a tool to make calls and send text messages, and becoming a complete system of diary, phone, multimedia player, camera, GPS navigator, among others, that the question "If smartphones support all these functionalities, why not use it on one daily task for most people, public transportation?" arises.

Although, in Portugal, the use of computerized and relatively sophisticated systems in public transportation ticketing is now a common practice, it is still "stuck" to cards. In Oporto, there is the Andante card, in Lisbon the Viva card and in trains, the CP card. Is the stored information so complex that it couldn't be stored anywhere else, for instance a smartphone? The answer is obvious, No! The stored information is only the number of remaining traveling titles in that card, and in case one title is active, the expiration time and departure station. All this information can be easily stored in a smartphone, with only the need to develop the technological infrastructures to support this model.

The aim of this dissertation is precisely to study and conceive the best way to take advantage of smartphones to replace cards in the Oporto Metropolitan Area public transportation system. This would not only increase passenger's commodity but also provide him an unlimited and place and time independent access to all the needed services related to his mobility management. These services include purchasing traveling titles, and validating them, checking the virtual wallet balance and the titles balance, visualizing the operations history, visualizing the status of an active title (remaining time, departure station, number of zones, etc.), among others.

But the passenger is not the only one who benefits. The passengers public transportation operators, besides adding value to their services offer, reduce operation and maintenance costs, and gather statistical information and use habits from their customers. Moreover, they show the will to be in the edge of technological innovation. There are already some pilot projects running in different countries, searching for the best solution. It is important to have in mind that each public transportation network is unique and with special characteristics, so it will never be possible to find a general solution that fits every model, enforcing the necessity to develop an appropriate solution for each network.





*“Se estás a trabalhar em algo excitante e do qual tu gostas mesmo muito,  
não precisas de ser pressionado para ter mais resultados.  
A tua própria visão puxa-te para a frente.”*

Steve Jobs



# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Contexto/Enquadramento . . . . .	1
1.2	Projeto . . . . .	2
1.3	Motivação e Objetivos . . . . .	2
1.4	Estrutura da Dissertação . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b>	<b>5</b>
2.1	Introdução . . . . .	5
2.2	Pagamentos Móveis . . . . .	5
2.2.1	Pagamentos via SMS/USSD . . . . .	6
2.2.2	Pagamentos via débito direto . . . . .	6
2.2.3	Pagamentos via WAP . . . . .	7
2.2.4	Pagamentos via QR Code . . . . .	8
2.2.5	Pagamentos via NFC . . . . .	8
2.3	Projetos . . . . .	9
2.3.1	MB Phone . . . . .	9
2.3.2	WalletPT . . . . .	10
2.3.3	Vodafone m.Ticket . . . . .	12
2.3.4	Transport for London . . . . .	12
2.3.5	Touch&Travel . . . . .	13
2.3.6	Rapid Transit . . . . .	14
2.3.7	Mobill . . . . .	14
2.4	Resumo . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Pagamentos Móveis para Transportes Públicos no Porto</b>	<b>17</b>
3.1	Introdução . . . . .	17
3.2	Arquitetura . . . . .	18
3.2.1	Cliente (Client) . . . . .	18
3.2.2	Revisor (Conductor) . . . . .	19
3.2.3	Servidor (Server) . . . . .	19
3.3	Tecnologias . . . . .	19
3.3.1	Android . . . . .	19
3.3.2	SQLite . . . . .	20
3.3.3	Microsoft .NET Framework 3.5 . . . . .	20
3.3.4	Oracle Database XE . . . . .	21
3.4	Resumo e Conclusões . . . . .	21

## CONTEÚDO

<b>4</b>	<b>Sistema Andante</b>	<b>23</b>
4.1	Modalidades . . . . .	23
4.1.1	Ocasionais . . . . .	23
4.1.2	Assinaturas . . . . .	24
4.2	Zonamento . . . . .	24
4.3	Resumo ou Conclusões . . . . .	24
<b>5</b>	<b>Implementação</b>	<b>27</b>
5.1	Especificação de Requisitos . . . . .	27
5.1.1	Requisitos Funcionais . . . . .	27
5.1.2	Requisitos Não Funcionais . . . . .	28
5.2	Modelo Concetual . . . . .	29
5.2.1	Utilizador . . . . .	29
5.2.2	Título . . . . .	29
5.2.3	Validação . . . . .	31
5.2.4	Paragem . . . . .	31
5.2.5	Linha . . . . .	31
5.2.6	Zona . . . . .	31
5.2.7	Transação . . . . .	31
5.3	Arquitetura . . . . .	31
5.4	Casos de Uso . . . . .	32
5.4.1	Compra . . . . .	32
5.4.2	Validação . . . . .	32
5.4.3	Consulta . . . . .	33
5.5	Resumo ou Conclusões . . . . .	33
<b>6</b>	<b>Conclusões e Trabalho Futuro</b>	<b>35</b>
6.1	Satisfação dos Objetivos . . . . .	35
6.2	Trabalho Futuro . . . . .	35
	<b>Referências</b>	<b>37</b>
<b>A</b>	<b>Especificação de Requisitos Funcionais</b>	<b>41</b>
A.1	Descrição Detalhada . . . . .	41
A.1.1	O sistema deve permitir o registo de um novo utilizador . . . . .	41
A.1.2	O sistema deve permitir a autenticação de um utilizador já registado . . . .	41
A.1.3	O sistema deve permitir a um utilizador autenticado alterar os seus dados pessoais . . . . .	41
A.1.4	O sistema deve permitir a um utilizador autenticado terminar a sessão ativa	41
A.1.5	O sistema deve permitir a compra de títulos por utilizadores autenticados	41
A.1.6	O sistema deve utilizar os fornecedores de localização do dispositivo móvel para identificar a paragem onde o utilizador autenticado se encontra .	42
A.1.7	O sistema deve permitir ao utilizador autenticado a escolha manual da paragem de entrada . . . . .	42
A.1.8	O sistema deve listar as linhas e respetivos sentidos que passam na paragem seleccionada pelo utilizador autenticado . . . . .	42
A.1.9	O sistema deve permitir ao utilizador autenticado escolher o título a validar, apresentando todos os títulos disponíveis que se adequem à paragem e linha seleccionadas . . . . .	42

## CONTEÚDO

A.1.10	O sistema deve permitir ao utilizador autenticado efetuar a validação do título escolhido, apresentando a paragem limite até à qual pode viajar . . .	42
A.1.11	O sistema deve permitir a mudança de linha (transbordo), quando existir um título válido . . . . .	42
A.1.12	O sistema deve permitir a confirmação da validade do título em utilização, por parte do revisor . . . . .	42
A.1.13	O sistema deve permitir a consulta do estado atual do título validado . . .	43
A.1.14	O sistema deve permitir o acesso ao histórico de operações efetuadas pelo utilizador autenticado . . . . .	43
A.1.15	O sistema deve permitir o acesso ao histórico de validações realizadas pelo utilizador autenticado . . . . .	43
A.1.16	O sistema deve permitir a consulta do saldo de títulos disponíveis . . . .	43
A.1.17	O sistema deve permitir a consulta de saldo da carteira virtual . . . . .	43
<b>B</b>	<b>Planeamento (Parte 1)</b>	<b>45</b>
<b>C</b>	<b>Planeamento (Parte 2)</b>	<b>47</b>

## CONTEÚDO

# Lista de Figuras

2.1	SPAYD armazenado num QR Code . . . . .	9
2.2	Menu Principal da Aplicação MB Phone para Android . . . . .	10
2.3	Mcode contendo um cupão . . . . .	15
4.1	Zonamento Andante . . . . .	25
4.2	Cálculo de número de zonas Andante [cal] . . . . .	26
5.1	Modelo Concetual . . . . .	30
5.2	Arquitetura Servidor-Cliente . . . . .	32
B.1	Planeamento da primeira fase da dissertação . . . . .	46
C.1	Planeamento da segunda fase da dissertação . . . . .	48

## LISTA DE FIGURAS



# Lista de Tabelas

3.1	Distribuição de dispositivos ativos por versão do sistema operativo Android (3 de junho de 2013)[ <a href="#">das</a> ] . . . . .	20
A.1	Requisitos Funcionais: Descrição, Prioridade e Dependências . . . . .	44

## LISTA DE TABELAS

# Abreviaturas e Símbolos

API	<i>Application Programming Interface</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
MMS	<i>Multimedia Message Service</i>
NFC	<i>Near Field Communication</i>
OPT	Optimização e Planeamento de Transportes, SA
OTP	<i>One Time Password</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PIN	<i>Personal Identification Number</i>
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
SEPA	<i>Single Euro Payments Area</i>
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>
SPAYD	<i>Short Payment Descriptor</i>
STCP	Sociedade de Transportes Colectivos do Porto, SA
TfL	<i>Transport for London</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
USSD	<i>Unstructured Supplementary Service Data</i>
WAP	<i>Wireless Application Protocol</i>



# Capítulo 1

## Introdução

O objetivo deste documento é fornecer, de uma forma detalhada, toda a informação referente à dissertação, incluindo a revisão do estado da arte e também todos os conteúdos produzidos durante a realização da mesma. Pretende-se que seja um documento o mais claro e simples possível para que seja necessário o mínimo de conhecimento específico para a sua compreensão. Todos os termos utilizados serão acompanhados de uma breve descrição para efeitos de contextualização. Para melhor compreender o âmbito da dissertação, é apresentado neste capítulo o enquadramento e a motivação que levaram à escolha do tema e são também definidos os problemas que se pretendiam solucionar durante a dissertação. Para além disso, é apresentada a estrutura da dissertação, permitindo assim criar desde já uma visão global do projeto.

### 1.1 Contexto/Enquadramento

Esta dissertação enquadra-se na área dos pagamentos móveis, com especial foco nos transportes públicos. Para além disso, está também enquadrada na área da bilhética, focando-se na compra e validação de títulos de viagem e assinaturas.

Por pagamento móvel entende-se qualquer pagamento que seja feito através de um dispositivo móvel (PDA's, telemóveis, *smarthphones*), que são cada vez mais frequentes, inclusive em países em desenvolvimento.[DdAC11]

Um título de viagem corresponde ao objeto (físico ou virtual) que permite efetuar uma viagem dentro da rede de transportes para o qual foi concebido e o utilizador pode comprar um ou mais títulos de viagem de uma só vez, tendo em conta que apenas será utilizado um título por viagem.

Uma assinatura é uma modalidade que permite efetuar um número ilimitado de viagens dentro de uma determinada zona durante o período de tempo estipulado, habitualmente mensal.

A validação de títulos de viagem designa o processo que é realizado no início de cada viagem e realiza a ativação de um determinado título, confirmando a validade do mesmo e impedindo que seja usado novamente. Esta validação permite também verificar a adequação do mesmo título à

viagem que se inicia. No caso das assinaturas, a validação verifica a adequação das mesmas à viagem e também se estão ainda ativas ou se o prazo definido já expirou.

Durante a dissertação, foi realizado um protótipo que envolve a STCP - Sociedade de Transportes Colectivos do Porto, SA, com o intuito de testar uma possível implementação de um sistema de pagamento e validação dos títulos de viagem utilizados pelos passageiros deste operador de transportes públicos. O protótipo foi desenvolvido em parceria com a OPT - Optimização e Planeamento de Transportes, SA, empresa responsável pelo desenvolvimento dos produtos SMSBUS e MOVE-ME, entre outros relacionados com a gestão operacional do transporte coletivo urbano. [OPT]

## 1.2 Projeto

O protótipo desenvolvido é uma aplicação para dispositivos móveis com o sistema operativo Android, que permitirá aos passageiros efetuar a compra de títulos de viagem ou assinaturas e o respetivo pagamento, bem como validar os mesmos aquando da sua utilização nos transportes públicos. Para além disso permitirá visualizar o histórico de compras e validações efetuadas pelo passageiro e o saldo atual da carteira de títulos e da conta utilizada para os pagamentos.

## 1.3 Motivação e Objetivos

Esta dissertação pretende facilitar os pagamentos e a validação de títulos de viagem nos transportes públicos na Área Metropolitana do Porto, tirando partido de dispositivos móveis. Por outro lado, pretende solucionar o problema causado pelo esquecimento, perda ou extravio de bilhetes, o que muitas vezes leva à necessidade da compra de um novo bilhete e títulos de viagem e, no caso da perda ou extravio, à impossibilidade de utilização dos títulos armazenados no bilhete perdido/extraviado.

A principal motivação deste trabalho é o elevado número de passageiros que utilizam os transportes públicos na Área Metropolitana do Porto. Durante o ano de 2012, cinquenta e quatro milhões e meio de passageiros utilizaram o Metro do Porto [INEa] e cinquenta e um milhões de passageiros viajaram nos autocarros da STCP durante o primeiro semestre de 2012. [CMV]

Se o elevado número de passageiros serviu de base para a escolha da área de desenvolvimento, a escolha do meio tecnológico baseia-se no facto de que atualmente já uma em cada cinco pessoas acede à Internet telemóvel [INEb], e também de cada vez mais ser menos provável deixar o telemóvel em casa. Um estudo efetuado revela que é mais provável as pessoas saírem de casa sem a carteira do que sem o telemóvel. [NFC11].

Poder adicionar valor aos serviços já existentes é também uma motivação para o desenvolvimento do projeto.

Os objetivos desta dissertação são os seguintes:

- Criar uma nova forma de pagamento e validação de títulos de viagem, não substituindo os modelos atuais, servindo como um complemento dos mesmos;

## Introdução

- Reduzir filas nas lojas Andante e postos de venda automáticos, descentralizando a operação de compra de títulos de viagem que muitas vezes causa longos períodos de espera, principalmente no início de cada mês, com a necessidade de renovação das assinaturas;
- Reduzir custos de emissão e manuseamento de cartões, pois deixa de haver necessidade de um cartão físico, tudo está armazenado no dispositivo móvel do passageiro;
- Fornecer informação estatística sobre os passageiros aos operadores de transportes, permitindo um melhor ajuste e planeamento de rotas e distribuição de veículos;
- Possibilitar a realização de múltiplas operações em qualquer lugar e através do um único canal, concentrando um conjunto de serviços à distância de um clique, deixando de haver necessidade de consultar informações nos painéis informativos, comprar títulos de viagem num posto de venda automático ou num balcão e validar o título nas máquinas específicas para esse efeito;
- Aumentar a satisfação geral dos utilizadores, trazendo-lhes mais comodidade e fornecendo-lhes um serviço que lhes permitirá poupar tempo e trabalho.

### 1.4 Estrutura da Dissertação

Para além da introdução, esta dissertação contém mais 4 capítulos. No Capítulo 2, é descrito o estado da arte e são apresentados trabalhos relacionados. No Capítulo 3, é descrito o projeto de uma forma mais detalhada, apresentando a sua estrutura e tecnologias a utilizar. No Capítulo 5, é apresentado o protótipo desenvolvido, especificando a sua implementação. No Capítulo 6 são apresentadas as conclusões obtidas durante a revisão do estado da arte e a implementação do projeto.

## Introdução



## Capítulo 2

# Revisão Bibliográfica

### 2.1 Introdução

Neste capítulo é ilustrada a utilização de dispositivos móveis para efeitos de pagamento e validação ou ativação de serviços. São também apresentados alguns projetos já implementados em diversas áreas que tiram proveito dos dispositivos móveis para proporcionar ao utilizador uma alternativa mais cómoda para realizar as referidas operações.

Dado o enorme crescimento de ativação de dispositivos móveis e a respetiva queda de preços, é cada vez maior o número de aplicações existentes no mercado, cobrindo uma variedade de áreas de negócio cada vez mais vasta. Estas aplicações utilizam tecnologias diferentes e, como tal, neste capítulo são exploradas as mais pertinentes, no âmbito do projeto.

### 2.2 Pagamentos Móveis

Os pagamentos móveis e outros serviços móveis, como por exemplo *mobile banking*, originalmente eram baseados em mensagens de texto para completar as transações. O primeiro exemplo de pagamento móvel surgiu em 1997 quando a Coca Cola introduziu um número limitado de máquinas de venda, em Helsínquia, Finlândia, onde o cliente poderia efetuar um pagamento móvel. O cliente enviaria uma mensagem de texto para a máquina de venda para configurar o pagamento e a máquina venderia então o produto. *Mobile banking* surgiu também em 1997, através do banco finlandês Merita, e aceitava mensagens de texto para realizar transações na conta bancária.[\[nfc\]](#)

Os serviços relacionados com comércio móvel aumentaram rapidamente no início do século XXI. A Noruega lançou pagamentos móveis de estacionamento, a Áustria, compra de bilhetes de comboio através de dispositivos móveis e no Japão surgiu a compra de bilhetes de avião.

Desde então muitos têm sido os desenvolvimentos na área dos pagamentos móveis e as empresas veem neles uma mais valia para os seus produtos, tornando mais fácil a venda de serviços aos seus clientes. Apesar de ainda se continuar a usar SMS para efetuar transações, surgiram outras

tecnologias com mais funcionalidades e segurança acrescida. Hoje em dia são vários os produtos que se baseiam em USSD, débito direto, WAP, QR Code, e NFC.

### 2.2.1 Pagamentos via SMS/USSD

O cliente envia um pedido de pagamento através de uma mensagem de texto SMS ou USSD para um *short code* e é aplicado um débito no seu saldo do telemóvel ou numa carteira virtual. O vendedor é informado do sucesso da operação e envia então o conteúdo desejado.[Ble03] Como normalmente não há um endereço de entrega fiável definido, estes conteúdos são normalmente digitais, sendo a resposta recebida através de MMS contendo o conteúdo comprado (músicas, toques, fundos, etc.). Podem ser também enviados códigos de barras através de MMS que servem depois para confirmar o pagamento por parte do vendedor. Este método é utilizado como um bilhete eletrónico para aceder ao cinema ou eventos ou para recolha de objetos físicos. Este meio de pagamento está a ser cada vez mais substituído pelos que se apresentam posteriormente, sendo as principais razões as que se seguem:

- Pouca fiabilidade – As transações podem facilmente falhar, tendo em conta que as mensagens se podem perder;
- Velocidade baixa – Enviar mensagens pode ser um processo lento e pode levar horas até o vendedor receber a confirmação do pagamento. Os clientes não querem ter de esperar mais do que alguns segundos;
- Segurança – A encriptação de SMS/USSD termina na interface de rede, portanto a mensagem é texto puro, sem qualquer encriptação;
- Custo elevado – Há muitos custos associados a este tipo de pagamento. Primeiro o custo de definir um *short code*, depois o custo de enviar os conteúdos para os clientes através de MMS e também os custos de apoio ao cliente para os casos de mensagens perdidas ou atrasadas.

Alguns serviços de pagamento móvel aceitam "pagamentos SMS Premium"[mobbb]. O processo é o seguinte:

1. Cliente envia SMS com código do serviço e número único para um *short code*;
2. Cliente recebe um PIN (o débito é efetuado aquando da receção do PIN);
3. Cliente utiliza o PIN para aceder a conteúdos ou serviços.

### 2.2.2 Pagamentos via débito direto

O cliente usa a opção de débito móvel durante a compra numa página *web* de comércio eletrónico (por exemplo, uma página de jogos online) para efetuar o pagamento. Depois de uma

validação em dois passos, envolvendo um PIN e uma OTP (*One Time Password*), o débito é efetuado no saldo móvel do cliente. É um método de pagamento que não exige o uso de cartões de crédito ou débito nem o registo numa solução de pagamento online tal como a PayPal, saltando assim a intermediação por parte de bancos ou empresas de cartões.[dmb] Este tipo de pagamento é extremamente predominante e popular na Ásia, caracterizando-se pelos seguintes atributos:

- Segurança – A autenticação em dois passos e um motor de gestão de risco previne fraude;
- Conveniência – Não é necessário pré-registo nem aplicação móvel específica;
- Facilidade – Trata-se de apenas uma nova opção durante o processo de pagamento numa compra;
- Rapidez – A maioria das transações é completa em menos de dez segundos.

### 2.2.3 Pagamentos via WAP

O cliente usa uma página *web* ou uma aplicação instalada no telemóvel para fazer o pagamento. Usa o WAP como tecnologia base e portanto herda todas as suas vantagens e desvantagens. As vantagens incluem:

- Possibilidade de encaminhar o cliente para outra página após a transação, por exemplo a página da loja ou outros produtos que o cliente possa gostar. Essas páginas têm um URL que pode facilmente ser adicionado aos marcadores e revisitado mais tarde ou partilhado;
- Elevada satisfação dos clientes por pagamentos rápidos e previsíveis;
- Facilidade de uso a partir de um conjunto familiar de páginas de pagamento.

No entanto, a não ser que seja utilizado débito direto por parte da operadora móvel, há necessidade de usar um cartão de crédito ou débito ou o registo numa solução de pagamento online, tal como numa transação feita através do computador.

#### 2.2.3.1 Débito direto pela operadora

Débito direto pela operadora, também conhecido como débito WAP, requer integração com a operadora. Isso traz alguns benefícios, nomeadamente o facto de as operadoras já terem uma relação de débito com os clientes, bastando adicionar o pagamento à conta do cliente. Para além disso, permite realizar pagamentos instantâneos e proteger os detalhes do pagamento e a identidade do cliente. Uma outra vantagem é o facto de se poder reduzir os custos de apoio ao cliente por parte dos vendedores.

A principal desvantagem é que os lucros são normalmente menores do que usando um outro fornecedor de pagamentos.

Em 2012, a Ericsson e a Western Union aliaram-se para expandir o mercado de débito direto pela operadora, tornando possível às operadoras móveis incluir transferências de dinheiro móveis

Western Union como parte do seu serviço financeiro móvel. Dada a visibilidade internacional de ambas as companhias, esta parceria provavelmente irá acelerar a interconexão entre o comércio móvel o mundo financeiro existente.[\[eri\]](#)

### 2.2.3.2 Cartão de crédito/débito

Um sistema de pagamento *web* pode também incluir um formulário de pagamento através de cartão de crédito ou débito, permitindo ao cliente inserir os dados do cartão para efetuar pagamentos. Este processo é familiar, mas a introdução de quaisquer detalhes num telemóvel é mais suscetível a erros e consequentemente a falhas no pagamento. Para além disso, um vendedor pode automaticamente e de forma segura associar os detalhes do cartão ao cliente e, em futuras compras, permitir ao utilizador que realize o pagamento através de um simples clique, removendo assim o fator de erro associado à introdução manual dos detalhes do cartão.

### 2.2.3.3 Carteiras virtuais

Companhias como a PayPal, Amazon ou Google também fornecem opções de pagamento móvel. Normalmente o processo baseia-se no registo por parte do utilizador, introduzindo o seu número de telemóvel. Posteriormente recebe um PIN por SMS e autentica o seu número de telemóvel através desse PIN. De seguida, o utilizador introduz os dados do cartão de crédito ou outro meio de pagamento (se necessário) e valida o pagamento. Nos pagamentos seguintes, será apenas necessário introduzir o PIN para autenticar e validar o pagamento.

## 2.2.4 Pagamentos via QR Code

Desde novembro de 2012 que são utilizados pagamentos via QR Code em grande escala na República Checa, sob a forma de um formato aberto de troca de informação de pagamentos, *Short Payment Descriptor*.[\[qrp\]](#)

O *Short Payment Descriptor* (SPAYD) usa a estrutura de um *vCard* e a semântica de um pagamento SEPA. Está desenhado para ser compacto, legível e, portanto, fácil de implementar. O formato permite extensões usando atributos com o prefixo "X-".

Exemplo de conteúdo de um SPAYD e respetivo QR Code na Figura 2.1:

```
SPD*1.0*ACC:CZ1355000000000000222885*AM:250.00*CC:CZK*MSG:FOND HUMANITY  
CCK*X-VS:333
```

## 2.2.5 Pagamentos via NFC

*Near Field Communication* (NFC) é usada maioritariamente para compras feitas em lojas físicas ou serviços de transportes. Um cliente, usando um telemóvel especial equipado com um *smartcard* aproxima o dispositivo de um módulo de leitura. A maioria das transações não requer autenticação, mas algumas fazem-nos através de PIN, antes de completar a transação. O



Figura 2.1: SPAYD armazenado num QR Code

pagamento pode ser deduzido duma conta pré-carregada ou debitada diretamente do saldo do telemóvel ou de uma conta bancária.[Sma11]

Pagamentos móveis através de NFC enfrentam desafios significativos para uma rápida e abrangente adoção, devido à falta de infraestruturas de suporte, ao complexo ecossistema de intervenientes e standards. Apesar disso, alguns produtores de telemóveis e bancos estão entusiasmados com esta tecnologia emergente.[vdc]

Os fornecedores de NFC no Japão estão intimamente ligados a redes de trânsito massivo, como por exemplo a Mobile Suica, utilizado na rede férrea JR East. O sistema Osaifu-Keitai, utilizado na Mobile Suica e em muitas outras aplicações, tornou-se o método standard para pagamentos no Japão.

Outros fornecedores, principalmente na Europa, usam pagamentos sem contacto através de telemóveis para estacionamento em parques ou na rua em áreas especialmente demarcadas. Os clientes beneficiam porque podem fazer o pagamento no conforto do seu carro com o seu telemóvel e os operadores de estacionamento não são obrigados a investir em infraestruturas, novas ou existentes. Os responsáveis pelo estacionamento mantêm a ordem através da matrícula, *transponders* ou códigos de barras.

Alguns fornecedores usam uma combinação de NFC e código de barras no dispositivo para pagamento, tornando esta técnica mais atrativa nos pontos de venda porque muitos dispositivos móveis no mercado ainda não suportam NFC.[cim]

## 2.3 Projetos

### 2.3.1 MB Phone

Lançado em 1996, o MB Phone é um serviço inovador que permite efetuar no telemóvel algumas das operações que, habitualmente, se efetuam no Caixa Automático (normalmente conhecido por multibanco ou ATM). Estas operações têm a particularidade de poderem ser realizadas com ecrãs idênticos aos encontrados nos Caixa Automático, através de uma aplicação Java. Pode ainda utilizar-se o serviço através de serviços de voz ou SMS.

O serviço MB Phone está ativo 24 horas por dia, em Portugal ou em qualquer outro país, com o qual a operadora de telecomunicações tenha acordos de roaming.



Figura 2.2: Menu Principal da Aplicação MB Phone para Android

Ao aliar a mobilidade à funcionalidade, este serviço vai ao encontro do consumidor final mas também dos bancos acionistas que apresentam um serviço que satisfaz as necessidades dos seus clientes. Este serviço está disponível nas operadoras TMN, Vodafone e Optimus e permite as seguintes operações: carregamentos de telemóveis (pré-pagos), pagamentos de serviços, consultas de saldos e movimentos bancários, consultas de NIB, pedidos de livros de cheques e transferência entre contas associadas.[mbp]

A utilização do MB Phone pode ser feita de três maneiras distintas:

- Aplicação Java – Esta aplicação simula no seu telemóvel os menus de um Caixa Automático;
- Chamada telefónica – As instruções são dadas durante a chamada;
- SMS – A mensagem SMS é composta pelos seguintes campos [telecódigo] [cód. da operação] [n.º de seq. da conta] [outros].

### 2.3.2 WalletPT

O WalletPT é uma solução inovadora que permite fazer pagamentos em edifícios PT através do telemóvel. Este serviço baseia-se num saldo pré-pago, distinto do saldo de comunicações, que

pode carregar-se na página *web* através de diversos meios de pagamento, nomeadamente cartão de crédito, PayPal, multibanco ou MB Phone. É este saldo que permite efetuar pagamentos nos vários comerciantes aderentes. Desta forma, é possível controlar eficazmente os gastos, podendo consultar-se todo o histórico de movimentos na página *web* ou os mais recentes através do telemóvel. Pode ser efetuada qualquer compra mesmo sem ter dinheiro na carteira. Para se utilizar o serviço é necessário um registo prévio e estão disponíveis quatro formas de pagamento:

- SMS

Enviar SMS grátis para o 5665 com "pagar" e será enviado uma mensagem SMS com um código para o telemóvel;

No ecrã do terminal de pagamento escolher SMS;

Inserir no terminal de pagamento o código recebido por SMS;

Selecionar o produto pretendido.

- USSD

No ecrã do terminal de pagamento escolher USSD;

Marcar, no telemóvel, o número indicado no ecrã (\*#566\*código\*pin de segurança#);

Selecionar o produto pretendido.

- NFC

Abrir a aplicação WalletPT no telemóvel e inserir o PIN ou aceder à página *web* móvel;

No ecrã do terminal de pagamento escolher Proximidade/NFC;

Encostar o telemóvel ao terminal de pagamento;

Introduzir o PIN no telemóvel (apenas necessário se a opção de compras com PIN estiver ativada);

Selecionar o produto pretendido.

- QR Code

Abrir a aplicação WalletPT no telemóvel e inserir o PIN;

No ecrã do terminal de pagamento escolher Imagem/QR Code;

Apontar a câmara do telemóvel para o QR Code no terminal de pagamento;

Confirmar o pagamento no telemóvel;

Selecionar o produto pretendido.

O WalletPT oferece várias vantagens, nomeadamente rapidez, segurança (pagamentos protegidos com PIN de segurança e sem erros de trocos), controlo de gastos, facilidade de utilização e descontos especiais para pagamentos efetuados com o serviço.[[wal](#)]

### 2.3.3 Vodafone m.Ticket

O serviço Vodafone m.ticket powered by ZON Lusomundo (“Vodafone m.Ticket”) é um serviço disponibilizado pela Vodafone Portugal e ZON Lusomundo que permite aos utilizadores a seleção, aquisição, pagamento e obtenção de bilhetes de cinema para as salas de cinema da ZON Lusomundo, através do telemóvel.

O utilizador poderá selecionar o filme, a sala de cinema, a sessão e o número de bilhetes que pretende adquirir através de uma aplicação ou site móvel e efetuar o pagamento do(s) bilhete(s) adquirido(s) através de cartão de crédito ou do sistema de pagamentos MB Phone. Os bilhetes “eletrónicos” são enviados por SMS para o telemóvel do cliente, sob a forma de código alfanumérico (bCode) ou similar e o utilizador valida o(s) bilhete(s) num leitor específico para o efeito (máquina de bCode), localizado na área de acesso às salas de cinema.

O Serviço Vodafone m.ticket, na sua vertente de utilização no telemóvel, requer que o utilizador seja detentor de um telefone 3G com capacidade de ligação à Internet.

Os preços dos bilhetes adquiridos utilizando o Vodafone m.ticket são ligeiramente inferiores aos praticados nas bilheteiras físicas existentes nos cinemas ZON Lusomundo.[\[mti\]](#)

### 2.3.4 Transport for London

Em 2007, um ensaio de NFC para compra de bilhetes de transporte e pequenos pagamentos foi levado a cabo em Londres, o maior ensaio realizado até então. Uma colaboração que envolveu a autoridade de transportes da cidade Transport for London (TfL), a operadora móvel O2, a marca de telemóveis Nokia, o banco Barclays e a empresa de cartões Visa. O objetivo do ensaio era perceber a receptividade dos passageiros a possuírem os cartões, normalmente transportados na carteira, tal como o Oyster (o cartão de transportes no Reino Unido) e cartões de crédito, disponíveis num telemóvel Nokia 6131 equipado com NFC.

O ensaio foi um projeto de pesquisa e resposta por parte dos passageiros de grande escala, desenhado para perceber uma série de experiências proporcionadas ao passageiro pelo uso de NFC. Para a TfL era importante perceber como o uso de dispositivos móveis por parte dos passageiros poderia ser uma alternativa potencial aos cartões Oyster.

O projeto envolveu 500 clientes da O2, que receberam dispositivos Nokia com funcionalidades NFC. Eram utilizadas três aplicações NFC:

- O2 – Os participantes podiam usar o seu dispositivo para ganhar entradas no Blueroom, na O2 Arena (o bar exclusivo para clientes da O2 e convidados);
- Oyster – Os dispositivos do ensaio foram equipados com as funcionalidades Oyster, que permitiam ao participante usar o dispositivo em vez de um cartão Oyster, para carregar títulos de viagem “pay as you go” ou títulos semanais ou mensais, e pagar pela viagem no metro, autocarros e comboios existentes na cidade. Cada participante recebeu £50 em crédito para gastar;



- Pagamentos Barclaycard – Os participantes receberam um saldo de £200 para gastar em pagamentos de baixo valor. Em adição aos pagamentos, os participantes poderiam usar o seu dispositivo para consultar o saldo atual e procurar os lojistas mais próximos que aceitavam pagamentos sem contacto. Esta aplicação foi fornecida através do esquema do cartão Visa, de acordo com os padrões para pagamentos sem contacto.

Os principais resultados da pesquisa foram que os participantes mantiveram níveis elevados de interesse e satisfação durante o ensaio e que os principais benefícios para o cliente eram conveniência, facilidade de uso e estatuto.[NFC11] Para além disso referiram que o facto de possuir funcionalidades Oyster seria um fator a ter em conta na compra de um novo telemóvel, e que seria menos propenso a esquecimentos do que um cartão de viagens.

De referir, por fim, que existem cerca de vinte mil dispositivos no metro e autocarros de Londres que suportam cartões Oyster e mais de seis milhões de cartões são usados numa base diária.[dK09] [Mez08]

### 2.3.5 Touch&Travel

Touch&Travel é um projeto piloto de bilhética baseada em NFC, levado a cabo pela Deutsche Bahn, a autoridade alemã dos caminhos de ferro, e pelos parceiros Vodafone, Deutsche Telekom e O2 Germany, com apoio da indústria e companhias locais de transporte. O projeto cobre viagens de longa distância de comboio entre as cidades de Berlim, Colónia, Dusseldorf e Frankfurt, bem como alguns comboios regionais, o metro e elétrico de Berlim, e todos os meios de transporte (incluindo autocarros e *ferry*) da cidade de Potsdam. O projeto teve início em 2008 e em 2011 contava com cerca de três mil participantes a utilizar o serviço com frequência.

O objetivo principal deste projeto é testar a viabilidade técnica e a aceitação por parte dos utilizadores de um sistema de entrada/saída baseado em telemóveis com capacidades NFC. Durante o piloto, vários dispositivos com NFC das três operadoras foram introduzidos no mercado.

As principais vantagens para os participantes do projeto são:

- Ganham um acesso simples e flexível aos sistemas de transporte de diversas cidades e regiões na Alemanha, independentemente do modo de transporte;
- Deixam de precisar de comprar bilhetes e ter conhecimento acerca das zonas.

Durante o programa piloto, as operadoras distribuíram telemóveis com NFC, equipados com a aplicação Touch&Travel, residindo a segurança no cartão SIM do telemóvel. O cliente teria de se registar através da Internet e depois disso estava pronto para viajar.

Para usar o sistema, o passageiro toca com o seu telemóvel na *tag* NFC na estação de partida. Esta *tag* contém informação relativa ao local. Essa informação é enviada pelo telemóvel, através da rede móvel, para o servidor do sistema Touch&Travel, que devolve uma confirmação de entrada. Esta confirmação é armazenada no cartão SIM e pode ser acedida por um revisor autorizado com um dispositivo de controlo durante a viagem. No final da viagem, o passageiro necessita de dar saída do sistema, o que é feito através de um novo toque na *tag* NFC da estação de destino. Essa

informação é novamente enviada ao servidor e, juntamente com os dados de entrada, é usada para calcular o preço da viagem.

Para a Deutsche Bahn, a maior vantagem é a instalação de um sistema de bilhética flexível e escalável, com baixos custos de infraestrutura.[NFC11]

### 2.3.6 Rapid Transit

Em 2008, a empresa de soluções de pagamento sem contacto ViVOtech desenvolveu um ensaio de pagamento móvel através de NFC em São Francisco (Bay Area Rapid Transit). Em parceria com a Sprint, a First Data, a cadeia de restaurantes *fast-food* Jack in the Box, o projeto permitiu a centenas de passageiros viajar na rede apenas tocando com o seu dispositivo móvel com NFC nos portões de acesso às estações.

Este ensaio foi o primeiro nos Estados Unidos da América a combinar viagens baseadas em bilhetes móveis com pagamentos móveis em lojas associadas, permitindo aos utilizadores pagarem refeições nos restaurantes Jack in the Box. Para além disso, o ensaio incluía promoções em posters inteligentes que ajudavam os utilizadores a dirigirem-se à loja referenciada.

O ensaio foi um grande sucesso, com um número elevado de utilização por parte dos utilizadores, tanto no sistema de transportes como na cadeia de restaurantes.[NFC11] [CLPS00]

### 2.3.7 Mobill

A Mobill Scandinavia AB é uma empresa de software relacionada com comércio móvel, com base em Malmö, na Suécia. A Mobill apresenta cinco soluções diferentes para áreas distintas do comércio móvel; pagamentos, estacionamento, bilhetes, cupões e eventos.[moba]

- *M-Payment* é uma aplicação altamente configurável que suporta um vasto leque de cenários onde bens e serviços são comprados utilizando um telemóvel. M-Payment inclui APIs para integração com máquinas de venda, páginas *web* e terminais de pontos de venda;
- *M-Parking* é a solução da Mobill para pagamentos fáceis de estacionamento através do telemóvel, com lembretes automáticos quando o tempo se aproxima do fim e a possibilidade de remotamente prolongar o período inicialmente selecionado. M-Parking é usado por mais de cinquenta empresas de parques automóveis na Suécia.
- *M-Ticket* permite aos clientes comprar bilhetes de transportes públicos (autocarro, elétrico, metro, comboio) através do telemóvel e recebê-los diretamente no dispositivo. Os bilhetes podem ser automaticamente digitalizados e validados usando a tecnologia Mcode da Mobill.
- *M-Gateway* permite aos vendedores enviar mensagens e cupões eletrónicos usando listas de clientes ou a API em tempo real. Os cupões podem integrar a tecnologia Mcode para automaticamente serem validados pelos dispositivos de leitura e assim obter resultados em tempo real.

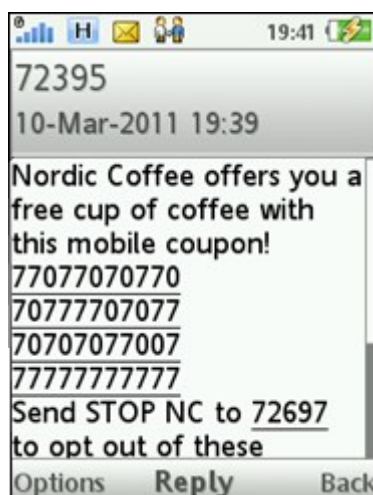


Figura 2.3: Mcode contendo um cupão

- *M-Event* fornece bilhetes eletrónicos seguros que podem ser validados na entrada do evento. A tecnologia Mcode permite que os bilhetes sejam validados diretamente do ecrã do telemóvel do utilizador.

A tecnologia Mcode referida baseia-se num bloco compacto de caracteres para codificar o número identificativo do bilhete. É otimizado para caber no ecrã do telemóvel e facilitar uma leitura fiável. O sistema de produção usa um esquema de codificação que fornece uma base de códigos suficiente para uma utilização em larga escala, sem repetições. Um exemplo pode ser visto na Figura 2.3.

## 2.4 Resumo

O uso de telemóveis em sistemas de transporte público está a aumentar. Os operadores começaram por implementar funcionalidades básicas, como por exemplo o envio de mensagens SMS para consulta de informação, e agora começam a evoluir para processos mais complexos como a compra de títulos de viagem ou até o cálculo automático do preço baseado no percurso efetuado. Com a evolução dos telemóveis e a adição de tecnologias como NFC, adicionar as referidas funcionalidades torna-se mais fácil e viável. Os bilhetes podem ser comprados, descarregados e acedidos através do telemóvel e validados com um simples toque num leitor com tecnologia NFC, emitindo automaticamente uma confirmação. São já várias as redes de transporte a efetuar testes com sistemas de bilhética móvel, ou seja, deixando de parte os cartões físicos e passando todo o processo a ser realizado no dispositivo móvel.

Para além disso podem usar-se outras funcionalidades do telemóvel, como por exemplo o ecrã para visualização de bilhetes virtuais, o GPS para determinar a posição atual do passageiro, navegador *web*, câmara, som, etc., para fornecer serviços adicionais aos passageiros, melhorando a experiência de viagem dos passageiros. Partindo desta premissa, o modelo tradicional de serviços de transporte é melhorado com acesso a informação de trânsito e horários em tempo real, possibilidade de

consultar instantaneamente o saldo de viagens, planejar de forma interativa uma viagem, partilhar opiniões e trajetos com outros passageiros, entre outras possíveis funcionalidades.[[NGaFP11](#)]

Os telemóveis possuem várias características que os tornam únicos e adequados para serem usados para pagamentos e proporcionarem serviços adicionais: estão ligados à rede constantemente, possuem interfaces de som e texto familiares e fáceis de usar, permitem um acesso a informação em qualquer altura em qualquer lugar, as aplicações são fáceis de descarregar e instalar.

Comparando os telemóveis com bilhetes magnéticos no contexto dos transportes públicos, os telemóveis permitem um acesso remoto e ubíquo a serviços de pagamento, eliminando assim a necessidade de esperar numa fila e a necessidade de pagar em dinheiro. Isto é especialmente importante em certas situações em que o passageiro não dispõe de muito tempo disponível antes de iniciar a sua viagem ou não possui dinheiro consigo para efetuar o pagamento.[[Mal07](#)]

Um outro fator importante é o facto de ser menos provável perder o telemóvel do que um bilhete e vários estudos mostram que é menos provável as pessoas saírem de casa sem do telemóvel do que sem a carteira. Adicionalmente, bilhetes em papel acabam por se estragar com o uso intensivo e necessitam de ser substituídos com frequência, o que faz dos bilhetes móveis mais robustos e convenientes, para além de serem uma melhor solução a nível ambiental.

Os telemóveis possuem também vantagens em comparação com os cartões sem contacto. Ao contrário destes, o telemóvel pode suportar mais do que um título diferente de mais do que um operador de transportes, enquanto os cartões sem contacto, por norma, apenas permitem um tipo de bilhete, obrigando o passageiro a carregar consigo uma série de cartões diferentes. Isto faz com que, numa carteira com vários cartões, seja necessário retirar o cartão desejado antes de o apresentar à máquina de leitura. Caso contrário, provavelmente não será possível ler o cartão ou será validado um cartão que não o desejado. Em adição a isso, os passageiros podem gerir os seus cartões e bilhetes em qualquer altura em qualquer lugar. Por exemplo, as assinaturas mensais podem ser renovadas sem necessidade de esperar em filas.[[NFC11](#)]

Por fim, com a gestão feita diretamente no telemóvel do passageiro, é possível aos operadores de transportes públicos interagir com os seus passageiros fazendo sugestões baseadas no perfil de utilização ou oferecer descontos especiais ou pontos de lealdade.[[FCN<sup>+</sup>12](#)]

## Capítulo 3

# Pagamentos Móveis para Transportes Públicos no Porto

O objetivo deste projeto é remover a necessidade de um elemento físico (cartão) nos pagamentos e validações em transportes públicos na Área Metropolitana do Porto, com a implementação de um sistema de pagamento e validação remoto via Internet, utilizando dispositivos móveis com o sistema operativo Android. Para além disso pretende-se recolher informação relativa às infraestruturas mais utilizadas neste âmbito, estudar as principais funcionalidades e operações existentes para implementação na aplicação e desenvolver soluções apropriadas para os problemas existentes.

### 3.1 Introdução

O modelo de utilização baseia-se no sistema atual, com algumas alterações:

- Carregamento de saldo feito através de pré-carregamento de uma carteira, através de diversas modalidades de pagamento (MB Phone, PayPal, cartão de crédito/débito, etc.);
- Compra de títulos de viagem com o saldo disponível na carteira virtual, e posterior ativação dos títulos aquando da entrada no veículo (localização via GPS ou ativação manual por parte do passageiro). Sempre que houver transbordo, o passageiro deve validar novamente o título;
- Revisão feita pelo agente autorizado tendo em conta o ecrã de verificação gerado no dispositivo do utilizador, contendo informação pertinente tal como o histórico de validações, contendo data/hora, paragem de entrada e linha de entrada, a descrição do título em uso, número sequencial e símbolos de controlo.

Este modelo de pagamento e utilização requer um Sistema de Informação complexo e com necessidade de sincronismo e registo de operações em tempo real, sem ocorrência de falhas. É

necessário criar também um compromisso entre segurança e conveniência/usabilidade.

Atualmente são vários os métodos de pagamento disponíveis no mercado, desde o bilhete tradicional em papel ao sistema Andante, baseado em RFID. No entanto, há ainda uma oportunidade por explorar. Tendo em conta que o telemóvel é cada vez mais um objeto indispensável no dia-a-dia dos seres humanos, tirar partido das suas funcionalidades para viajar em transportes públicos é uma solução bastante conveniente para os utilizadores.

Como principais requisitos funcionais, este sistema dispõe de funcionalidades de carregamento da carteira virtual, compra e validação (entrada e saída (opcional)) de títulos de viagem, verificação da validade por parte do revisor; sendo estas as necessidades de um sistema tradicional de transportes públicos.[But09]

Pretende-se que o projeto permita, numa fase posterior, uma integração com a aplicação MOVE-ME já existente no mercado, servindo como uma implementação de funcionalidades extra da mesma e também que seja possível por parte do administrador, a recolha, processamento e análise de informações relativas às viagens dos utilizadores.

### 3.2 Arquitetura

O sistema é composto por três componentes fundamentais. A componente servidor (*Server*) que pode ser considerado o centro do sistema, uma vez que é este que disponibiliza os vários serviços, com a qual as outras componentes interagem remotamente. A componente cliente (*Client*), a qual permite ao passageiro interagir diretamente com os serviços disponibilizados. Finalmente, a componente revisor (*Conductor*), a qual permite aos revisores fiscalizar os passageiros que usam este sistema. De referir que, nesta fase, estas duas últimas componentes estão integradas na mesma aplicação, no telemóvel do passageiro, removendo a necessidade de os revisores andarem equipados com dispositivos apropriados.

Esta arquitetura segue a típica arquitetura cliente/servidor.

#### 3.2.1 Cliente (Client)

Esta componente é a interface que permitirá aos utilizadores desta plataforma interagir com a mesma. Essa interação será conseguida através do uso de um telemóvel com sistema operativo Android para aceder à aplicação. As principais capacidades desta componente são:

- Compra de títulos por zonas, permitindo a compra de mais do que um título;
- Capacidade de armazenamento de títulos de viagem para uso posterior, sendo que os títulos podem ser de diferentes tipologias (diferente número de zonas, diferente modalidade);
- Validação um título de viagem, escolhendo o título desejado para utilização, sendo feita a comunicação com o servidor e recebendo a confirmação do mesmo;
- Visualização do saldo da carteira virtual e dos títulos adquiridos;

- Visualização do histórico de operações;
- Visualização do histórico de validações de títulos.

### 3.2.2 Revisor (Conductor)

Esta componente é a que permite aos revisores visualizarem a validade dos títulos de viagem em utilização pelos passageiros. Consiste num módulo da aplicação no telemóvel do passageiro que exibe informação detalhada relativa ao título de viagem ativo.

### 3.2.3 Servidor (Server)

Esta componente irá disponibilizar serviços para os outros componentes da arquitetura. O funcionamento correto desta componente será assegurado por três subcomponentes:

- Base de dados – Toda a informação que seja necessária guardar será guardada numa base de dados, acessível apenas localmente;
- Página *web* – Esta subcomponente proporcionará um painel de controlo para que o responsável pela administração da plataforma possa gerir todos os aspetos do sistema e ao mesmo tempo será também uma interface que lhe permitirá seguir o progresso dos passageiros;
- Serviço *web* – A maioria da lógica do sistema será processada por esta componente e funcionará como intermediário entre a componente cliente/revisor e a base de dados central.

## 3.3 Tecnologias

### 3.3.1 Android

A escolha sobre o sistema operativo recaiu sobre o Android por ser a plataforma móvel mais popular no mundo. Com um dispositivo Android, os utilizadores podem usar todos os serviços Google a que estão habituados, para além de mais de 600 mil aplicações e jogos disponíveis na loja virtual Google Play, sendo que muitas das aplicações são gratuitas. Para além disso é possível obter milhões de músicas e livros e também milhares de filmes. Os dispositivos Android são melhorados constantemente com lançamentos de atualizações e novas funcionalidades com bastante frequência. Proporcionam também aos utilizadores uma experiência única e personalização de conteúdos.

Uma mais valia é o facto de a aplicação MOVE-ME se encontrar também desenvolvida para este sistema operativo, sendo assim mais fácil a integração.

A versão base escolhida será 2.2 (Froyo) pois mais de 98% dos dispositivos possuem esta versão ou superior e esta versão oferece as funcionalidades necessárias. Ver Tabela [A.1](#).

Tabela 3.1: Distribuição de dispositivos ativos por versão do sistema operativo Android (3 de junho de 2013)[[das](#)]

Versão	Nome de Código	API	Distribuição
1.6	Donut	4	0.1%
2.1	Eclair	7	1.5%
2.2	Froyo	8	3.2%
2.3-2.3.2	Gingerbread	9	0.1%
2.3.3-2.3.7		10	36.4%
3.2	Honeycomb	13	0.1%
4.0.3-4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	25.6%
4.1.x	Jelly Bean	16	29.0%
4.2.x		17	4.0%

### 3.3.2 SQLite

Para a base de dados de suporte, a utilizar pela aplicação no telemóvel do passageiro, foi escolhida a tecnologia SQLite que é uma biblioteca que implementa um motor de base de dados SQL auto-contido, sem servidor e sem configuração. O código da biblioteca é público e, portanto, gratuito para qualquer uso, comercial ou privado. SQLite é atualmente usado em milhares de aplicações, incluindo projetos de elevada complexidade.

O que difere o motor SQLite de outras implementações SQL é o facto de não necessitar de um processo externo de servidor. A leitura e escrita é feita diretamente para ficheiros no disco. Uma base de dados SQL completa, com múltiplas tabelas, índices, gatilhos, vistas, etc. é contida num único ficheiro local. O formato da base de dados é multi-plataforma, permitindo transmissão de ficheiros entre sistemas 32-bit e 64-bit, ou entre sistemas com outras arquiteturas.

SQLite é uma biblioteca compacta, mesmo com todas as funcionalidades ativas, a biblioteca ocupa menos de 350kB. Para além disso pode ser corrida em ambientes com pouca memória, tornando-a a escolha ideal para dispositivos móveis. Obviamente, existe um balanço entre utilização de memória e velocidade, embora a performance seja normalmente bastante boa mesmo em ambientes com pouca memória.[[sql](#)]

### 3.3.3 Microsoft .NET Framework 3.5

O .NET Framework é o modelo de programação abrangente e consistente da Microsoft para criar aplicações que têm experiências de utilizador agradáveis, comunicações totalmente integradas e seguras e a capacidade de modelar um intervalo de processos de negócio.

Inclui uma larga biblioteca e proporciona interoperabilidade de linguagens entre várias linguagens de programação. Os programas desenvolvidos para a .NET Framework são executados num ambiente de software, conhecido como *Common Language Runtime* (CLR), uma máquina virtual de aplicações que oferece serviços tais como segurança, gestão de memória, tratamento de exceções. A biblioteca base oferece interface com utilizador, acesso a dados, ligação a bases de dados, criptografia, desenvolvimento de aplicações *web*, algoritmos numéricos, comunicação em rede, etc.



### **3.3.4 Oracle Database XE**

A base de dados do servidor assentará sobre a tecnologia Oracle XE (eXpress Edition) por ser bastante poderosa (apesar de algumas limitações) e muito utilizada a nível mundial, dispondo de licença gratuita e gozar de uma comunidade dedicada, bem como de documentação altamente informativa, através das quais é relativamente fácil aprender e obter soluções para eventuais problemas que possam surgir.

## **3.4 Resumo e Conclusões**

Com este projeto, pretende-se proporcionar aos operadores de transportes públicos da Área Metropolitana do Porto um novo serviço que lhes trará valor e fará aumentar a satisfação dos seus utilizadores. Para além disso, permitir-lhes-á aceder a informação estatística sobre os padrões de utilização dos passageiros e assim fazer possíveis alterações de modo a melhorar o funcionamento da rede.

Por outro lado, irá permitir reduzir custos de manutenção, nomeadamente na emissão de cartões, na manutenção das máquinas de venda automática, que passam a ter uma afluência menor e consequentemente um menor desgaste; e sem quaisquer custos de implementação visto que não há necessidade de infraestruturas adicionais às já existentes.

Para o cliente, será uma melhoria a nível de comodidade e facilidade de execução das operações que, em muitos casos, são realizadas diariamente. Para além disso, poderá fazê-lo em qualquer altura e em qualquer lugar, não necessitando de se deslocar às máquinas de venda automática ou aos pontos de atendimento.

## Pagamentos Móveis para Transportes Públicos no Porto

## Capítulo 4

# Sistema Andante

Neste capítulo é detalhado o sistema Andante, utilizado nos transportes públicos de passageiros da Área Metropolitana do Porto, permitindo contextualizar os conceitos e modalidades utilizados na aplicação.

O Andante é um título que permite viajar em diversos transportes públicos, de diferentes operadores, sendo o preço calculado baseado no trajeto a efetuar e não no modo de transporte utilizado ou o número de embarques realizados.

Os operadores aderentes ao sistema Andante são: Metro do Porto, STCP - Sociedade de Transportes Coletivos do Porto, CP - Comboios de Portugal, Resende, Espírito Santo, Maia Transportes, Valpi, Gondomarense, MGC Transportes, Nogueira da Costa e Auto-Viação Pacense.

### 4.1 Modalidades

Os títulos Andante dividem-se em dois grandes grupos: Ocasionais e Assinaturas.

#### 4.1.1 Ocasionais

Os títulos ocasionais estão disponíveis em duas alternativas: Título de Viagem e Andante 24. Tanto uma como outra utilizam o cartão azul, em papel, que não é personalizado e como tal permite a utilização por mais do que uma pessoa, desde que não seja em simultâneo.

##### 4.1.1.1 Título de Viagem

Permite viajar durante um determinado período de tempo consoante o número de zonas compradas (Z2 – 2 anéis de zonas; Z3 – 3 anéis de zonas; e assim sucessivamente).

O mínimo de tempo que um título de viagem permite andar é de 1 hora. Este tempo de viagem aumenta à medida que cresce o número de zonas carregadas.

#### **4.1.1.2 Andante 24**

O funcionamento do Andante 24 é semelhante ao título de viagem, com a diferença de independentemente do número de zonas carregadas, permitir viajar durante as vinte e quatro horas seguintes à primeira validação.

#### **4.1.2 Assinaturas**

As assinaturas permitem ao utilizador viajar dentro das zonas previamente seleccionadas durante o período equivalente ao mês de calendário. Ao contrário dos títulos ocasionais, é necessário especificar quais as zonas pretendidas e a assinatura é apenas válida nessas zonas. O cartão da assinatura é o dourado, em plástico, e para além de fotografia inclui também o nome do utilizador, tornando-o de uso pessoal e intransmissível.

As assinaturas têm tarifas especiais para jovens, estudantes, reformados, seniores e beneficiários de ação social.

### **4.2 Zonamento**

A rede de transportes públicos da Área Metropolitana do Porto está dividida por zonas. Cada zona é constituída por uma letra e um número. As zonas estão agrupadas em três grandes grupos (Norte, Centro e Sul) e a inicial desse grupo serve para identificar a zona (N, C, S). Dentro de cada grupo as zonas são depois numeradas sequencialmente. Pode ver-se na Figura 4.1 o zonamento Andante.

Este mapa é especialmente importante para perceber o número de zonas a carregar num título ocasional. Por exemplo, com um título Z2, entrando na zona C1 (centro do Porto), é possível viajar dentro dessa zona e em todas as que lhe sejam adjacentes (C2, C6 e S8). Por outro lado, usando um título Z3, pode viajar-se também até ao segundo anel de adjacência (C3, C5, C7, C8, C9, S1, S2, S7, S9). Ver Figura 4.2.

### **4.3 Resumo ou Conclusões**

O sistema Andante traz aos transportes públicos da Área Metropolitana do Porto a comodidade e rapidez de utilizar apenas um só método de bilhética, permitindo aos operadores ter um sistema standard e familiar para o utilizador.

No entanto, muitas vezes os utilizadores ocasionais (turistas, por exemplo) têm alguma dificuldade em perceber o funcionamento do sistema Andante devido à sua complexidade, nomeadamente ao cálculo de zonas necessárias para efetuar determinada viagem. Sendo que uma viagem poderá necessitar de número de zonas diferentes consoante o sentido em que é feito, devido ao facto de os percursos de ida e volta nem sempre coincidirem.

## Sistema Andante

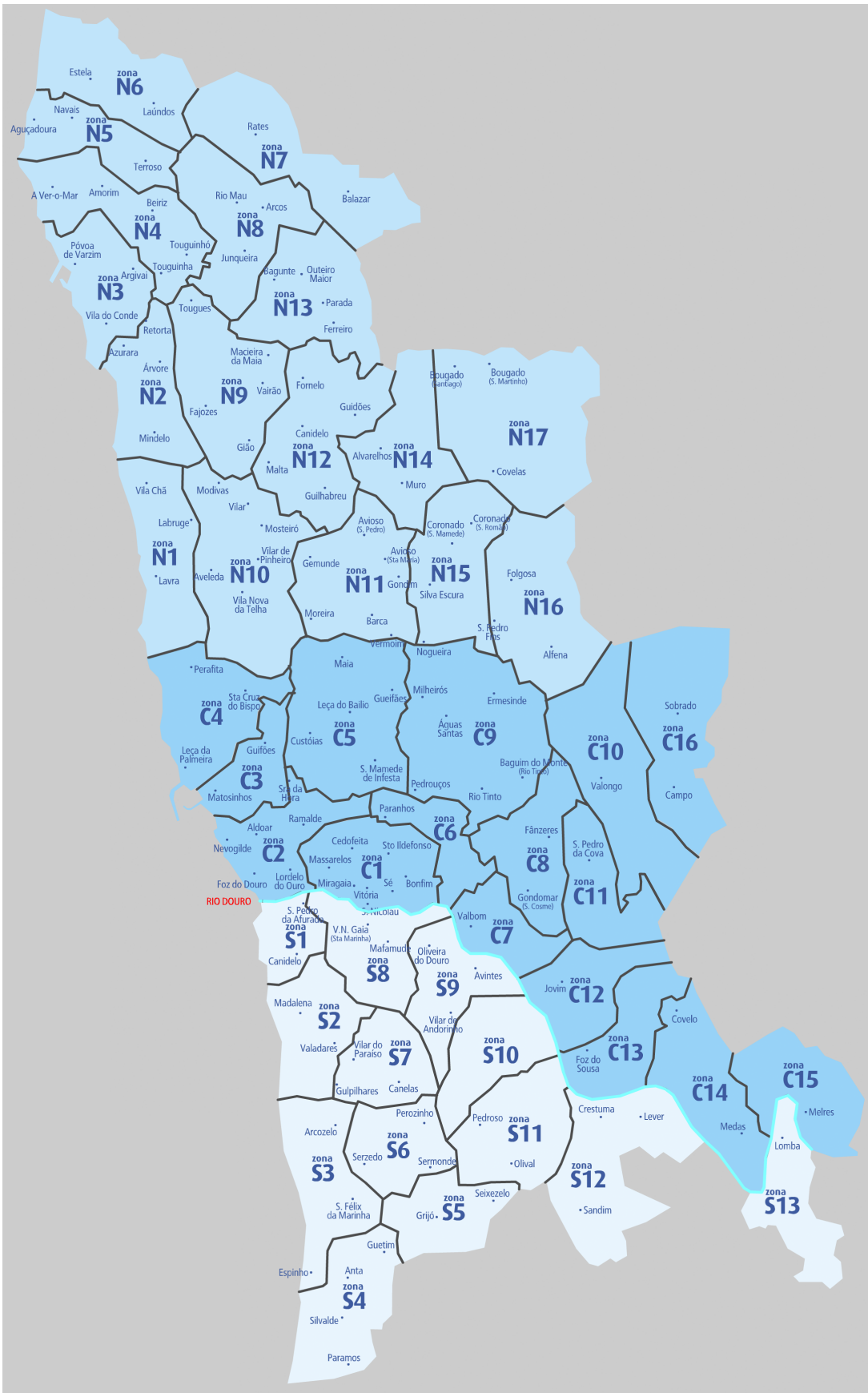


Figura 4.1: Zonamento Andante

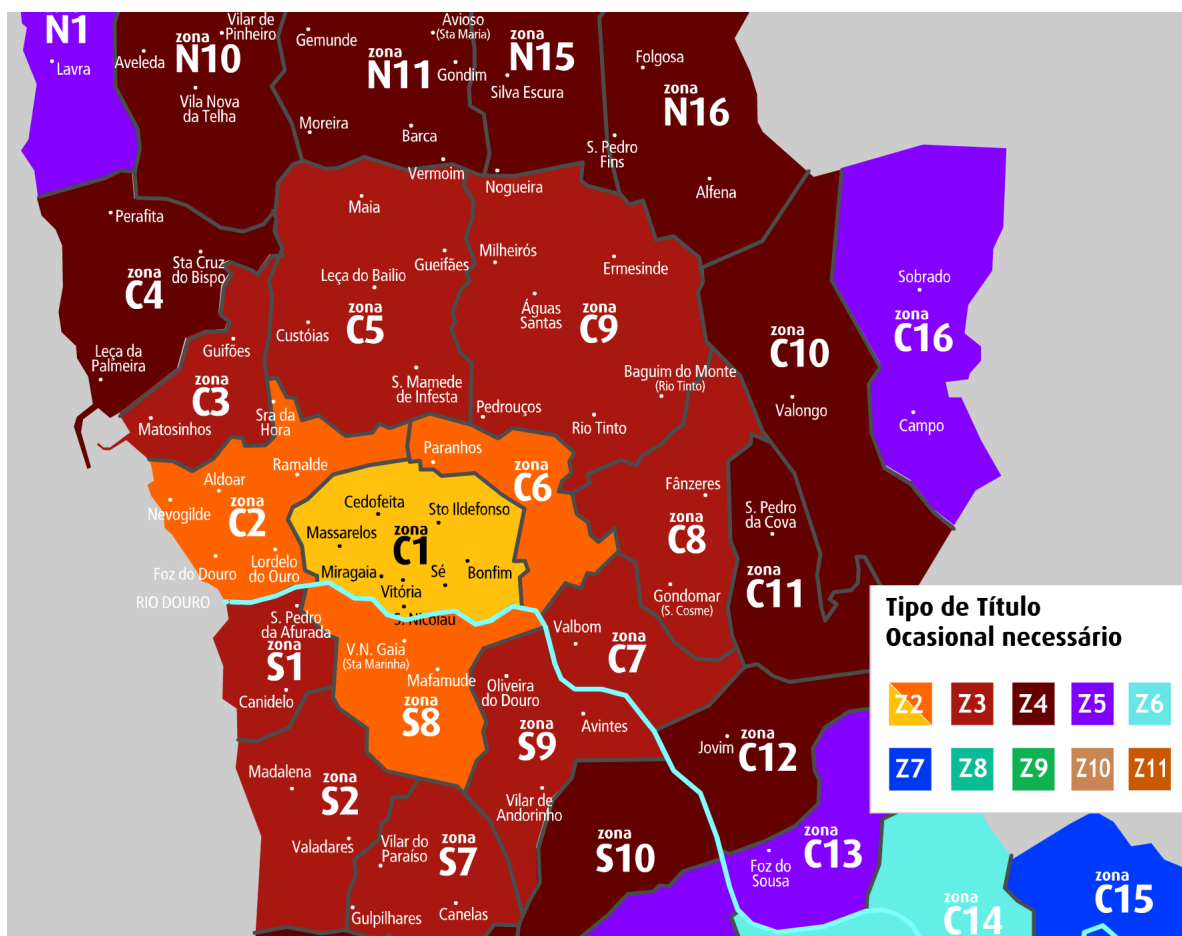


Figura 4.2: Cálculo de número de zonas Andante [cal]

## Capítulo 5

# Implementação

Neste capítulo é especificado de forma detalhada o desenvolvimento e implementação do protótipo desenvolvido, bem como as suas principais características. Pretende-se apresentar as várias fases de desenvolvimento e, em cada uma delas, o trabalho realizado e as conclusões retiradas, tendo em vista uma melhoria constante do produto final.

### 5.1 Especificação de Requisitos

Para desenvolver uma aplicação que se adequasse às necessidades reais dos utilizadores e das entidades envolvidas, foi necessário analisar o sistema de bilhética atual e perceber quais as ações fundamentais para uma implementação eficaz. Para além disso, foi também necessário avaliar quais as principais funcionalidades que trariam valor ao serem implementadas e que tirariam o máximo proveito das capacidades dos dispositivos móveis. Em anexo encontra-se a especificação detalhada dos requisitos funcionais. Ver Anexo [A](#).

#### 5.1.1 Requisitos Funcionais

Começando pelos requisitos relacionados com a utilização de autenticação de utilizadores, salvaguardando assim os dados pessoais e permitindo a segurança das operações efetuadas, definiram-se como requisitos funcionais os seguintes:

- O sistema deve permitir o registo de um novo utilizador;
- O sistema deve permitir a autenticação de um utilizador já registado;
- O sistema deve permitir a um utilizador autenticado alterar os seus dados pessoais;
- O sistema deve permitir a um utilizador autenticado terminar a sessão ativa.

Os requisitos funcionais relacionados com o funcionamento de um sistema de bilhética são os seguintes:

## Implementação

- O sistema deve permitir a compra de títulos por utilizadores autenticados;
- O sistema deve utilizar os fornecedores de localização do dispositivo móvel para identificar a paragem onde o utilizador autenticado se encontra;
- O sistema deve permitir ao utilizador autenticado a escolha manual da paragem de entrada;
- O sistema deve listar as linhas e respetivos sentidos que passam na paragem selecionada pelo utilizador autenticado;
- O sistema deve permitir ao utilizador autenticado escolher o título a validar, apresentando todos os títulos disponíveis que se adequem à paragem e linha selecionadas;
- O sistema deve permitir ao utilizador autenticado efetuar a validação do título escolhido, apresentando a paragem limite até à qual pode viajar;
- O sistema deve permitir a mudança de linha (transbordo), quando existir um título válido;
- O sistema deve permitir a confirmação da validade do título em utilização, por parte do revisor.

Por fim, os requisitos funcionais relacionados com a visualização de informação por parte do utilizador:

- O sistema deve permitir a consulta do estado atual do título validado;
- O sistema deve permitir o acesso ao histórico de operações efetuadas pelo utilizador autenticado;
- O sistema deve permitir o acesso ao histórico de validações realizadas pelo utilizador autenticado;
- O sistema deve permitir a consulta do saldo de títulos disponíveis;
- O sistema deve permitir a consulta de saldo da carteira virtual.

### 5.1.2 Requisitos Não Funcionais

Para além dos requisitos acima especificados, foram também delineadas algumas características que a aplicação deve conter:

- Comunicação - É necessário uma ligação à rede com um acesso estável e com uma largura de banda mínima que permita a plena utilização de todas as funcionalidades disponíveis;
- Eficiência - Uma normal utilização do sistema requer inúmeros acessos simultâneos à aplicação e, consequentemente, à sua base de dados. Logo, é fulcral que a aplicação esteja estruturada para que a informação seja acedida e apresentada em tempos de resposta mínimos, de modo a que o utilizador veja satisfeitos os seus propósitos de manipulação de informação;



## Implementação

- **Fiabilidade** - O sistema deverá garantir a integridade dos dados submetidos;
- **Manutenção** - O sistema deverá permitir uma fácil manutenção e adição de novas funcionalidades;
- **Segurança** - O sistema deve estar devidamente protegido para que não haja a possibilidade de acessos indevidos a dados confidenciais dos utilizadores.
- **Usabilidade** - Pretende-se que a interface da aplicação seja intuitiva e de fácil utilização, para que o utilizador não perca muito tempo no processo de aprendizagem do manuseamento da mesma. É importante também que o número de cliques para execução das ações seja o menor possível, reduzindo assim o tempo de execução. O sistema deverá, também, oferecer mensagens de erro claras e ajuda contextual;
- **Compatibilidade** - O sistema deverá funcionar perfeitamente em dispositivos Android com versão 2.2 (API 8) ou superior. Para além disso, o sistema deverá ter uma integração coerente com a aplicação MOVE-ME.

## 5.2 Modelo Concetual

Antes de desenvolver a aplicação é necessário ter presentes os conceitos envolvidos na mesma e a relação existente entre eles. A Figura 5.1 apresenta o modelo concetual que serve de base à aplicação móvel, permitindo visualizar a multiplicidade das relações existentes entre classes, bem como os atributos específicos de cada classe.

### 5.2.1 Utilizador

Sendo uma aplicação de uso personalizado, é necessário associar toda a informação a um determinado utilizador. Para além dos dados pessoais do utilizador (nome, morada, número de telemóvel, Número de Informação Fiscal e data de nascimento), são também armazenados os dados de autenticação (endereço de correio eletrónico, palavra-passe e PIN numérico) e dados relacionados com a aplicação (saldo atual do utilizador e chaves de encriptação - pública e privada). O elemento que garante a unicidade do utilizador é o endereço de correio eletrónico, pelo que após o registo, o utilizador não o poderá alterar. Por se tratar de um número único e invariável, também o Número de Identificação Fiscal não pode ser alterado através da aplicação, servindo para confirmação de identidade caso seja solicitado por parte do revisor.

### 5.2.2 Título

Os títulos são a componente central da aplicação, sendo que é através deles que se processam as principais funcionalidades da aplicação. Apesar de poder ser de diferentes tipos (Ocasional,

## Implementação

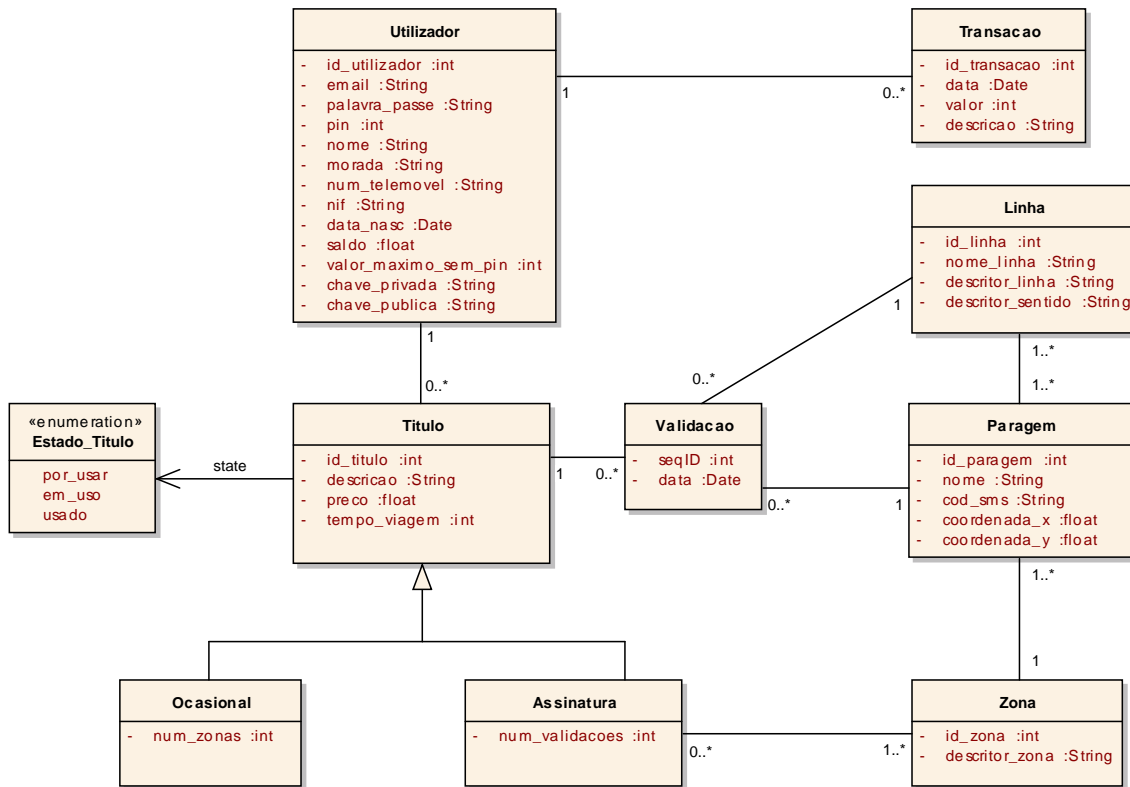


Figura 5.1: Modelo Conceitual

Andante 24 e Assinatura Mensal), os diversos títulos possuem características em comum: descrição, preço e tempo de viagem. Para além disso, cada título tem associado a si um determinado estado (Por Usar, Em Uso ou Usado) e um conjunto de validações.

### 5.2.2.1 Ocasional

Em termos conceituais, o conceito ocasional engloba tanto os títulos ocasionais como os títulos Andante 24, por se basearem no mesmo princípio: uso limitado durante um determinado período de tempo e pelo número de zonas estipulado na tipologia do título. A única diferença prende-se com o facto de num título ocasional, o tempo de viagem ser calculado em função da tipologia e num título Andante 24, ser sempre de vinte e quatro horas.

Para além dos atributos herdados, é também necessário saber o número de zonas permitidas durante a utilização do título.

### 5.2.2.2 Assinatura

A assinatura é o modelo mensal, com número ilimitado de utilizações dentro do mês estipulado e nas zonas previamente seleccionadas. Para além disso, a assinatura é de uso pessoal e intransmissível.

Para disponibilizar alguma informação extra ao utilizador, é também guardado o número de validações. Pode ser utilizado, no futuro, para aconselhar o utilizador a utilizar títulos ocasionais caso o número de validações seja baixo, por exemplo.

### 5.2.3 Validação

Uma validação é o conceito que relaciona a utilização de um determinado título a uma paragem e linha, registando a data e hora, e tendo associado um número sequencial único que serve para controlo por parte do revisor.

### 5.2.4 Paragem

Paragem é a localização física onde os veículos de determinadas linhas efetuam paragem, permitindo a entrada e saída de passageiros. Sendo uma das funcionalidades da aplicação, a apresentação das paragens mais próximas da localização do utilizador, é necessário saber as coordenadas de cada paragem, bem como a informação que a identifica unicamente.

### 5.2.5 Linha

Linha corresponde ao trajeto efetuado pelos veículos e que é constituído por diversas paragens. Para além de identificar unicamente cada linha, é necessário distinguir também o sentido do trajeto, pois, em muitos casos, o percurso efetuado (e respetivas paragens) difere no sentido de ida e de volta.

### 5.2.6 Zona

Partindo da designação de zona, do sistema Andante, é o conceito que permite ao utilizador identificar a tipologia do título a adquirir para determinada viagem. Cada paragem tem uma zona associada.

### 5.2.7 Transação

Uma transação é uma operação efetuada na aplicação que envolva movimentos monetários. Isto envolve tanto o carregamento da carteira virtual, como a compra de títulos. Este conceito é fundamental para permitir ao utilizador visualizar o histórico de operações efetuadas na aplicação.

## 5.3 Arquitetura

A aplicação baseia-se numa arquitetura Servidor-Cliente tradicional, com utilização de uma base de dados de suporte local, mas que serve apenas para acelerar alguns processos, sendo sempre necessário comunicar ao servidor quaisquer alterações que sejam feitas.

A aplicação comunica com o servidor através de ligação à Internet, utilizando serviços *web* com API própria. Alguns dos serviços em utilização são os mesmos que se encontram na aplicação

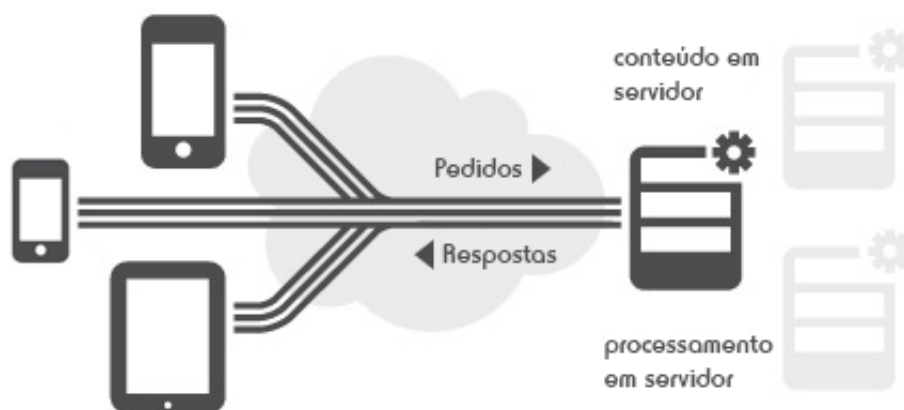


Figura 5.2: Arquitetura Servidor-Cliente

Move-Me pois fornecem informação pertinente para ambas as aplicações e também tendo em foco uma futura integração das duas. Ver Figura 5.2.

## 5.4 Casos de Uso

### 5.4.1 Compra

O primeiro passo a realizar, tal como acontece hoje em dia, é a compra de títulos de viagem. Esta compra pode ser feita de forma simples, selecionando a modalidade desejada, configurando-a (número de zonas e quantidade no caso dos títulos Ocasionais e Andante 24; escolha de zonas no caso da Assinatura) e finalizando a compra após confirmação dos detalhes.

Os preços utilizados são exatamente os mesmos em vigor nos postos de venda tradicionais e, tal como acontece atualmente, na compra de 10 títulos ocasionais ou Andante 24, é oferecido um título extra com a mesma tipologia.

Baseado no sistema Andante, a assinatura pode ser comprada desde o dia 16 do mês anterior até ao dia 15 do mês corrente. Como tal, caso o utilizador não compre a assinatura até ao dia 15, terá de viajar o resto do mês com títulos ocasionais. Apenas poderá comprar a assinatura para o mês seguinte, tal como acontece nos postos de venda tradicionais.

Para além de ser apresentado o saldo atual da carteira virtual, o utilizador consegue facilmente visualizar quais os títulos que tem disponíveis e saber assim se tem ou não necessidade de comprar um novo título.

### 5.4.2 Validação

Para poder viajar nos veículos de transportes públicos, o utilizador deve proceder à validação de um dos títulos disponíveis. Para tal deve, de antemão, garantir que possui o título necessário para a viagem que vai realizar.

Antes de realizar a validação do título é necessário selecionar a paragem e linha de entrada. A

aplicação tenta, de forma automática, calcular a posição do utilizador e apresentar as paragens encontradas num raio de 80 metros, permitindo assim uma margem de erro de cálculo. No entanto, caso não seja possível calcular a posição atual do utilizador ou esta seja errada, é possível uma introdução manual da paragem, escolhendo o operador, a linha e finalmente a paragem.

Após a escolha da paragem, são listadas todas as linhas que param na paragem selecionada, permitindo ao utilizador escolher aquela onde vai entrar.

Concluído o processo de validação, o utilizador pode viajar normalmente no veículo e será criada uma notificação no telemóvel que lhe indica o tempo restante e o título em uso. Para além disso, essa notificação permite aceder ao menu de fiscalização, caso solicitado pelo revisor.

### **5.4.3 Consulta**

É importante também aceder ao estado atual da carteira de títulos e da carteira virtual. Muitas vezes os utilizadores deparam-se com o problema de estarem em casa e não saberem se têm títulos carregados para poder efetuar uma viagem, tendo de se deslocarem a um posto de venda para efetuar essa verificação. Isso muitas vezes implica a perda do veículo desejado ou alterações no planeamento diário.

A aplicação permite ao utilizador consultar em qualquer altura quais os títulos que tem disponíveis, bem como as operações que efetuou (carregamentos, compras, etc.). Para além disso permite-lhe ainda visualizar o histórico de validações efetuadas, separando os títulos ocasionais da assinatura, porque normalmente existe uma discrepância no número de validações dum tipo e doutro sendo mais fácil a visualização em separado.

## **5.5 Resumo ou Conclusões**

## Implementação

## Capítulo 6

# Conclusões e Trabalho Futuro

Neste capítulo é apresentado o plano de trabalho já realizado, que culmina com a elaboração deste relatório, e também o planeamento que será adotado a partir deste momento.

### 6.1 Satisfação dos Objetivos

Segundo o plano de trabalho apresentado na Figura [B.1](#), era necessário realizar a revisão do estado da arte e compreender melhor o contexto em que se insere o projeto. Ambas as tarefas deviam convergir numa clara compreensão do problema, na apresentação de uma perspetiva de solução, cuja implementação deverá ser iniciada a partir desta etapa, e finalmente na escrita do presente relatório. Para além disso, foram realizadas também duas apresentações (de 5 e 10 minutos, respetivamente) para exposição do tema da dissertação e de uma visão global do estado da arte, bem como uma possível solução para o problema proposto.

Tendo em conta os resultados obtidos e relatados neste documento, considera-se que foram cumpridas atempadamente as obrigações do plano elaborado, assim como foram atingidos todos os objetivos inerentes.

### 6.2 Trabalho Futuro

O trabalho continuará a ser desenvolvido segundo as etapas e datas previstas no plano de trabalho que se descreve na Figura [C.1](#).

De acordo com o plano traçado em conjunto com a OPT e a STCP, será apresentado um primeiro protótipo já no início do mês de março, sendo depois realizados testes com utilizadores reais na rede de autocarros da STCP. Neste primeiro protótipo estarão apenas algumas funcionalidades desenvolvidas, sendo elas:

- Possibilidade de registo e autenticação (ainda sem dados de pagamento);

## Conclusões e Trabalho Futuro

- Possibilidade de comprar títulos de viagem (feito com saldo inicialmente atribuído);
- Possibilidade de validar títulos de viagem;
- Possibilidade de verificação por parte do revisor;
- Possibilidade de visualização de saldo da carteira virtual e da carteira de títulos de viagem;
- Possibilidade de consulta de histórico de operações.

Após o término da fase de testes, serão realizados inquéritos e entrevistas de modo a recolher a opinião dos sujeitos de teste, tendo em vista o melhoramento das funcionalidades implementadas, quer a nível de usabilidade como correção de falhas.

Segue-se então a realização do segundo protótipo, com todas as funcionalidades descritas no Capítulo 3 e as alterações que se acharem convenientes após a análise dos inquéritos e entrevistas. Tal como o primeiro protótipo, este será também sujeito a um período de testes com utilizadores reais em contexto real, sendo depois recolhidas opiniões e sugestões de melhoramento.

A fase seguinte será a elaboração de recomendações para os operadores de transportes públicos de passageiros, tendo em vista a introdução destes serviços nos seus produtos.

Por fim, a escrita do relatório final da dissertação que reunirá toda a informação recolhida e produzida no âmbito da dissertação.



# Referências

- [Ble03] Vincent Blervaque. Telepayment system for multimodal transport services using portable phones. Technical report, ERTICO, Brussels, 2003. URL: [http://www.ertico.com/assets/download/telepay/2\\_11D01F10.pdf](http://www.ertico.com/assets/download/telepay/2_11D01F10.pdf).
- [But09] Levente Buttyán. Automated Fare Collection, 2009. URL: <http://www.hit.bme.hu/~buttyan/courses/BMEVIHIM219/2009/slideset-afc.pdf>.
- [cal] Andante [online]. URL: <http://www.linhandante.com/flash/ocasionais-zonas-def.swf> [último acesso em 2013-06-04].
- [cim] Cimbal [online]. URL: <https://prod.cimbal.com/> [último acesso em 2013-05-29].
- [CLPS00] RF Casey, LN Labell, SP Prensky e CL Schweiger. Advanced Public Transportation Systems : The State of the Art. Technical report, U.S. Department of Transportation, 2000. URL: <http://www.tongji.edu.cn/~yangdy/technology/aps98.pdf>.
- [CMV] Stcp - relatório e contas consolidadas - 2012 1º semestre [online]. URL: <http://web3.cmvm.pt/sdi2004/emitentes/docs/FR41290.pdf> [último acesso em 2013-05-29].
- [das] Dashboards | android developers [online]. URL: <http://developer.android.com/about/dashboards/index.html> [último acesso em 2013-06-04].
- [DdAC11] Eduardo Henrique Diniz, João Porto de Albuquerque e Adrian Kemmer Cervev. Mobile money and payment: A literature review based on academic and practitioner. 2011. URL: [http://www.globdev.org/files/ShanghaiProceedings/24REVISED\\_DinizMobile\\_Money\\_and\\_Payment\\_Nov142011.pdf](http://www.globdev.org/files/ShanghaiProceedings/24REVISED_DinizMobile_Money_and_Payment_Nov142011.pdf).
- [dK09] David de Kozan. Mobile Payment Trials in Public Transport. In *Card Tech Secure Tech 2009*, page 22. Cubic Transportation Systems, 2009. URL: <http://www.sourcemediaconferences.com/CTST09/PDF09/C/Wednesday/deKozandavid.pdf>.
- [dmb] What is direct mobile billing? - definition from whatis.com [online]. URL: <http://whatis.techtarget.com/definition/direct-mobile-billing> [último acesso em 2013-05-29].
- [eri] Ericsson, western union partner to push mobile financial services [online]. URL: <http://www.mobilepaymentstoday.com/article/191065/Ericsson-Western-Union-partner-to-push-mobile-financial-services> [último acesso em 2013-05-29].

## REFERÊNCIAS

- [FCN<sup>+</sup>12] Marta Ferreira, André Cunha, Henriqueta Nóvoa, Teresa Galvão, Manuel Moniz da Cunha e João Falcão e Cunha. A survey of current trends in smartphone based payment and validation services for public transport users. In *The Art and Science of Service Conference 2012*, pages 1–28, 2012.
- [INEa] Portal do instituto nacional de estatística [online]. URL: [http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_destaques&DESTAQUESdest\\_boui=152864778&DESTAQUEStema=55488&DESTAQUESmodo=2](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=152864778&DESTAQUEStema=55488&DESTAQUESmodo=2) [último acesso em 2013-05-28].
- [INEb] Portal do instituto nacional de estatística [online]. URL: [http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_destaques&DESTAQUESdest\\_boui=133548146&DESTAQUEStema=00&DESTAQUESmodo=2](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=133548146&DESTAQUEStema=00&DESTAQUESmodo=2) [último acesso em 2013-05-29].
- [Mal07] N Mallat. Exploring consumer adoption of mobile payments – A qualitative study. *The Journal of Strategic Information Systems*, 16(4):413–432, 2007. URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963868707000480>, doi:10.1016/j.jsis.2007.08.001.
- [mbp] Sibs multibanco [online]. URL: [http://www.multibanco.pt/pt/mbmbspot/operacoes\\_mbspot/mbphone/](http://www.multibanco.pt/pt/mbmbspot/operacoes_mbspot/mbphone/) [último acesso em 2013-05-29].
- [Mez08] Mohamed Mezghani. Study on electronic ticketing in public transport. Technical Report May, European Metropolitan Transport Authorities (EMTA), 2008. URL: <http://www.emta.com/IMG/pdf/EMTA-Ticketing.pdf>.
- [moba] Mobill scandinavia [online]. URL: <http://www.mobill.se/en/> [último acesso em 2013-05-29].
- [mobbb] Premium sms payments [online]. URL: <http://www.mobiletransaction.org/> [último acesso em 2013-05-29].
- [mti] Vodafone m.ticket [online]. URL: <http://www.vodafone.pt/main/particulares/servicos/mticket.htm> [último acesso em 2013-05-29].
- [nfc] History of mobile and contactless payment systems - nearfieldcommunication.org [online]. URL: <http://www.nearfieldcommunication.org/payment-systems.html> [último acesso em 2013-05-29].
- [NFC11] NFC Forum. NFC in Public Transport. Technical Report January, NFC Forum, 2011. URL: [http://www.nfc-forum.org/resources/white\\_papers/NFC\\_in\\_Public\\_Transport.pdf](http://www.nfc-forum.org/resources/white_papers/NFC_in_Public_Transport.pdf).
- [NGaFP11] António A. Nunes, Teresa Galvão, João Falcão e Cunha e Jeremy V. Pitt. Using social networks for exchanging valuable real time public transport information among travellers. In *Commerce and Enterprise Computing (CEC), 2011 IEEE 13th Conference on*, pages 365 –370, sept. 2011. doi:10.1109/CEC.2011.60.
- [OPT] Opt [online]. URL: <http://www.opt.pt/> [último acesso em 2013-05-29].
- [qrp] Qr platba [online]. URL: <http://qr-platba.cz/> [último acesso em 2013-05-29].

## REFERÊNCIAS

- [Sma11] Smart Card Alliance. Transit and Contactless Open Payments: An Emerging Approach for Fare Collection. Technical Report November, Smart Card Alliance, 2011. URL: [http://www.smartcardalliance.org/resources/pdf/Open\\_Payments\\_WP\\_110811.pdf](http://www.smartcardalliance.org/resources/pdf/Open_Payments_WP_110811.pdf).
- [sql] About sqlite [online]. URL: <http://www.sqlite.org/about.html> [último acesso em 2013-05-29].
- [vdc] Vdc: Nfc adoption will be slower than expected [online]. URL: <http://www.rfidjournal.com/article/view/6930> [último acesso em 2013-05-29].
- [wal] Walletpt [online]. URL: <https://www.wallet.pt/> [último acesso em 2013-05-28].

## REFERÊNCIAS

## **Anexo A**

# **Especificação de Requisitos Funcionais**

### **A.1 Descrição Detalhada**

#### **A.1.1 O sistema deve permitir o registo de um novo utilizador**

O sistema deve ter funcionalidade de registo, permitindo a utilizadores que não possuam registo no sistema fazê-lo, podendo posteriormente utilizar a sua conta pessoal para aceder ao sistema.

#### **A.1.2 O sistema deve permitir a autenticação de um utilizador já registado**

O sistema deve permitir aos utilizadores registados, a autenticação usando credenciais de acesso, para acesso às funcionalidades do sistema.

#### **A.1.3 O sistema deve permitir a um utilizador autenticado alterar os seus dados pessoais**

O sistema deve permitir aos utilizadores autenticados, alterar os seus dados pessoais, introduzidos aquando do seu registo.

#### **A.1.4 O sistema deve permitir a um utilizador autenticado terminar a sessão ativa**

O sistema deve permitir aos utilizadores autenticados, terminar a sessão.

#### **A.1.5 O sistema deve permitir a compra de títulos por utilizadores autenticados**

O sistema deve permitir aos utilizadores autenticados, a compra de títulos de viagem, consoante as configurações indicadas e o saldo disponível na carteira virtual. O sistema deve apresentar os vários tipos de título existentes (e respetivos preços), bem como permitir a compra de mais do que um título.

**A.1.6 O sistema deve utilizar os fornecedores de localização do dispositivo móvel para identificar a paragem onde o utilizador autenticado se encontra**

O sistema deve tirar partido das capacidades de localização do dispositivo Android para automaticamente detetar a posição do utilizador e listar as paragens mais próximas.

**A.1.7 O sistema deve permitir ao utilizador autenticado a escolha manual da paragem de entrada**

O sistema deve apresentar a lista completa de paragens, para seleção manual por parte do utilizador, quando não é possível detetar a posição atual através do dispositivo Android.

**A.1.8 O sistema deve listar as linhas e respetivos sentidos que passam na paragem selecionada pelo utilizador autenticado**

Após seleção da paragem desejada, o sistema deve listar todas as linhas de transportes públicos que param na paragem selecionada.

**A.1.9 O sistema deve permitir ao utilizador autenticado escolher o título a validar, apresentando todos os títulos disponíveis que se adequem à paragem e linha selecionadas**

O sistema deve permitir escolher o título de viagem a validar, de entre os disponíveis na carteira de títulos.

**A.1.10 O sistema deve permitir ao utilizador autenticado efetuar a validação do título escolhido, apresentando a paragem limite até à qual pode viajar**

Após a seleção de paragem, linha e título, o sistema deve permitir a validação da viagem, passando o título a estar ativo e não podendo ser utilizado novamente, no caso de ser um título ocasional.

**A.1.11 O sistema deve permitir a mudança de linha (transbordo), quando existir um título válido**

O sistema deve permitir a realização de transbordo aos utilizadores autenticados que possuam um título validado e ainda dentro do limite de tempo.

**A.1.12 O sistema deve permitir a confirmação da validade do título em utilização, por parte do revisor**

O sistema deve permitir a confirmação da validade do título ativo após indicações do revisor autorizado. Esta confirmação será feita no dispositivo do utilizador.

**A.1.13 O sistema deve permitir a consulta do estado atual do título validado**

Tendo um título de viagem validado, o sistema deve permitir ao utilizador consultar o estado atual do título. Isto inclui a paragem de entrada, a linha escolhida, o tempo restante e, em caso de transbordo, as linhas e paragens de transbordo.

**A.1.14 O sistema deve permitir o acesso ao histórico de operações efetuadas pelo utilizador autenticado**

O sistema deve permitir ao utilizador, a visualização do histórico de operações efetuadas, sejam carregamentos de conta, compra de títulos Ocasionais, Andante 24 ou Assinatura Mensal.

**A.1.15 O sistema deve permitir o acesso ao histórico de validações realizadas pelo utilizador autenticado**

O sistema deve permitir ao utilizador, a visualização do histórico de validações de títulos.

**A.1.16 O sistema deve permitir a consulta do saldo de títulos disponíveis**

O sistema deve permitir ao utilizador, a consulta do saldo atual de títulos, discriminado por tipos de títulos.

**A.1.17 O sistema deve permitir a consulta de saldo da carteira virtual**

O sistema deve permitir ao utilizador, a consulta do saldo atual da carteira virtual.

## Especificação de Requisitos Funcionais

Tabela A.1: Requisitos Funcionais: Descrição, Prioridade e Dependências

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Prioridade</b>	<b>Dependências</b>
RF01	O sistema deve permitir o registo de um novo utilizador	Alta	-
RF02	O sistema deve permitir a autenticação de um utilizador já registado	Alta	RF01
RF03	O sistema deve permitir a um utilizador autenticado alterar os seus dados pessoais	Baixa	RF02
RF04	O sistema deve permitir a um utilizador autenticado terminar a sessão ativa	Baixa	RF02
RF05	O sistema deve permitir a compra de títulos por utilizadores autenticados	Alta	RF02
RF06	O sistema deve utilizar os fornecedores de localização do dispositivo móvel para identificar a paragem onde o utilizador autenticado se encontra	Alta	RF02
RF07	O sistema deve permitir ao utilizador autenticado a escolha manual da paragem de entrada	Alta	RF02
RF08	O sistema deve listar as linhas e respetivos sentidos que passam na paragem selecionada pelo utilizador autenticado	Alta	RF02
RF09	O sistema deve permitir ao utilizador autenticado escolher o título a validar, apresentando todos os títulos disponíveis que se adequem à paragem e linha selecionadas	Alta	RF02
RF10	O sistema deve permitir ao utilizador autenticado efetuar a validação do título escolhido, apresentando a paragem limite até à qual pode viajar	Alta	RF02, RF06, RF07, RF08, RF09
RF11	O sistema deve permitir a mudança de linha (transbordo), quando existir um título válido	Média	RF02, RF10
RF12	O sistema deve permitir a confirmação da validade do título em utilização, por parte do revisor	Alta	RF02, RF10
RF13	O sistema deve permitir a consulta do estado atual do título validado	Média	RF02, RF10
RF14	O sistema deve permitir o acesso ao histórico de operações efetuadas pelo utilizador autenticado	Baixa	RF02
RF15	O sistema deve permitir o acesso ao histórico de validações realizadas pelo utilizador autenticado	Baixa	RF02, RF10
RF16	O sistema deve permitir a consulta do saldo de títulos disponíveis	Média	RF02, RF05
RF17	O sistema deve permitir a consulta de saldo da carteira virtual	Média	RF02



## **Anexo B**

### **Planeamento (Parte 1)**

O período apresentado refere-se aos meses de novembro de 2012 a fevereiro de 2013, coincidindo com a Unidade Curricular EIC0087 - Preparação da Dissertação.

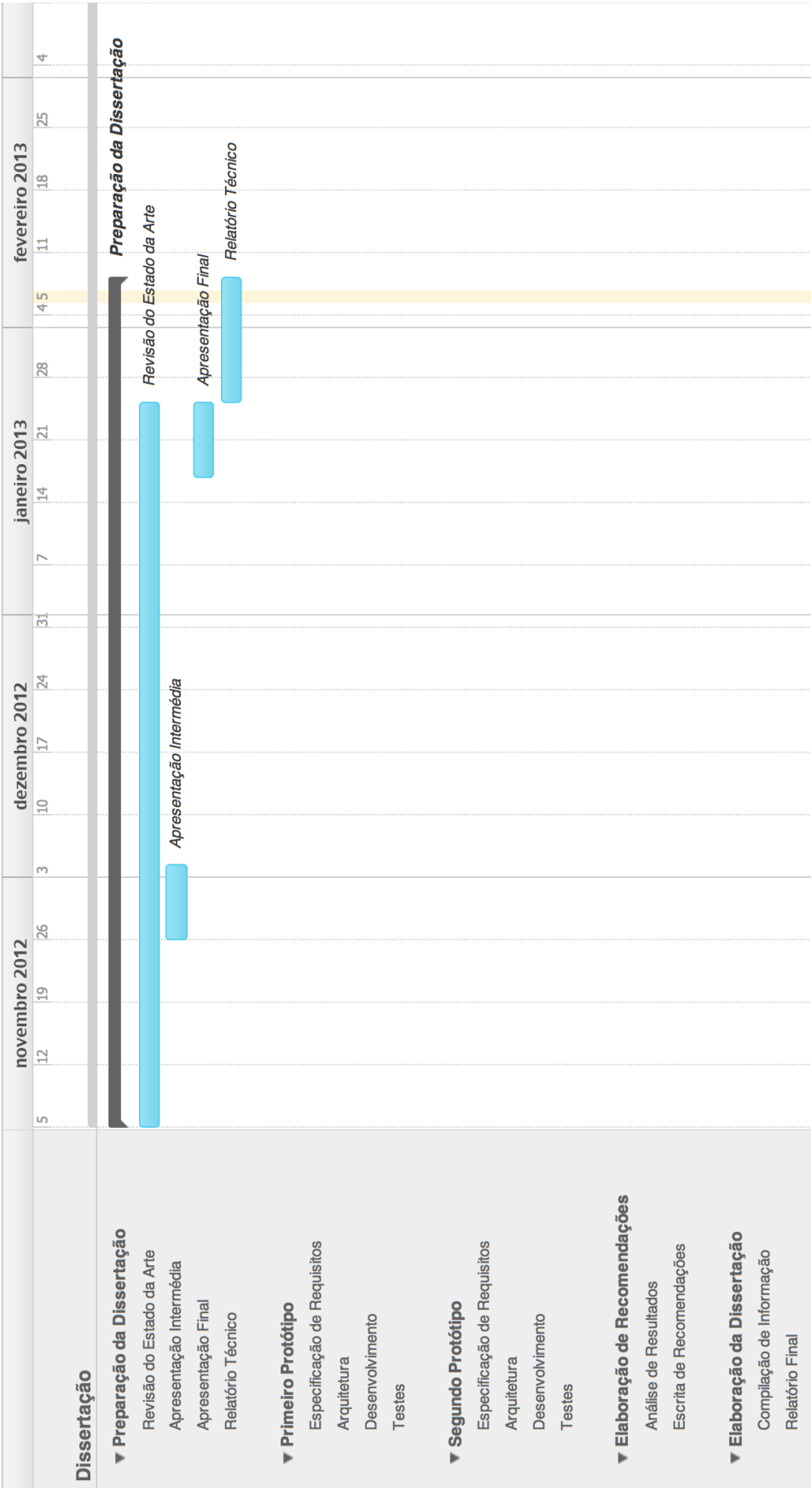


Figura B.1: Planeamento da primeira fase da dissertação

## **Anexo C**

### **Planeamento (Parte 2)**

Esta segunda fase da dissertação compreende os meses de fevereiro a julho de 2013, coincidindo com a Unidade Curricular EIC0041 - Dissertação e que serve como prova final para conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Planeamento (Parte 2)

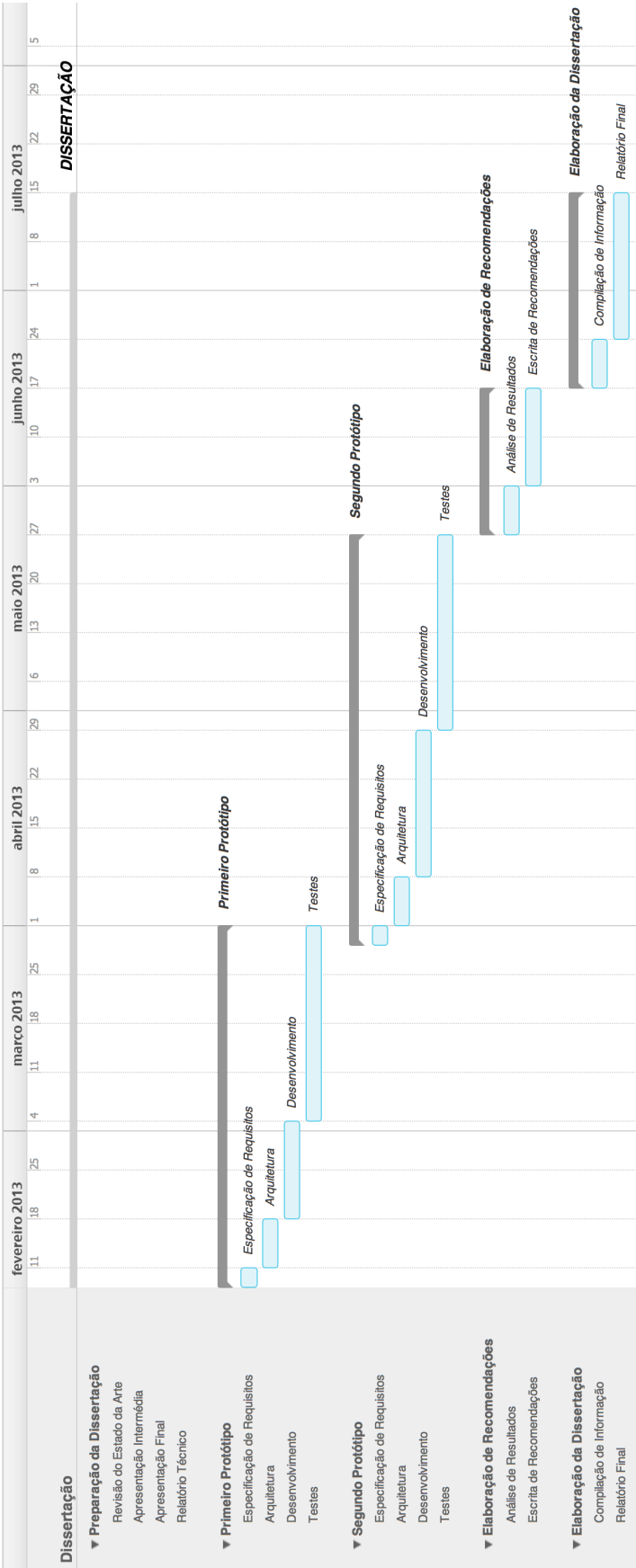


Figura C.1: Planeamento da segunda fase da dissertação