



Dissertação de Mestrado em
Engenharia Informática – Computação Móvel

Mobilidade Urbana Sustentável

Joana Raquel da Costa Matos

Leiria, 2010

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao meu orientador, o Doutor Vitor Manuel Basto Fernandes, pelo apoio e disponibilidade.

Agradeço ao consórcio Smart Mobility Systems, em particular ao Sr. Pedro Rodrigues e ao João Oliveira por me terem facultado meios e condições para a realização do projecto de dissertação.

Gostaria de agradecer ao Doutor João Pedro Cruz da Silva e à Dora Ferreira pelos esclarecimentos sobre a primeira fase da Biclis (Bicicletas da Cidade de Leiria) e pelo apoio na realização dos inquéritos à comunidade académica do *Campus 2* do Instituto Politécnico de Leiria.

Agradeço a todas pessoas que de algum modo contribuíram para a realização deste trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer ao meu marido, pais e amigos, pelo apoio ao longo do período de elaboração da dissertação.

Resumo

O aumento do tráfego rodoviário nas grandes cidades acarreta diversos factores negativos, um dos factores principais é a poluição que origina o efeito de estufa. Desta forma surge a necessidade na melhoria das condições de deslocação reduzindo o tráfego e consequentemente a poluição.

Para colmatar estes factores, muitas cidades impulsionam o uso das bicicletas criando sistemas de partilha de bicicletas. Os projectos criados implicam disponibilizar bicicletas em vários pontos da cidade permitindo aos utilizadores requisitarem uma bicicleta num ponto e entrega-la no mesmo ponto ou em outro ponto.

Na cidade de Leiria surgiu o sistema de partilha de bicicletas denominado Biclis (Bicicletas da Cidade de Leiria).

Este trabalho visa contribuir para dinamização do projecto Biclis na disponibilização de informação sobre as estações e bicicletas.

O objectivo principal passa pelo desenvolvimento de uma aplicação para dispositivos Android e uma aplicação que recebe e envia mensagens escritas, que permitem a disponibilização de informações sobre as bicicletas da cidade de Leiria.

Palavras-chave: Partilha de bicicletas, Biclis, Android, Mobilidade sustentável, SMS.

Abstract

Last decades traffic increasing in urban developed countries areas raised several sustainability and ecological issues. Among those issues, pollution is known as the major cause of the so called Green House effect. The need of more efficient urban mobility and pollution decrease became obvious recently.

Several successful initiatives promoting urban bikes usage and sharing are known worldwide as examples to follow for pollution reduction.

Those projects assume that public authorities made bikes stations, parking and bikes available for public usage, allowing users to pick bikes in one station and return them later in any bikes stations available.

In Leiria the project following this approach is named Biclis (Leiria city bikes). The work presented in the current thesis represents a contribution for the Biclis project, by making available information about bikes and bike stations to the users by the means of information and communication technologies.

The thesis includes, among other contributions, the development of software for Android mobile devices (Cell Phones/Personal Digital Assistants) and software that received and sends messages supporting information exchanges related to the bikes managed in the context of the Biclis project.

Key-Words: Bike sharing, Biclis, Android, Sustainable mobility, SMS.

Índice de Figuras

Figura 1 – Estação do projecto PedalaRio.	6
Figura 2 – Sistema de aluguer das bicicletas do projecto PedalaRio.	7
Figura 3 - Sistema de aluguer Bicing.	8
Figura 4 - Sistema de aluguer OYBike.	9
Figura 5 - Sistema de aluguer Velib: (a) Estação Velib; (b) Sistema de retirar a bicicleta para utilizadores que subscreveram por 1 ano.	10
Figura 6 - Estação BIXI.	11
Figura 7 – Localização dos Postos de Controlo da Biclis.	13
Figura 8 – Estação da Biclis no <i>Campus 2</i>	15
Figura 9 – Disponibilização das estações e bicicletas do projecto PedalaRio.	18
Figura 10 - Screenshots da aplicação IBicing para Iphone.	20
Figura 11 - Apresentação das estações no WebSite recorrendo ao Google Maps.	21
Figura 12 – Screenshots da aplicação MyCicle: (a) Representação da localização do utilizador e das estações mais próximas; (b) Resultado da pesquisa com base no nome da estação; (c) Identificação do esquema das tonalidades de cor para representar o estado da estação.	22
Figura 13 - Gráfico representativo dos resultados dos inquéritos.	24
Figura 14 – Exemplos de dispositivos CLCD: (a) Nokia 6280; (b) Nokia C3.	26
Figura 15 – Exemplos de dispositivos CDC: (a) Sony Ericsson P990; (b) Nokia 9300i.	27
Figura 16 – Quota de tráfego nos Estados Unidos da América.	28
Figura 17 – Gráfico que demonstra o interesse por desenvolver para a plataforma Android.	29
Figura 18 – Comparação dos sistemas operativos em termos de vendas globais.	29
Figura 19 – Diagrama de casos de uso.	34

Figura 20 – Diagrama de actividade: Disponibilidade.....	41
Figura 21 –Diagrama de actividade: Login.	42
Figura 22 – Diagrama de actividade: Disponibilidade via SMS.	43
Figura 23 – Diagrama de actividade: Disponibilidade via Internet.....	44
Figura 24 – Diagrama de actividade: Reservar.....	45
Figura 25 – Diagrama de actividades: Anomalias.	46
Figura 26 – Diagrama de actividades: Logout.....	46
Figura 27 - Diagrama de actividade: Visualizar relatórios.	47
Figura 28 - Desenho da arquitectura.....	48
Figura 29 – Desenho do ecrã principal: (a) Opções principais; (b) Opções secundárias.....	54
Figura 30 – Desenho do ecrã Disponibilidade.	55
Figura 31 – Desenho do ecrã Disponibilidade via Internet.....	55
Figura 32 – Desenho do ecrã que permite realizar a reserva de uma bicicleta.....	56
Figura 33 – Desenho do ecrã que permite o registo de anomalias.	56
Figura 34 – Desenho do ecrã Login.....	57
Figura 35 – <i>Screenshot</i> do ecrã de login e ecrã principal. (a) Ecrã login com opções para obter nova e alterar a <i>password</i> ; (b) Ecrã principal com opção para aceder ao ecrã de login e opção para sair da aplicação.	58
Figura 36 – <i>Screenshots</i> do ecrã disponibilidade via Internet. (a) Informação de uma estação automática. (b) Informação de uma estação não automática.....	59
Figura 37 – <i>Screenshots</i> do ecrã disponibilidade via Internet: (a) Vista usando a opção satélite. (b) Trajecto até à estação mais próxima.....	60
Figura 38 –Ecrã Registo Anomalias: (a) Ecrã Registo de Anomalias. (b) Listagem dos Tipos de Anomalias.	60
Figura 39 – Ficheiro de Logs da aplicação SMSServer.....	64
Figura 40 – Incluir nova entrada à lista de <i>Available Software Sites</i>	74
Figura 41 – Apresentação das plataformas instaladas.....	74
Figura 42 – Obter MD5 <i>certificate fingerprint</i>	75
Figura 43 – Obter a chave API.	75

Figura 44 – Ecrã principal: (a) Ecrã principal com todas as opções; (b) Botão “Disponibilidade” pressionado.	77
Figura 45 – Ecrã Disponibilidade.	78
Figura 46 - Ecrã que permite obter disponibilidade de bicicletas por SMS.	78
Figura 47 – Ecrãs sobre a disponibilidade via internet: (a) Mensagem com imagem de progresso. (b) Representação das estações no mapa.	79
Figura 48 - Ecrã que mostra a disponibilidade de bicicletas numa estação: (a) Indicação da disponibilidade numa estação automática; (b) Indicação da disponibilidade de uma estação não automática.	80
Figura 49 – Ecrãs com as vistas mapa e satélite: (a) Visualização por mapa; (b) Visualização por satélite.	80
Figura 50 - Ecrã que permite visualizar a posição actual do utilizador e trajecto até à estação mais próxima.	81
Figura 51 - Ecrã Login.	82
Figura 52 - Ecrã que permite alterar a <i>password</i>	82
Figura 53 - Ecrã que possibilita obter nova <i>password</i>	83
Figura 54 - Ecrã que permite efectuar a reserva de uma bicicleta.	83
Figura 55 - Ecrã que permite efectuar o registo de anomalias: (a) Todas os campos que o utilizador poderá introduzir; (b) Listagem de todos os tipos de anomalias.	84
Figura 56 – Ecrãs com mensagens de texto: (a) Mensagem quando o utilizador efectua o pedido para uma nova <i>password</i> ; (b) Mensagem quando o utilizador introduz incorrectamente o login; (c) Mensagem quando o utilizador não introduz o login.	85

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Horário de funcionamento de cada posto de controlo da Biclis.	13
Tabela 2 – Comparação entre os sistemas de aluguer de bicicletas.	16
Tabela 3 - Possível SMS de resposta à mensagem "Bicing 123".....	19
Tabela 4 – Questão apresentada nos inquéritos aos estudantes do <i>Campus 2</i> do IPL.	24
Tabela 5 – Requisitos relativos à disponibilização de informação através do envio de SMS.	31
Tabela 6 - Requisitos relativos à disponibilização de informação através da aplicação móvel.....	32
Tabela 7 – Descrição dos elementos presentes no diagrama de casos de uso.	33
Tabela 8 - Descrição dos elementos presentes nos diagramas de actividades.....	40
Tabela 9 – Exemplos de mensagens escritas enviadas pelos utilizadores e possíveis respostas do sistema.	63
Tabela 10 – Métodos e respectivos parâmetros de entrada e valores devolvidos.....	66
Tabela 11 – Método Login com indicação de parâmetros e possíveis valores devolvidos.....	89
Tabela 12 – Método Status com indicação dos parâmetros e possíveis valores devolvidos.....	90
Tabela 13 – Valores devolvidos pelo método Status em caso de sucesso na obtenção da informação.	90
Tabela 14 – Indicação da disponibilidade em cada posto.	90
Tabela 15 - Método Status com indicação dos possíveis valores devolvidos.	91
Tabela 16 - Valores devolvidos pelo método Mapa em caso de sucesso na obtenção da informação.	91
Tabela 17 - Método malfunction com indicação dos parâmetros e possíveis valores devolvidos.	92
Tabela 18 - Método change_password com indicação dos parâmetros e possíveis valores devolvidos.	93

Tabela 19 - Método reset_password com indicação dos parâmetros e possíveis valores devolvidos.
.....94

Tabela 20 - Método reserva com indicação dos parâmetros e possíveis valores devolvidos.....94

Lista de Siglas

Sigla / Abreviatura	Descrição
API	Application Programming Interface
ADT	Android Developer Tools
AVD	Android Virtual Devices
CDC	Connect Device Configuration
CLCD	Connection Limited Device Configuration
CPU	Central Processing Unit
DML	Data Manipulation Language
ENERDURA	Agência Regional de Energia da Alta Estremadura
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System For Mobile Communication
HVGA	Half-size VGA
IDE	Integrated Development Environment
IPL	Instituto Politécnico de Leiria
J2ME	Java Platform, Micro Edition
LCD	Liquid Crystal Display
MD5	Message-Digest algorithm 5
PDA	Personal Digital Assistant
PANC	Programa Nacional para as Alterações Climáticas
RFID	Radio Frequency Identification
SBS	Smart Bike System
SDK	System Development Kit
SMS	Short Message Service

SQL	Structured Query Language
WAP	Wireless Application Protocol
WEB	World Wide Web

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO.....	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	XI
LISTA DE SIGLAS	XIII
ÍNDICE	XV
INTRODUÇÃO.....	1
1.1 ENQUADRAMENTO DO PROJECTO	1
1.1.1 PROTOCOLO DE QUIOTO.....	1
1.1.1.1 A SITUAÇÃO DE PORTUGAL	2
1.1.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	2
1.1.2.1 MOBILIDADE SUSTENTÁVEL.....	3
1.1.3 PARTILHA DE BICILETAS	3
1.2 OBJECTIVO	3
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	4
REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1 PEDALARIO	5
2.2 BICING	7
2.3 OYBIKE.....	8
2.4 VELIB.....	9
2.5 BIXI	10
2.6 BICLIS.....	11
2.7 COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE IMPLEMENTAÇÃO DAS BICILETAS DE ALUGUER	15
2.8 SISTEMAS DE DISPONIBILIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO	17
2.8.1 PEDALARIO.....	17
2.8.2 IBICING	18
2.8.3 MYCICLE	21
2.9 SÍNTESE.....	22

ARQUITECTURA PROPOSTA.....	23
3.1 OPÇÕES TOMADAS	23
3.1.1 INQUÉRITO	23
3.1.2 VISÃO GERAL DO SISTEMA	25
3.1.3 PLATAFORMAS DE DESENVOLVIMENTOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS	25
3.1.4 OBTENÇÃO DE INFORMAÇÃO	30
3.2 REQUISITOS FUNCIONAIS, NÃO FUNCIONAIS E DE DESENVOLVIMENTO	30
3.3 CASOS DE USO.....	33
3.3.1 OBTER DISPONIBILIDADE.....	35
3.3.2 OBTER DISPONIBILIDADE VIA SMS	35
3.3.3 PROCESSAR DISPONIBILIDADE.....	35
3.3.4 EFECTUAR LOGIN	36
3.3.5 OBTER DISPONIBILIDADE VIA INTERNET	37
3.3.6 RESERVAR BICICLETA	37
3.3.7 REGISTAR ANOMALIAS	38
3.3.8 EFECTUAR LOGOUT.....	38
3.3.9 NOVA PASSWORD	39
3.3.10 VISUALIZAR RELATÓRIOS	39
3.4 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES	40
3.4.1 DISPONIBILIDADE	41
3.4.2 LOGIN	42
3.4.3 DISPONIBILIDADE VIA SMS.....	43
3.4.4 DISPONIBILIDADE VIA INTERNET	44
3.4.5 RESERVAR	45
3.4.6 ANOMALIAS.....	46
3.4.7 LOGOUT	46
3.4.8 VISUALIZAR RELATÓRIOS.....	47
3.5 DESENHO DA ARQUITECTURA.....	47
3.6 CENÁRIO DE UTILIZAÇÃO	49
3.7 SÍNTESE	50
IMPLEMENTAÇÃO	51
4.1 PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO NA PLATAFORMA ANDROID.....	51
4.2 DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO ANDROID.....	52
4.2.1 PERSISTÊNCIA DOS DADOS	53
4.3 ESTUDO DA INTERFACE	53
4.4 PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO SMSSERVER	61
4.4.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO SMSSERVER	61
4.4.2 PERSISTÊNCIA DOS DADOS	64

4.5	WEB SERVICES	64
4.6	SÍNTESE.....	66
	CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO	67
5.1	CONCLUSÕES	67
5.2	TRABALHOS FUTUROS	68
	BIBLIOGRAFIA	69
	ANEXOS.....	73
A-	INSTALAÇÃO DOS COMPONENTES PARA DESENVOLVER PARA ANDROID	73
B-	SCREENSHOTS DA APLICAÇÃO MÓVEL	77
C-	INSTALAÇÃO DOS COMPONENTES PARA USAR A BIBLIOTECA SMSLIB	87
D-	WEB SERVICE	89
1.	LOGIN	89
2.	STATUS	89
3.	MAPA.....	90
4.	REGISTO DE ANOMALIAS	92
5.	ALTERAR PASSWORD.....	92
6.	PEDIR NOVA PASSWORD	93
7.	RESERVA	94

Introdução

1.1 Enquadramento do Projecto

Ao longo do tempo constatamos a um aumento da densidade populacional nas cidades e, consequentemente do tráfego rodoviário. Resultando em vários factores negativos para a sociedade: aumento de tempo de viagem, poluição sonora, visual e maior emissão de poluentes [1]. A emissão de toneladas de poluentes origina a degradação do ar, e é o maior responsável pelo aquecimento global [2].

1.1.1 Protocolo de Quioto

Um dos passos mais importantes na luta do aquecimento global foi a constituição do protocolo de Quioto, pois apresenta objectivos vinculativos e quantitativos na redução dos gases de Efeito de Estufa.

O protocolo de Quioto é um acordo internacional ratificado por 156 países que impõe reduções nas emissões de seis principais Gases com Efeito de Estufa (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorcarbonetos, hidrocarbonetos, perfluorados e hexafluoreto de enxofre).

O protocolo de Quioto foi redigido na Terceira Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas, em Dezembro de 1997, em Quioto, no Japão.

A união Europeia estabeleceu um acordo de Partilha de Responsabilidade com os seus Estados membros, no qual assume o compromisso de reduzir as emissões dos seis Gases com Efeito de Estufa em 8% relativamente a 1990, durante o período de 2008 a 2012 [3].

1.1.1.1 A situação de Portugal

Portugal assumiu o compromisso de não apresentar um aumento de emissões superior a 27% relativamente ao ano de referência de 1990, durante o período de 2008 a 2012.

Para cumprir este objectivo, foi constituído o PNAC (Programa Nacional para as Alterações Climáticas) que define um conjunto de políticas e medidas internas que visam a redução dos Gases de Efeito de Estufa.

O PNAC, aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 104/2006 de 23 de Agosto, avalia o compromisso de Portugal face ao primeiro período de cumprimento do Protocolo de Quioto. Revela que o sector dos transportes é responsável por um aumento energético em cerca de 102% no período entre 1990 e 2005. O aumento da utilização do transporte individual foi bastante significativo, cresceu mais 111%, a um ritmo médio de 5,1% ao ano. Sendo o aspecto rodoviário aquele que tem a maior contribuição para o total das emissões do sector dos transportes [4].

1.1.2 Desenvolvimento sustentável

Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento elaborou uma definição de sustentabilidade como "O desenvolvimento sustentável garante a satisfação das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades".

Sustentabilidade implica a longo prazo saúde social, económica e ecológica. No desenvolvimento e aplicação da energia temos de considerar dois aspectos importantes da sustentabilidade: a eficiência energética e a protecção ambiental.

Com o crescimento da população mundial e o aumento dos veículos, surgem impactos significativos para a energia, ambiente e segurança. Desta forma, é necessário desenvolver e inovar em sistemas de transporte limpos e eficientes [5].

1.1.2.1 Mobilidade Sustentável

A mobilidade sustentável visa a melhoria contínua das condições de deslocação, a diminuição dos impactos negativos no ambiente e o aumento da qualidade de vida dos cidadãos.

A bicicleta como veículo para transporte, proporciona melhor nível de mobilidade urbana, reduzindo o tráfego, facilitando o trânsito nos centros urbanos, propicia grandes poupanças no consumo de energia, não provoca engarrafamentos, ocupa pouco espaço para estacionar e exige infra-estruturas de baixo custo [6]. Não gera gases poluentes ou geradores do efeito estufa, faz pouco ruído e o impacto por onde passa é praticamente nulo. Ajuda a manter a cidade limpa promovendo assim à melhoria na qualidade de vida. É amiga do meio ambiente e é a máquina mais eficaz inventada pelo ser humano para transformar energia em movimento [7].

1.1.3 Partilha de Bicicletas

Os programas de partilha de bicicletas ou bicicletas públicas estão a ter uma atenção crescente ao longo dos anos, tendo como principal objectivo o aumento do uso da bicicleta.

O conceito da partilha de bicicletas começou em 1968 em Amesterdão e desenvolveu-se até aos dias de hoje por diversas cidades. Os sistemas foram evoluindo até se tornarem mais automáticos e mais autónomos possíveis [8].

O município de Leiria integra o Projecto de Mobilidade Sustentável que tem como objectivo a elaboração e consolidação de Planos de Mobilidade Sustentável [9]. Com o intuito de fortalecer uma cultura de mobilidade sustentável foi desenvolvido o projecto Biclis (Bicicleta da cidade de Leiria), que consta com a disponibilização de bicicletas para uso partilhado por alguns pontos na cidade de Leiria [10].

1.2 Objectivo

Pretende-se com este trabalho dar um contributo significativo para a dinamização do plano de mobilidade sustentável no município de Leiria, em especial ao projecto Biclis. Para tal esta dissertação deverá incidir no desenvolvimento de um sistema capaz de disponibilizar e

recolher informações em tempo-real através de dispositivos móveis, sobre as estações automáticas e respectivas bicicletas do projecto Biclis.

1.3 Estrutura da dissertação

No segundo capítulo deste trabalho são apresentados os projectos de partilha de bicicletas em diversas cidades mundiais, as tecnologias inerentes e as aplicações que permitem a disponibilização da informação sobre as estações e bicicletas. Em suma, este capítulo reflecte uma etapa fundamental para a documentação e compreensão de projectos semelhantes, permitindo orientar o trabalho no desenvolvimento de soluções e funcionalidades.

No início do terceiro capítulo é apresentado o estudo das funcionalidades a desenvolver e a escolha da plataforma para o desenvolvimento do projecto. Seguidamente é apresentada uma breve descrição dos requisitos do sistema, a descrição dos casos de uso e dos diagramas de actividades. De forma a compreender os componentes principais e o relacionamento entre eles foi desenhado a arquitectura do sistema.

O quarto capítulo reflecte o processo de desenvolvimento das aplicações, as plataformas de desenvolvimento escolhidas, os componentes necessário ao desenvolvimento, opções tomadas e o estudo da interface.

O capítulo cinco é dedicado à descrição das conclusões após a elaboração do projecto de dissertação e são expostas algumas sugestões para trabalho futuro.

Revisão da literatura

Os organismos públicos tomam medidas de forma a potenciar o uso de transportes mais económicos, criam ciclovias ou percursos dedicados para impulsionar o uso da bicicletas e em algumas cidades foram desenvolvidos sistemas de partilha de bicicletas.

O primeiro sistema de partilha de bicicletas, considerada como a primeira geração, surgiu em 1968 em Amesterdão, onde as bicicletas eram deixadas em diversos pontos da cidade. Como não havia controlo sobre a rede de bicicletas, muitas foram roubadas ou vandalizadas. A segunda geração nasceu em 1995 em Copenhaga, era mais avançada que a primeira e consistia no depósito de moedas para recolha e levantamento da bicicleta. Ainda assim sucederam-se muitos furtos. A terceira geração surge em 2005 e já possui inovações tecnológicas, como o uso de cadeados electrónicos, *smart cards*, acesso a telemóveis e computadores de bordo [6].

Este capítulo é dedicado à descrição de alguns dos sistemas de partilha de bicicletas implementados em algumas cidades mundiais, bem como as formas de disponibilizar informações sobre esses sistemas.

2.1 PedalaRio

O projecto PedalaRio está a decorrer no Rio de Janeiro, Brasil. Disponibiliza bicicletas em 18 estações espalhadas pela cidade.

As estações contêm painéis de informação onde é exibido o mapa de localização das estações e instruções de uso. Algumas estão equipadas com monitor de 19 polegadas *touch-screen* que permitem adquirir ou recarregar passes de utilização, consultar a disponibilidade das estações e bicicletas e consultar o saldo e tempo de uso da bicicleta. Cada estação contém um CPU

(*Central Processing Unit*) alimentado por baterias que são carregadas usando energia solar, através de um painel solar. Cada estação é composta por um sistema de bloqueio de bicicletas, com dispositivos electromecânicos para permitem prender e libertar as bicicletas, e lâmpadas de sinalização que permitem indicar a correcta libertação ou colocação da bicicleta. A Figura 1 ilustra uma das estações do projecto PedalaRio [11].



Figura 1 – Estação do projecto PedalaRio.

As bicicletas têm um design diferenciado, em estrutura de alumínio, com sistema electromecânico para bloqueio na estação, são identificadas por dispositivos electrónicos, o chip RFID (*Radio Frequency Identification*). A transmissão de informação entre a estação e o sistema de controlo é feita recorrendo à tecnologia 3G [12].

Um utilizador para usufruir das bicicletas do projecto PedalaRio necessita efectuar um registo online e comprar um passe anual, semestral ou diário. O pagamento é feito via cartão de crédito. Para desbloquear a bicicleta da estação é necessário telefonar para o *call center* ou aceder ao site via WAP (*Wireless Application Protocol*), indicar a estação onde se encontra e o número da bicicleta que pretende retirar. Esperar pela indicação luminosa, retirar e usufruir dos primeiros 30 minutos gratuitos. A Figura 2 (adaptada de [12]) demonstra o processo de aquisição das bicicletas. Para devolver a bicicleta basta colocar a bicicleta em qualquer estação, num local disponível [13].

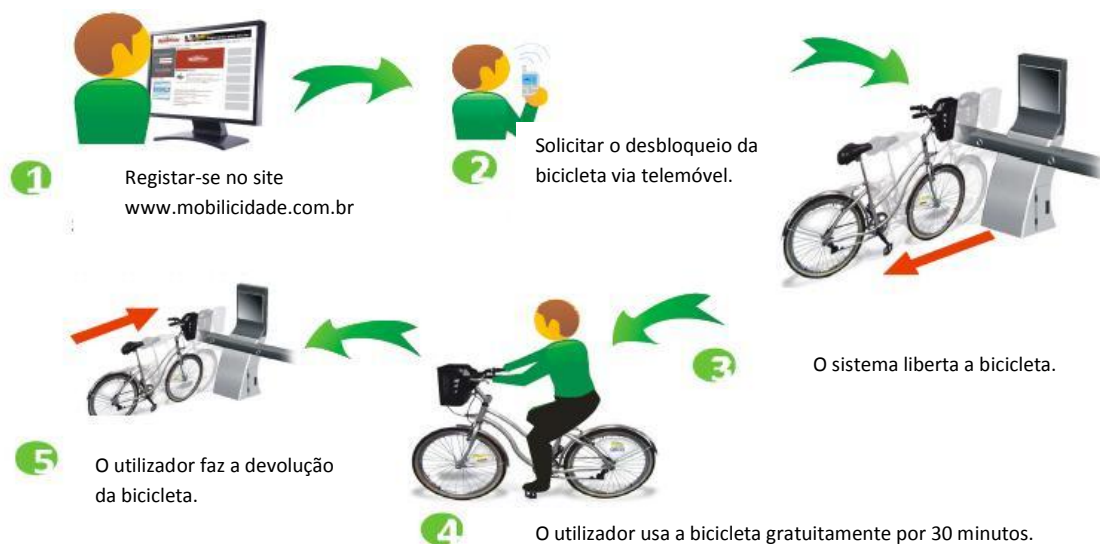


Figura 2 – Sistema de aluguer das bicicletas do projecto PedalaRio.

2.2 Bicing

Em Barcelona, o Bicing é um sistema de partilha de bicicletas tendo como propósito complementar o transporte tradicional, não sendo considerado um sistema destinado ao turismo. Assim, tem como principal objectivo, possibilitar a realização de pequenos trajectos que se façam diariamente dentro da cidade. As estações Bicing encontram-se em pontos estratégicos, junto a estações de comboio, metro e parques de estacionamento.

Para o utilizador ter acesso às bicicletas terá de solicitar um cartão usando a página online, após a recepção do cartão em casa, o utilizador terá de activar o cartão recorrendo novamente à página. Para o levantamento de uma bicicleta, o utilizador dirige-se a uma estação, passa o cartão magnético (com RFID) pelo leitor. É indicado o número da bicicleta a recolher através de um ecrã LCD (*Liquid Crystal Display*) disponível na estação e a bicicleta é desbloqueada [14]. O utilizador ao retirar a bicicleta deve verificar o seu estado, caso apresente alguma anomalia, deve voltar a colocar a bicicleta no mesmo local e passar o cartão pelo leitor, a anomalia é registada e é-lhe indicada nova bicicleta.

Os primeiros 30 minutos de utilização são gratuitos e o tempo de utilização máximo é de 2 horas, sendo exercidas penalizações para quem exceder o tempo limite. Os utilizadores terão de pagar uma tarifa anual e fracções de 30 em 30 minutos após os primeiros 30 minutos

gratuitos.

A devolução da bicicleta pode ser feita em qualquer estação, colocando a bicicleta num posto vazio. Se a estação estiver toda ocupada, basta passar o cartão pelo leitor, é verificado a ocupação e é indicada a próxima estação, dando 10 minutos adicionais para a deslocação. A Figura 3 representa uma estação Bicing [15].



Figura 3 - Sistema de aluguer Bicing.

2.3 OYBike

OYBike é um projecto implementado em Londres, que permite o aluguer de bicicletas através do uso do telemóvel.

O utilizador para usar as bicicletas terá de efectuar o registo online, indicando o seu número de telemóvel e a subscrição pretendida, 1 dia, 1 semana ou 1 ano.

As bicicletas encontram-se bloqueadas através de cabos ligados a um dispositivo. Para as desbloquear o utilizador liga o dispositivo, o sistema gera e mostra um código, com esse código o utilizador terá de efectuar uma chamada para a OYBike introduzindo o código através do teclado do seu telemóvel. Os dados recebidos são verificados tal como o número de telefone. É fornecido ao utilizador, via SMS (*Short Message Service*), um código com 5 dígitos que devem ser digitados no dispositivo, permitindo o desbloqueio da bicicleta.

Cada cabo tem um *chip* integrado que permite reconhecer cada bicicleta individualmente. Cada estação é alimentada por uma bateria que dura de 6 a 8 semanas. Para entregar a bicicleta, terá de a bloquear usando um cabo disponível, é mostrado um código no visor do dispositivo, o utilizador deve efectuar uma chamada para a OYBike digitando o código usando o teclado do telemóvel. A Figura 4 apresenta uma estação OYBike [16] [17].



Figura 4 - Sistema de aluguer OYBike.

2.4 Velib

O Velib é um projecto de partilha de bicicletas em Paris, destinado tanto aos parisienses como aos turistas.

Para usufruir do serviço, é necessário fazer a subscrição por 1 dia (1 euro) ou 7 dias (5 euros) e introduzir o cartão de crédito no quiosque que se encontra junto às bicicletas. É impresso um cartão com um número, que é necessário para adquirir bicicletas. Assim, o número deve ser introduzido no quiosque recorrendo a um teclado, escolher o número da bicicleta que pretende retirar, pressionar o botão que permite o desbloqueio da bicicleta e aguardar o sinal luminoso que indica o sucesso da aquisição. Os primeiros 30 minutos são gratuitos, posteriormente cada meia hora corresponde a 1 euro. Para entregar a bicicleta, basta bloqueá-la em qualquer estação. A Figura 5 (a) mostra uma estação Velib [19].

O serviço pode ser subscrito por um ano, neste caso, o utilizador terá de pagar 29 euros anuais. É criado um cartão para o utilizador que pode ser utilizado directamente no sistema de desbloqueio das bicicletas, tal como demonstra a Figura 5 (b) [18].

As estações são alimentadas por energia solar, a comunicação com a central é feita por GPRS (*General Packet Radio Service*) através de uma rede segura e as bicicletas têm dispositivos RFID que permite a leitura dos mesmos no terminal da bicicleta [19].



(a)



(b)

Figura 5 - Sistema de aluguer Velib: (a) Estação Velib; (b) Sistema de retirar a bicicleta para utilizadores que subscreveram por 1 ano.

2.5 BIXI

BIXI está implementado em diversas cidades, entre elas, Montreal no Canada. Para o utilizador usar uma bicicleta por 1 dia, basta dirigir-se ao quiosque de uma estação, seleccionar a opção que permite alugar uma bicicleta e introduzir o cartão de crédito, a máquina imprime um cartão que deve ser introduzido no bloqueador da bicicleta de forma a desbloqueá-la. Para cada viagem os primeiros 30 minutos são gratuitos.

Para utilizadores que pretendam usufruir das bicicletas por 30 dias ou por 1 ano, é necessária uma inscrição online, indicar a subscrição pretendida e introduzir os dados pessoais e os dados do cartão de crédito. Posteriormente terá acesso a uma chave BIXI, que permitirá o uso das bicicletas. Para utilizar uma bicicleta basta inserir a chave no bloqueador da bicicleta, os primeiros 30 minutos são gratuitos. Para devolver a bicicleta, basta colocá-la no bloqueador. Para recolher outra bicicleta basta esperar 5 minutos.

O sistema BIXI foi considerado a 19ª melhor invenção de 2008 pela Time's e recebeu o prémio de ouro "Best New Products Edison Awards" na categoria de Energia e Sustentabilidade.

Este sistema é totalmente portátil, não são necessárias escavações para o instalar, utiliza energia solar evitando a emissão e utilização de fontes de energia não renováveis. Utiliza a comunicação GPRS com o servidor. Cada sistema de bloqueio das bicicletas tem um leitor RFID. A estação tem uma unidade de processamento para envio de informação, ecrã de *touch screen*, leitor de cartões, impressora e disponibiliza internet wifi, que permite aos utilizadores consultar o website para saber o local de aluguer e o número de bicicletas disponíveis. Através do dispositivo RFID é possível localizar remotamente cada bicicleta [6, 20, 21]. A Figura 6 (adaptada de [20]) representa uma estação Bixi.



Figura 6 - Estação BIXI.

2.6 Biclis

A Biclis, bicicleta de aluguer da cidade de Leiria, traduz-se num conceito de desenvolvimento no âmbito do projecto T.a.T (students Today and Citizen Tomorrow), em parceria com a Câmara Municipal de Leiria, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e ENERDURA (Agência Regional de Energia da Alta Estremadura).

A Biclis é dirigida a turistas e a utilizadores que pretendam a sua utilização diária em deslocações para o trabalho ou escola. Só é permitida o uso da bicicleta às crianças a partir de 12 anos. Para utilizadores com idades compreendidas entre 12 e 16 anos é necessário

autorização dos pais ou de quem exerça o poder paternal.

Na primeira fase de implementação da Biclis, para o utilizador poder usar a Biclis, teria de fazer um registo inicial de adesão no posto de controlo que se encontra no Mercado Santana, apresentando o Bilhete de Identidade ou Cartão de Cidadão, era fornecido um cartão de utilizador. Após o registo, a Biclis podia ser levantada em qualquer posto de controlo, através do número de utilizador e de um registo de utilização. A entrega deveria ser efectuada no mesmo local onde se procedeu ao levantamento.

Ao requisitar a Biclis, num destes postos, é fornecido um capacete, um cadeado e respectiva chave. Os utilizadores estão condicionados a normas de segurança bem como ao horário de funcionamento fixado para cada posto de controlo podendo incorrer na interdição de utilização da Biclis pelo período mínimo de um mês e de responsabilidade civil ou criminal que decorra de uma utilização indevida ou abusiva do equipamento [10, 22]. Estavam disponibilizadas 50 Biclis em cinco postos de controlo, na primeira fase:

1. Parque de estacionamento do Mercado Sant'Ana;
2. Centro de Interpretação Ambiental (CIA);
3. Ludoteca;
4. Parque de estacionamento da Fonte Quente;
5. Estádio Municipal.

As estações referidas anteriormente estão representadas na Figura 7 (adaptada de [10]), através de um mapa onde se pode visualizar a localização das mesmas.



Figura 7 – Localização dos Postos de Controlo da Biclis.

O horário de funcionamento de cada estação de controlo encontra-se na Tabela 1 [10].

Local	Dias de Funcionamento	Horário
Mercado Sant'Ana	De Segunda a Domingo e Feriados	Das 8h às 20h
CIA	De Segunda-Feira a Quinta-Feira	Das 09h00 às 12h30 e 14h00 às 17h30
	Sexta-Feira	Das 9h00 às 12h30 e 14h00 às 15h30
Ludoteca	Sábado	Das 10h00 às 12h30 e 14h30 às 18h00
	Domingo	Das 14h30 às 16h00
Fonte Quente	De Segunda-Feira a Domingo e feriados	Das 8h00 às 20h00
Estádio	De Segunda-Feira a Sexta-Feira	Das 9h00 às 13h00 e das 14h00 às 20h00
	Sábado	Das 9h00 às 13h00 e das 14h00 às 18h00
	Domingo	Das 9h00 às 13h00

Tabela 1 – Horário de funcionamento de cada posto de controlo da Biclis.

No dia 30 de Março de 2010 foi apresentado a segunda fase do projecto Biclis, que conta com um sistema automático de gestão e disponibilização de bicicletas para uso partilhado. Com o lançamento da segunda fase surgem mais duas estações, no *Campus 2* do IPL (Instituto Politécnica de Leiria) e nas Residências de Estudantes junto ao Edifício-Sede do IPL.

Estas duas estações são geridas em conjunto pelo IPL, Câmara Municipal de Leiria e pelo consórcio Smart Mobility Systems.

Neste momento estão disponibilizadas 12 bicicletas para utilização gratuita por parte dos membros da comunidade académica. Nesta fase as bicicletas serão levantadas e entregues no *Campus 2* ou na Residência de Estudantes.

Para a utilização das bicicletas nestas estações é necessário efectuar um registo prévio, no bar da Cantina 3 no *Campus 2* ou na Recepção da Residência de Estudantes (Bloco A), onde se deve tomar conhecimento das regras de utilização do sistema e solicitar o cartão de utilizador [23] [24].

Segundo o consórcio Smart Mobility System, as bicicletas estão bloqueadas por um mecanismo electromecânico com um leitor RFID que permite identificar a bicicleta. O quiosque é constituído por um ecrã táctil, com software de gestão, leitor de cartões dos utilizadores ou de crédito, permite a escolha da bicicleta que se pretende levantar. Têm conectividade 3G que permite a comunicação entre o quiosque e o servidor do consórcio, e os dados recolhidos pelo quiosque são sincronizados através de uma base de dados MySQL. A Figura 8 mostra a estação da Biclis no *Campus 2*.



Figura 8 – Estação da Biclis no *Campus 2*.

Na implementação da segunda fase do projecto Biclis, pretende-se uma grande adesão por parte dos membros da comunidade académica, visto que é constituída maioritariamente por jovens, que são mais receptivos a adoptar novas formas de deslocação mais sustentáveis.

Considera-se assim, um passo importante para uma redução do tráfego no *Campus* universitário e um incentivo à utilização de transportes ambientalmente sustentáveis.

2.7 Comparação entre os sistemas de implementação das bicicletas de aluguer

Para sintetizar as funcionalidades descritas anteriormente em cada sistema de partilha de bicicletas, foi construída a Tabela 2, que permite visualizar as principais características de cada sistema.

Nome	Sistema electrónico para bloquear bicicleta	Lâmpadas de sinalização do bloqueio/desbloqueio	Autónomo	Registo online	Desbloqueio usando o telemóvel	Tempo gratuito	Devolução em qualquer estação	Registo de avarias	Sistema de consulta de disponibilidade	Ecológico	Destinatários
Pedala Rio	✓	✓	✓	✓	✓	30 min	✓				Turistas Nacionais e Cidadãos
Bicing	✓	✓	✓	✓		30 min	✓	✓	✓		Cidadãos
OYBike	✓	✓	✓	✓	✓	Sempre	✓				Turistas e cidadãos
Velib	✓	✓	✓	Utilização por 1 ano		30 min	✓				Turistas e cidadãos
BIXI	✓	✓	✓	Utilização por 1 ano		30 min	✓		✓	✓	Turistas e cidadãos
Biclis 1ª Fase						Sempre					Turistas e cidadãos
Biclis 2ª Fase	✓	✓	✓			Sempre					Comunidade académica

Tabela 2 – Comparação entre os sistemas de aluguer de bicicletas.

2.8 Sistemas de disponibilização de informação

Os sistemas de partilha de bicicletas estão a tornar-se cada vez mais sistemas de transporte inteligentes, com tecnologias actuais que permitem disponibilizar informações em tempo-real. Nesta secção são apresentados os sistemas que permitem aos utilizadores obter informações sobre as bicicletas e estações.

2.8.1 Pedalarío

O projecto PedalaRio disponibiliza a informação sobre as estações e bicicletas através dos monitores *touch-screen* presentes nos quiosques, no entanto essas informações estão também disponíveis na página online. Para apresentar a informação na página online, como demonstra a Figura 9 [13], é usado um mapa da Google que permite visualizar a localização das estações. Ao clicar em cada estação é apresentado um balão informativo com o estado da estação, a morada, as bicicletas disponíveis e o número de postos disponíveis para colocar as bicicletas. Para visualizar melhor as estações, o utilizador pode recorrer ao *zoom* do mapa ou seleccionar uma área específica a ser aumentada.



Figura 9 – Disponibilização das estações e bicicletas do projecto PedalaRio.

2.8.2 IBicing

IBicing é um serviço de consulta de informação online, relativa à disponibilidade das bicicletas nas estações de Bicing, através de qualquer telemóvel ou iPhone. Pode ser enviada uma mensagem predefinida, com a palavra Bicing precedida por espaço e o número da estação, ou fazer o download da aplicação Bicing.

Usando o sistema de SMS receberá uma mensagem com a disponibilidade das bicicletas na estação mencionada e o número de postos livres para colocar as bicicletas. Assim como a disponibilidade nas estações mais próximas, tendo em conta a limitação de texto máximo permitido por uma mensagem escrita [15]. Recorrendo ao envio de SMS e com o propósito de obter informação sobre a estação 123, a mensagem digitada pelo utilizador seria: “Bicing 123” para o número 217010. Uma possível resposta seria a demonstrada na Tabela 3 [15].

Est#123: 0 bicis, 21 buits
Est#27 (C/ PROVENÇA,322): 0 bicis, 17 buits
Est#224 (C/ GIRONA, 156): 0 bicis, 16 buits
Est#362 (BAILEN, 100): 0 bicis, 22 buits

Tabela 3 - Possível SMS de resposta à mensagem "Bicing 123".

É possível obter uma aplicação para telemóveis compatíveis com a tecnologia Java, o utilizador necessita enviar uma SMS para o número 217010 com a palavra BICINGAPL, desta forma receberá uma SMS com a indicação do link para efectuar o download. Com esta aplicação é possível verificar a disponibilidade em todas as estações, indicar as estações favoritas e visualizar as estações através de um mapa [15].

Através da aplicação para o iPhone será facultado a informação sobre a disponibilidade das bicicletas em todas as estações, permitindo a pesquisa de estações por código ou nome da estação. As estações estão representadas num mapa com pontos coloridos, cada cor indica o estado da estação. O azul indica que existem bicicletas e postos livres, o vermelho indica que não existem bicicletas mas existem postos livres para colocação de bicicletas e o amarelo significa que existem postos livres no entanto não existem bicicletas. Ao clicar em cima da representação de uma estação, os dados sobre o número de bicicletas e postos disponíveis são mostrados através de um balão sobre o Mapa. A aplicação disponibiliza um botão “actualiza” que permite obter novamente toda a informação das bicicletas e estações, de forma a obter a última actualização das estações. A Tabela 10 apresenta um *screenshot* da aplicação [25]. Para efectuar o download da aplicação, o utilizador terá de se conectar ao AppStore¹ a partir do iPhone e obter a aplicação [26].

¹ <http://www.apple.com/iphone/features/app-store.html>



Figura 10 - Screenshots da aplicação IBicing para Iphone.

O WebSite permite a visualização de todas as estações recorrendo ao Google Maps. Da mesma forma que na aplicação para iPhone, as estações estão assinaladas no mapa recorrendo a um esquema de cores. Verde significa que a estação tem bicicletas disponíveis, vermelho indica a não existência de bicicletas na estação e a azul as estações que se encontram fechadas. Ao clicar numa estação é apresentada o número de bicicletas disponíveis tal como o número de postos livres onde colocar a bicicleta (Figura 11). Pode-se recorrer a uma pesquisa mais avançada para obter as estações por distrito, código postal e por estações com bicicletas disponíveis ou sem disponibilidade [15].

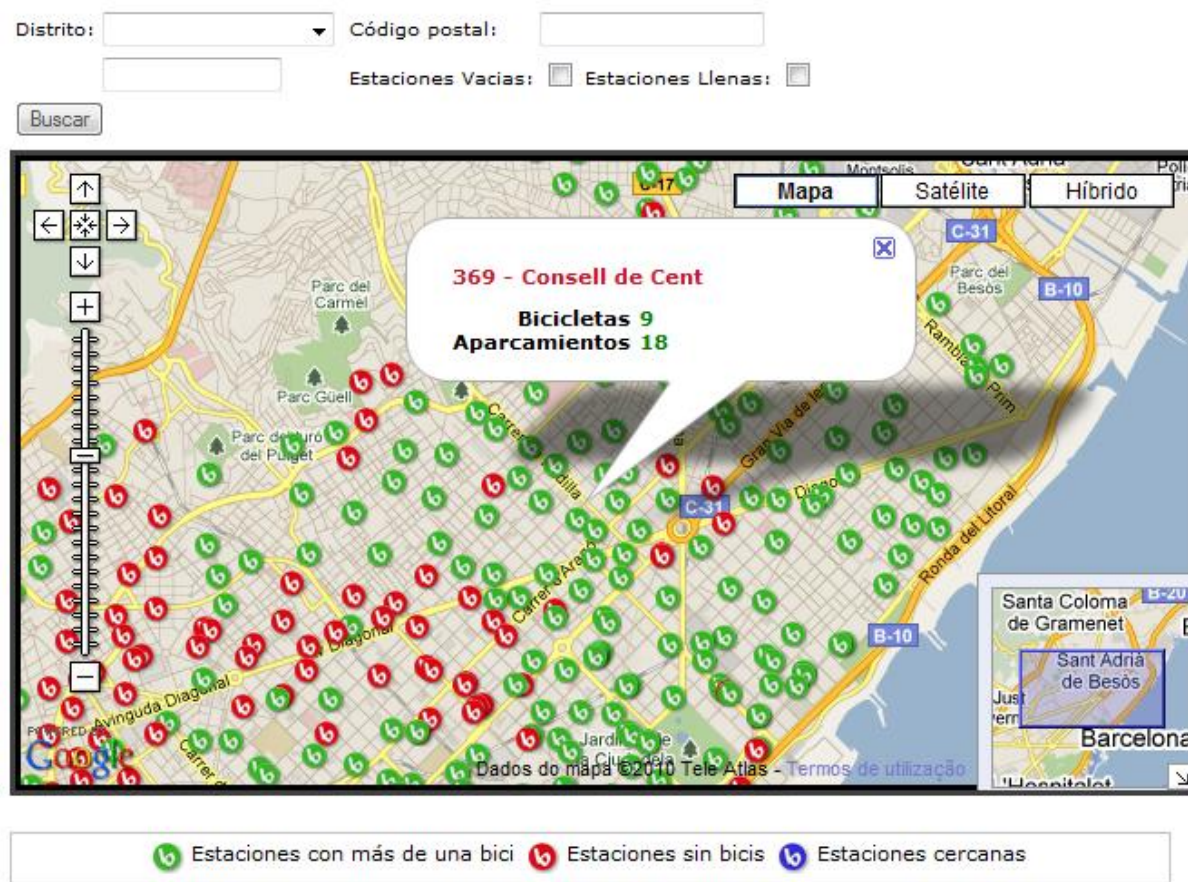


Figura 11 - Apresentação das estações no WebSite recorrendo ao Google Maps.

2.8.3 MyCycle

MyCycle é uma aplicação disponibilizada para iPhone que permite obter informação das estações e bicicletas de OYBike. Com esta aplicação é possível obter o número de bicicletas disponíveis e postos livres, calcular a distância e tempo estimado para qualquer estação tendo por base a localização actual. A localização do utilizador é representada num mapa, como as estações que se encontram ao seu redor, é possível indicar as estações favoritas e efectuar pesquisas de estações, com base no nome. As estações são representadas tendo em conta um esquema de tonalidades de vermelho que indicam desde estação vazia até à estação completa, as estações inactivas são representadas a cinzento. A Figura 12 mostra alguns *screenshots* da aplicação. A Figura 12 (a) mostra a localização actual do utilizador representada a azul e as estações a vermelho, a Figura 12 (b) demonstra uma pesquisa efectua por nome da estação e a Figura 12 (c) mostra a legenda para cada

tonalidade de vermelho, onde o preenchimento a vermelho forte indica que todas as bicicletas estão disponíveis não existindo postos livres para bicicletas e o círculo preenchido a branco indica que não existem bicicletas disponíveis e todos os postos para colocar bicicletas estão livres [27] [28].



Figura 12 – Screenshots da aplicação MyCicle: (a) Representação da localização do utilizador e das estações mais próximas; (b) Resultado da pesquisa com base no nome da estação; (c) Identificação do esquema das tonalidades de cor para representar o estado da estação.

2.9 Síntese

Relatou-se neste capítulo uma síntese de conhecimentos sobre alguns sistemas de aluguer de bicicletas, abordando o funcionamento de cada um. Analisou-se algumas das aplicações e funcionalidades que permitem ao utilizador aceder a informação de alguns dos sistemas.

Arquitectura Proposta

Foi constatado, no segundo capítulo, que existem diversas entidades que permitem a disponibilização de informação sobre os sistemas de aluguer de bicicletas. Neste capítulo serão descritos os passos na definição da arquitectura do sistema que permitirá disponibilizar informação sobre as bicicletas de Leiria.

3.1 Opções Tomadas

Para a definição da arquitectura para o sistema SBS (*Smart Bike System*), foi necessário estabelecer algumas decisões, que as apresento.

3.1.1 Inquérito

Para avaliar a potencialidade de automatizar o sistema de consulta da disponibilidade das bicicletas da Biclis, recorreu-se a inquéritos com a finalidade de obter dados que permitem analisar as principais necessidades, justificações ou implementações de estratégias.

Os inquéritos foram realizados de forma tradicional com a utilização do formulário em papel garantindo que o preenchimento seja rápido e simples. Foram efectuados no *Campus 2* do Instituto Politécnico de Leiria, a estudantes da comunidade académica, no início das actividades lectivas. Foram realizados 108 inquéritos.

A questão apresentada consistiu em saber as formas mais apropriadas para cada estudante de verificar a disponibilidade e efectuar a reserva de bicicletas, esta questão encontra-se representada na Tabela 4.

- Qual destas formas usaria para verificar a disponibilidade e efectuar a reserva de bicicletas nas estações Biclis (Assinale todas as que se verificarem)?

- SMS gratuito via telemóvel
- SMS a baixo custo via telemóvel
- Telemóvel com WiFi
- Acesso Web via computador fixo
- Quiosques multimédia urbanos
- Nenhuma das anteriores

Tabela 4 – Questão apresentada nos inquéritos aos estudantes do *Campus 2* do IPL.

Após o processo de organização dos dados obtidos através dos inquéritos, os dados foram tratados e concluiu-se que cerca de 50% dos inquiridos utilizaria o SMS gratuito para obter informações sobre a disponibilidade das bicicletas e para efectuar a reserva de bicicletas. Com 18% e 17% os inquiridos seleccionaram o acesso Web (*World Wide Web*) via computador e o uso dos quiosques multimédia urbanos respectivamente (Figura 13).

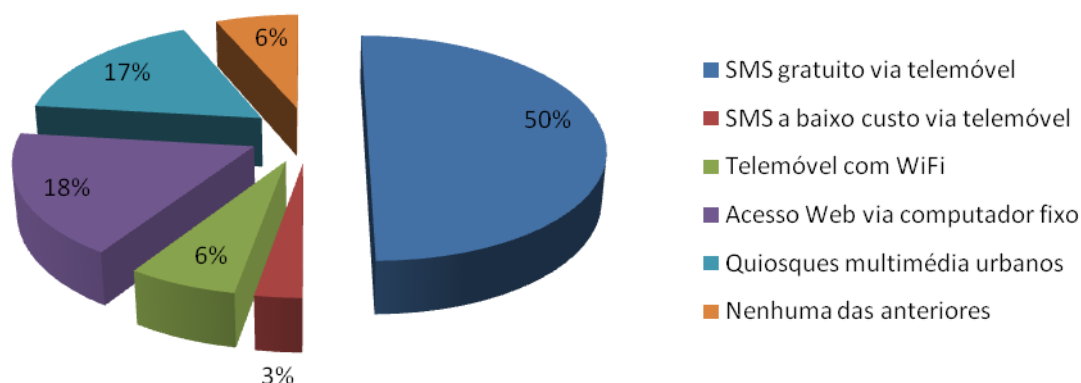


Figura 13 - Gráfico representativo dos resultados dos inquéritos.

Com o resultado do inquérito concluiu-se que o envio de mensagens escritas para disponibilizar informações sobre as Biclis seria uma opção a ter em conta.

O serviço de mensagens escritas pode ser usado por quase todos os modelos de dispositivos móveis existentes e a grande parte dos utilizadores tem conhecimentos e poder económico

para utilizá-lo, assim sendo é o serviço mais popular disponibilizado pelos dispositivos móveis e permite aos utilizadores trocar mensagens curtas entre si. A entrega das mensagens é feita quase em tempo real, tornando-se numa contrapartida aos programas de comunicação instantânea que usam a Internet. As mensagens enviadas não são descartadas, ou seja, mesmo que o dispositivo móvel se encontre desligado no momento da recepção, a mensagem fica guardada no Centro de Mensagens da Operadora e é entregue logo que o dispositivo móvel volte a ser ligado [29].

3.1.2 Visão Geral do Sistema

Um bom sistema de partilha de bicicletas terá de integrar factores de modo a que a sua utilização satisfaça as necessidades do utilizador de forma simples e eficiente levando a um melhoramento efectivo das condições de utilização.

Tal como constatado na secção anterior obter informações através do envio e recepção de mensagens escritas será um aspecto que terá a aprovação de muitos utilizadores da Biclis.

Tendo em conta a evolução da tecnologia e o acesso generalizado a redes WiFi, tornou-se cada vez mais comum o acesso à internet e a consulta de informações através de dispositivos móveis.

De forma a corresponder aos dois factores, concluiu-se que deveria ser efectuada:

- Uma aplicação que permita a recepção e envio de mensagens escritas, predefinidas, com a disponibilização de informações sobre as estações e respectivas bicicletas.
- Uma aplicação para dispositivos móveis que permita essencialmente a consulta de informação sobre as estações e respectivas bicicletas, a reserva de bicicletas e o registo de anomalias.

3.1.3 Plataformas de desenvolvimentos para dispositivos móveis

Com o uso cada vez maior de dispositivos móveis, o número de plataformas e ambientes de desenvolvimento cresceu proporcionalmente. Assim, nesta secção são apresentadas as

características de três plataformas de desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis: J2ME (*Java Platform, Micro Edition*), Android e iPhone.

O J2ME é uma plataforma para dispositivos pequenos e móveis com uma solução baseada em Java. O J2ME é dividido em duas categorias, conhecidas como configurações: *Connected Limited Device Configuration* (CLDC) e *Connect Device Configuration* (CDC).

O CLDC é utilizado para dispositivos mais limitados a nível de hardware. Uma plataforma típica de CLDC é um telemóvel ou um PDA (*Personal Digital Assistant*) com pouca memória, pouco poder de processamento e pouca capacidade gráfica. A Figura 14 representa dois dispositivos CLDC [30] [31].



Figura 14 – Exemplos de dispositivos CLDC: (a) Nokia 6280; (b) Nokia C3.

O CDC é dirigido para dispositivos com mais memória e com melhores processadores, logo pode ser encontrado em PDA's, *smartphones*, entre outros. A Figura 15 representa dois exemplos dispositivos CDC [30] [31].



(a)



(b)

Figura 15 – Exemplos de dispositivos CDC: (a) Sony Ericsson P990; (b) Nokia 9300i.

Segundo um estudo da IDC, empresa líder mundial na área de "*market intelligence*", serviços de consultoria e organização de eventos para os mercados das Tecnologias de Informação, Telecomunicações e Electrónica de Consumo, é estimado para 2010 que o mercado Português de telemóveis cresce 3%, sustentado pelo crescimento de 43% do segmento dos *smartphones*, que passará a representar 16% do total de unidades vendidas no mercado [32].

Actualmente a Apple e a Google têm plataformas que dominam o mercado dos *smartphones*, que correspondem ao iPhone e Android respectivamente. O iPhone é uma plataforma em que não é permitida a instalação de aplicações sem licenciamento prévio por parte da Apple. O Android é uma plataforma *open source* e usa bibliotecas desenvolvidas pela Google.

A AdMob, empresa mundial de publicidade em dispositivos móveis, realizou um estudo em relação à quota de tráfego dos Estados Unidos da América. Concluiu que no ano de 2010 as plataformas iPhone e Android são usadas mais frequentemente para acessos online do que as restantes plataformas. O iPhone teve uma queda significativa em contraste com o crescimento do Android, como demonstra a Figura 16 [33].

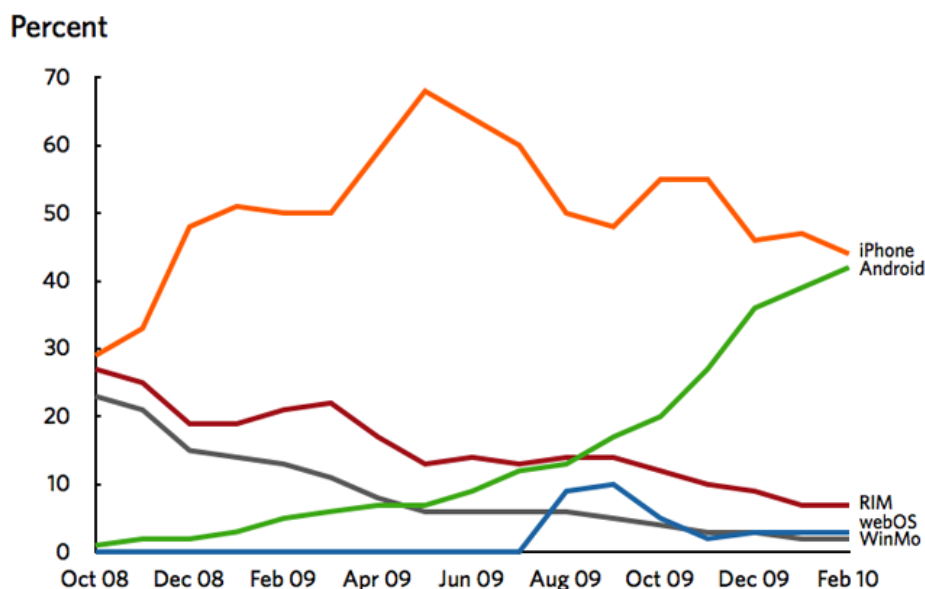


Figura 16 – Quota de tráfego nos Estados Unidos da América.

A AdMob realizou outro estudo, envolvendo 108 programadores, que permitiu avaliar a actividade de desenvolvimento em múltiplas plataformas. Constatou que 31% dos programadores estão actualmente a desenvolver para mais que uma plataforma móvel, 47% planeava desenvolver em mais do que uma plataforma. Mais de 70% dos programadores para iPhone tem planos de desenvolver para a plataforma Android e apenas 48% dos programadores Android planeiam desenvolver para iPhone.

À questão colocada “Qual das seguintes plataformas está actualmente a desenvolver ou tem planos para desenvolver nos próximos 6 meses?”, 68% dos programadores respondeu a plataforma Android, tal como demonstra a Figura 17 [34].

Constata-se um aumento no interesse em desenvolver para a plataforma Android.

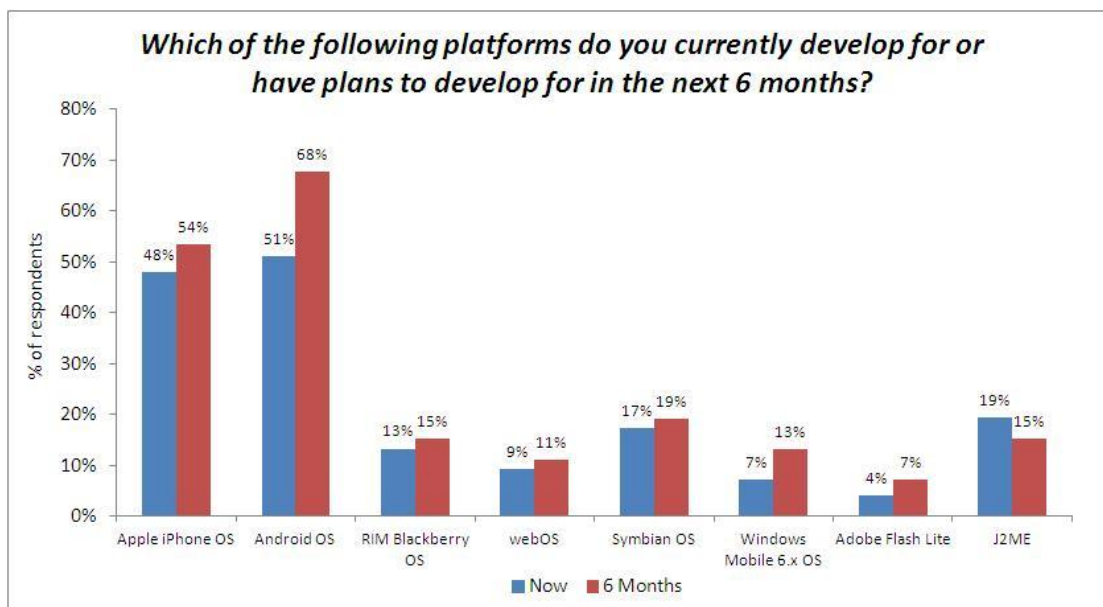


Figura 17 – Gráfico que demonstra o interesse por desenvolver para a plataforma Android.

Segundo a Gartner Group, uma empresa de consultoria e líder mundial na pesquisa de soluções tecnológicas, a venda de *smartphones* aumentou em 50,5% no segundo trimestre de 2010 em relação ao mesmo período em 2009. O Sistema Operativo Android ultrapassou o iPhone em termos de vendas globais. Neste momento, o Android é o terceiro sistema operativo mais vendido no mundo, subindo de 1,8% em 2009 para 17,2% em 2010, colocando em quarto lugar a Apple, com o sistema iOS (Figura 18). Este crescimento deve-se, segundo o relatório da Gartner, à maior compatibilidade do sistema operativo móvel, disponível numa maior variedade de dispositivos móveis [35].

Operating System	2Q10 Units	2Q10 Market Share (%)	2Q09 Units	2Q09 Market Share (%)
Symbian	25,386.8	41.2	20,880.8	51.0
Research In Motion	11,228.8	18.2	7,782.2	19.0
Android	10,606.1	17.2	755.9	1.8
iOS	8,743.0	14.2	5,325.0	13.0
Microsoft Windows Mobile	3,096.4	5.0	3,829.7	9.3
Linux	1,503.1	2.4	1,901.1	4.6
Other OSs	1,084.8	1.8	497.1	1.2
Total	61,649.1	100.0	100,971.8	100.0

Figura 18 – Comparação dos sistemas operativos em termos de vendas globais.

Face ao crescente acesso online usando o Android, o aumento no interesse por desenvolver para a plataforma Android e o aumento da quota de mercado para dispositivos com sistema operativo Android, optou-se pela plataforma Android para desenvolver a aplicação que disponibilizará informações sobre a Biclis.

3.1.4 Obtenção de Informação

Optou-se pelo uso de *Web Services* para a recepção e disponibilização de informação existente no SBS, sistema que gere as estações automáticas das bicicletas de Leiria.

Com o uso de *Web Services* é mais fácil integrar ambas as aplicações a desenvolver, pois poderá existir funcionalidades idênticas sendo só necessário desenvolver um método que servirá ambas as aplicações.

A informação a disponibilizar à aplicação será obtida usando o *Web Service* desenvolvido pelo consórcio Smart Mobility Systems.

3.2 Requisitos funcionais, não funcionais e de Desenvolvimento

Os requisitos são funcionalidades que o sistema deverá realizar e são frequentemente classificados como funcionais, não funcionais e de desenvolvimento [36].

Os requisitos funcionais são descrições das funcionalidades e comportamentos do sistema em determinadas situações. Enquanto os requisitos não funcionais são restrições do sistema, entre eles destacam-se restrições de tempo. Relativamente aos requisitos de desenvolvimento, são requisitos que impõem restrições ao processo de desenvolvimento [37].

Para identificar adequadamente todos os requisitos, foram realizadas reuniões com o consórcio Smart Mobility System. Na Tabela 5 estão representados os requisitos referente ao sistema que permite o envio e recepção de mensagens escritas, este sistema foi designado de SMSServer. Na Tabela 6 estão representados os requisitos referentes à aplicação móvel, designada de SBSBiclis.

Em ambas as tabelas são apresentados os requisitos funcionais (F), não funcionais (NF) e de desenvolvimento (D). Foi também definido a prioridade para cada requisito funcional, onde 1 representa a prioridade mais elevada.

SMSServer			
Nº	Requisito	Tipo	Prioridade
1	A Empresa Smart Mobility System deverá disponibilizar os <i>Web Services</i> com informação sobre a disponibilidade das bicicletas.	D	-
2	O utilizador deverá ser capaz de enviar uma mensagem de texto para saber a disponibilidade das bicicletas.	F	1
3	A mensagem de texto deverá ter um formato específico.	NF	-
4	O utilizador deverá ser capaz de identificar a estação sobre a qual pretende receber informação.	NF	-
5	O sistema deverá ser capaz de ler e interpretar a mensagem recebida.	F	1
6	O sistema deverá ser capaz de obter informação sobre a disponibilidade das bicicletas.	F	1
7	O sistema deverá ser capaz de construir uma mensagem de texto de acordo com a informação obtida e enviá-la para o utilizador.	F	1
8	O sistema deverá ser capaz de eliminar as mensagens já processadas.	F	1

Tabela 5 – Requisitos relativos à disponibilização de informação através do envio de SMS.

SBSBiclis			
Nº	Requisito	Tipo	Prioridade
1	A Empresa Smart Mobility System deverá disponibilizar os <i>Web Services</i> com informação a apresentar na aplicação.	D	-
2	A aplicação a desenvolver será realizada para o Sistema Operativo Android.	D	-
3	O utilizador deverá ter o máximo de controlo possível sobre as suas configurações de visibilidade.	NF	-
4	A aplicação deverá permitir obter informação da disponibilidade das bicicletas através do envio de uma SMS.	F	3

5	O utilizador deverá ser capaz de identificar a estação sobre a qual pretende receber informação.	NF	-
6	A aplicação deverá permitir a escolha da estação sobre a qual se pretende obter a disponibilidade das bicicletas, via SMS.	F	3
7	O sistema deverá criar e enviar uma mensagem de texto com um formato específico.	F	3
8	A aplicação deverá permitir visualizar as estações existentes num mapa.	F	2
9	A aplicação deverá permitir disponibilizar informação sobre a disponibilidade das bicicletas.	F	2
10	O sistema deverá obter a informação a dispor no mapa, usando uma ligação à internet.	F	2
11	A aplicação deverá permitir reportar anomalias.	F	7
12	A aplicação deverá apresentar as anomalias existentes.	F	7
13	A aplicação deverá permitir realizar uma reserva de uma bicicleta.	F	5
14	A aplicação deverá apresentar as estações onde o utilizador poderá efectuar a reserva de uma bicicleta.	F	5
15	Para aceder à reserva e registo de avarias disponibilizadas pela aplicação, o utilizador deverá efectuar a autenticação na aplicação.	F	4
16	O utilizador deverá conhecer o seu login e <i>password</i> .	NF	-
17	A aplicação deverá verificar se os dados de autenticação do utilizador estão correctos.	F	4
18	A aplicação deverá permitir efectuar o término de sessão.	F	6
19	A aplicação deverá obter nova <i>password</i> .	F	6
20	A aplicação deve mostrar a localização actual do utilizador	F	8
21	A aplicação deve desenhar o trajecto entre o utilizador até à estação mais próxima.	F	8
22	A aplicação deverá mostrar relatórios de actividades do utilizador, como número de horas de utilização, estação mais utilizada, etc.	F	9

Tabela 6 - Requisitos relativos à disponibilização de informação através da aplicação móvel.

3.3 Casos de uso

Os casos de uso descrevem as interações que um ou mais actores realizam no sistema de forma a obter um resultado. O modelo de casos de uso permite capturar os requisitos de um sistema através do detalhe de todos os cenários que os utilizadores podem realizar. Os casos de uso, mais que iniciar a modelação de requisitos de um sistema, podem conduzir todo o processo de desenvolvimento [36].

O diagrama de casos de uso, apresentado na Figura 19, é representado por elementos que se encontram descritos na Tabela 7 [21].




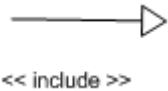
Símbolo	Descrição da representação de cada símbolo
	O caso de uso representa uma sequência de eventos executado pelo sistema.
	O actor representa o utilizador que interage com o sistema, é aquele que realiza ou participa num caso de uso. O actor que desencadeia o caso de uso é designado de activo, o que participa no caso de uso é denominado de passivo.
	A associação representa a participação do actor no caso de uso.
	A inclusão significa que o caso de uso base incorpora o comportamento do outro caso de uso relacionado.

Tabela 7 – Descrição dos elementos presentes no diagrama de casos de uso.

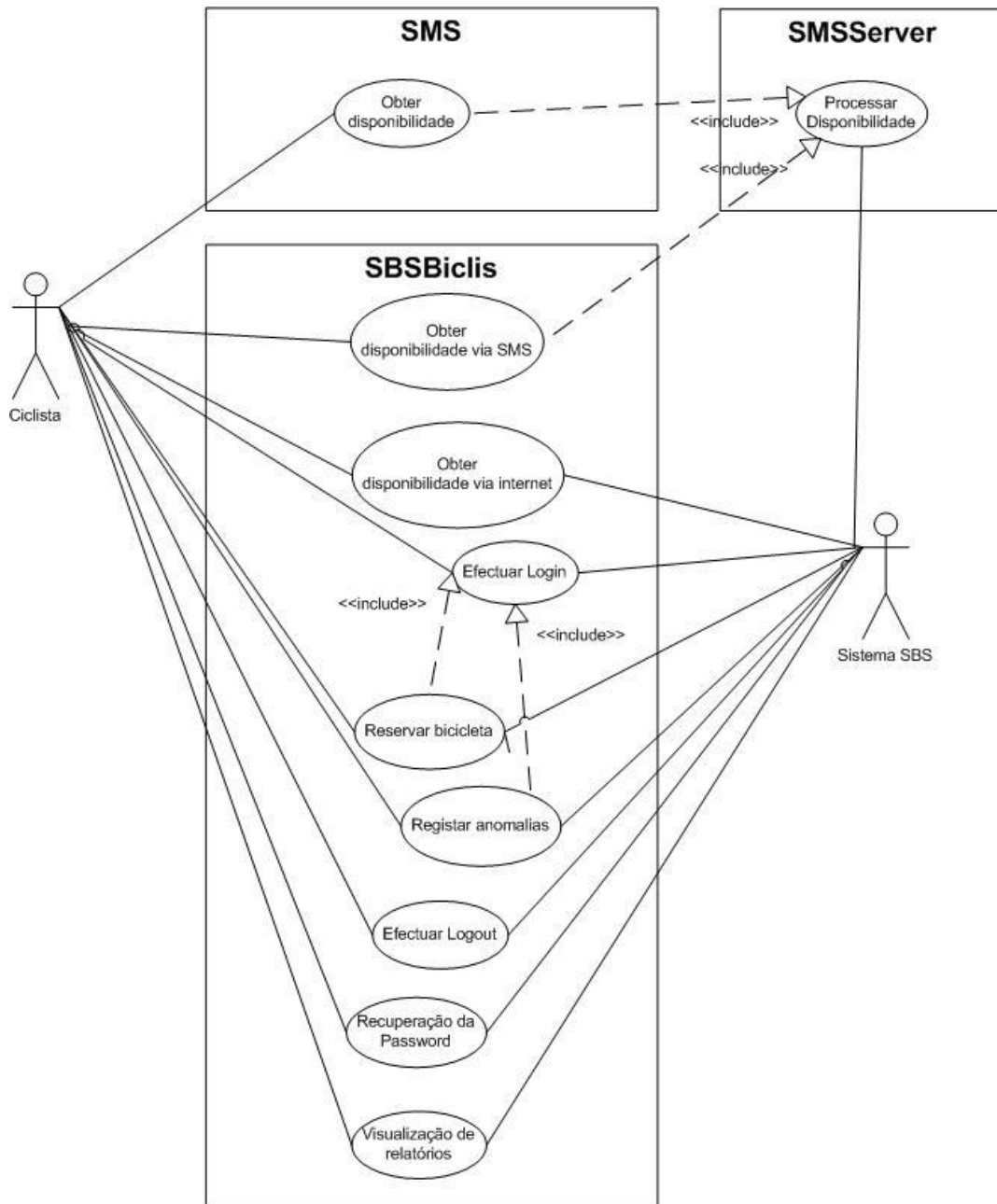


Figura 19 – Diagrama de casos de uso.

No diagrama de casos de uso estão representados 2 actores. O actor “Ciclista” representa o papel que um utilizador desempenha relativamente ao sistema e o actor “Sistema SBS” corresponde a tarefas desempenhadas pelo Web Service.

De seguida são representados as descrições para cada caso de uso.

3.3.1 Obter disponibilidade

Nome:	Consultar disponibilidade por envio de SMS normal
Actores:	Ciclista
Caminho principal:	<ol style="list-style-type: none">1. O ciclista escreve a mensagem com formato pré-definido.2. O ciclista envia a mensagem de texto para o número que permite receber informação sobre a disponibilidade das bicicletas.3. Incluir “Processar disponibilidade”
Caminho alternativo:	<ol style="list-style-type: none">2. O ciclista cancela o envio da mensagem escrita.<ol style="list-style-type: none">a) O processo de envio da mensagem escrita termina.

3.3.2 Obter disponibilidade via SMS

Nome:	Consultar disponibilidade via SMS através da aplicação móvel.
Actores:	Ciclista
Caminho principal:	<ol style="list-style-type: none">1. O ciclista clica na opção para obter a disponibilidade via SMS.2. O sistema obtém as estações.3. O sistema apresenta ao ciclista as estações existentes.4. O ciclista selecciona a estação que pretende obter o número de bicicletas disponíveis.5. O sistema gera uma mensagem de texto e envia-a para o número que permite obter o número de bicicletas disponíveis.6. O utilizador recebe uma mensagem de texto com a indicação do número de bicicletas disponíveis na estação indicada.7. Incluir “Processar disponibilidade”
Caminho alternativo:	<ol style="list-style-type: none">4. O utilizador cancela o envio da mensagem de texto.<ol style="list-style-type: none">b) O sistema apresenta o ecrã principal.

3.3.3 Processar disponibilidade

Nome:	Processar a disponibilidade por envio de SMS normal
Actores:	Ciclista
Caminho	<ol style="list-style-type: none">1. O sistema recebe a mensagem de texto enviada pelo ciclista.2. O sistema obtém o número de telemóvel do remetente e a mensagem

principal:	<p>de texto.</p> <p>3. O sistema verifica o formato da mensagem.</p> <p>4. O sistema obtém a disponibilidade das bicicletas.</p> <p>5. O sistema constrói a mensagem com a disponibilidade das bicicletas e envia-a para o ciclista.</p> <p>6. A mensagem de texto proveniente do ciclista é eliminada.</p>
Caminho alternativo:	<p>3. O ciclista não formatou correctamente a mensagem de texto.</p> <p>a) O sistema não obtém a disponibilidade das bicicletas.</p> <p>b) O sistema elimina a mensagem de texto.</p> <p>4. O sistema não consegue obter a disponibilidade das bicicletas.</p> <p>a) O sistema envia uma mensagem de texto ao ciclista “De momento não é possível indicar a disponibilidade das bicicletas”.</p>

3.3.4 Efectuar Login

Nome:	Autenticação do utilizador na aplicação.
Actores:	Ciclista
Caminho principal:	<p>1. O ciclista introduz o <i>login</i> e <i>password</i> nos campos respectivos.</p> <p>2. O ciclista selecciona a opção ok, para submeter os dados.</p> <p>3. O sistema verifica os dados introduzidos.</p> <p>4. O sistema apresenta uma mensagem de sucesso.</p> <p>5. O sistema retorna à página anterior.</p>
Caminho alternativo:	<p>2. O ciclista não introduziu correctamente o <i>login</i> ou <i>password</i>.</p> <p>a) O sistema apresenta uma mensagem de erro “Deve preencher os campos <i>login</i> e <i>password</i>”.</p> <p>3. Os dados introduzidos não estão correctos.</p> <p>a) O sistema apresenta uma mensagem de erro “Os dados introduzidos não estão correctos”.</p> <p>b) O sistema retorna à página inicial.</p>

3.3.5 Obter disponibilidade via Internet

Nome:	Consultar disponibilidade via Internet.
Actores:	Ciclista
Caminho principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. O ciclista clica na opção para obter a disponibilidade via internet. 2. O sistema obtém a localização e disponibilidade das bicicletas em cada estação. 3. O sistema gera um mapa com a localização das estações e indica, para cada estação, o número de bicicletas disponíveis. 4. O sistema obtém a localização do ciclista. 5. O sistema identifica no mapa a localização do ciclista. 6. O sistema calcula qual a estação mais próxima. 7. O sistema desenha o trajecto até à estação mais próxima.
Caminho alternativo:	<ol style="list-style-type: none"> 2. O sistema não consegue obter a disponibilidade das bicicletas. <ol style="list-style-type: none"> a) O sistema apresenta uma mensagem de erro “Não foi possível obter a disponibilidade das bicicletas”. 3. O sistema não consegue obter a localização do ciclista. <ol style="list-style-type: none"> a) O sistema não calcula nem apresenta o trajecto até à estação mais próxima.

3.3.6 Reservar bicicleta

Nome:	Efectuar a reserva de uma bicicleta
Actores:	Ciclista
Caminho principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. O ciclista clica na opção para realizar a reserva de uma bicicleta. 2. Incluir caso de uso “Efectuar Login”. 3. O sistema obtém as estações. 4. O sistema apresenta as estações onde poderá fazer a reserva. 5. O utilizador escolhe a estação e clica em ok. 6. O sistema regista a reserva. 7. O sistema apresenta uma mensagem de sucesso. 8. O sistema retorna ao ecrã principal.
Caminho	5. O utilizador clica em cancelar.

alternativo:	<p>a) O sistema retorna ao ecrã principal.</p> <p>6. Não existe disponibilidade para realizar a reserva.</p> <p>a) O sistema apresenta uma mensagem de erro “De momento não é possível efectuar a reserva de uma bicicleta”.</p> <p>6. Não consegue registar a reserva de uma bicicleta</p> <p>a) O sistema apresenta uma mensagem de erro “Não foi possível realizar a reserva da bicicleta”</p>
--------------	---

3.3.7 Registrar anomalias

Nome:	Registrar Anomalias sobre o sistema SBS.
Actores:	Ciclista
Caminho principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. O ciclista clica na opção para registar uma anomalia. 2. Incluir o caso de uso “Efectuar Login”. 3. O sistema obtém as anomalias. 4. O sistema apresenta uma listagem das possíveis anomalias. 5. O ciclista indica a anomalia e clica na opção para concluir o registo. 6. O sistema regista a anomalia. 7. O sistema gera uma mensagem a indicar o sucesso do registo. 8. O sistema retorna ao menu principal.
Caminho alternativo:	<ol style="list-style-type: none"> 5. O utilizador clica na opção para cancelar o registo da anomalia. <ol style="list-style-type: none"> a) O sistema volta ao ecrã principal. 6. O sistema não consegue registar a anomalia. <ol style="list-style-type: none"> a) O sistema apresenta uma mensagem de erro “Não foi possível registar a anomalia”.

3.3.8 Efectuar logout

Nome:	Efectuar o logout da aplicação
Actores:	Ciclista
Caminho principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. O ciclista clica na opção que permite realizar o <i>logout</i>. 2. O sistema elimina os dados guardados sobre o login e <i>password</i>.
Caminho	Nada a assinalar.

alternativo:	
--------------	--

3.3.9 Nova Password

Nome:	Obter nova <i>password</i> .
Actores:	Ciclista
Caminho principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. O ciclista clica na opção que permite obter nova <i>password</i>. 2. O ciclista introduz o login e clica em ok. 3. O sistema regista que o ciclista pretende obter nova <i>password</i>. 4. O sistema indica o sucesso da operação. 5. O sistema retorna à página principal.
Caminho alternativo:	<ol style="list-style-type: none"> 2. O ciclista cancela a recuperação da <i>password</i>. <ol style="list-style-type: none"> a) O sistema retorna à página inicial. 3. O sistema não conseguiu registar o pedido. <ol style="list-style-type: none"> b) O sistema mostra uma mensagem de erro ao utilizador.

3.3.10 Visualizar relatórios

Nome:	Visualizar relatórios
Actores:	Ciclista
Sequência típica dos eventos:	<ol style="list-style-type: none"> 1. O ciclista clica na opção para visualizar os relatórios. 2. O sistema obtém os relatórios. 3. O sistema apresenta os dados do relatório ao utilizador.
Sequências alternativas:	<ol style="list-style-type: none"> 3. O sistema não consegue obter os dados do relatório <ol style="list-style-type: none"> a) O sistema apresenta uma mensagem de erro “Não foi possível obter dados do relatório”. b) O sistema retorna ao ecrã principal.

3.4 Diagrama de actividades

Os diagramas de actividades são utilizados para descrever o comportamento de um sistema, especificando a sequência de operações e decisões que permitem determinar como e quando as actividades são realizadas [36].

Os diagramas de actividades são representados por elementos que estão descritos na Tabela 8, estando apenas representados os símbolos usados na realização dos diagramas de actividades.







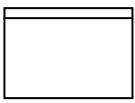

Símbolo	Descrição da representação de cada símbolo
	Indica o ponto de início do diagrama.
	A actividade é um passo de um processo onde é executada uma determinada acção
	A transição representa a passagem de uma actividade origem para uma actividade destino.
	O ponto de decisão é um estado de passagem onde são testadas condições, é desencadeada por uma transição e tem pelo menos duas transições de saída.
	Os pontos de bifurcação representam actividades que ocorrem em simultâneo, só tem uma transição de entrada e pelo menos duas de saída.
	Os pontos de junção representam a transição de duas ou mais transições de entrada numa única transição de saída. A primeira transição a terminar espera pelas restantes.
	As faixas de responsabilidade representam o objecto responsável pelas actividades pertencentes.
	Indica o ponto de término do diagrama.

Tabela 8 - Descrição dos elementos presentes nos diagramas de actividades.

De seguida são apresentados os diagramas de actividades.

3.4.1 Disponibilidade

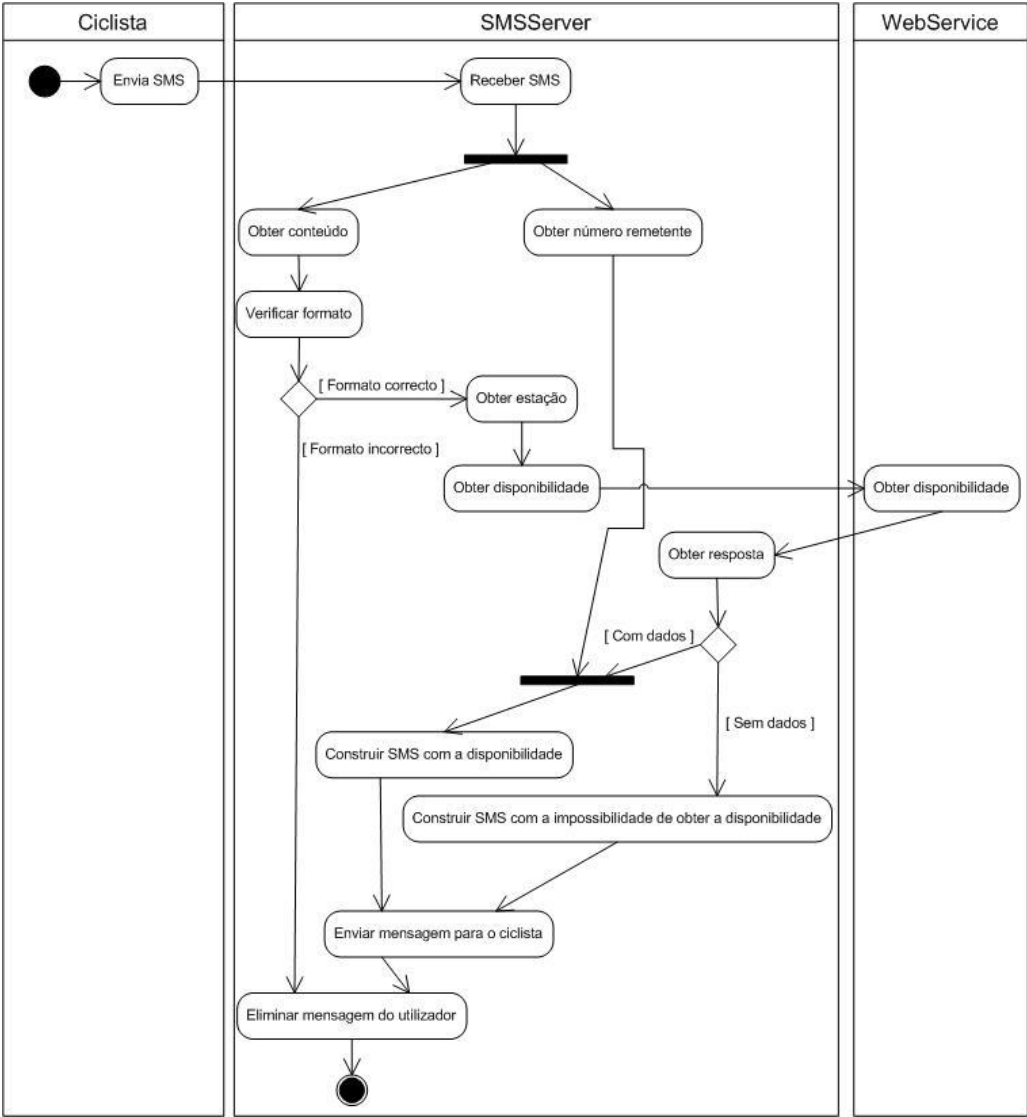


Figura 20 – Diagrama de actividade: Disponibilidade.

3.4.2 Login

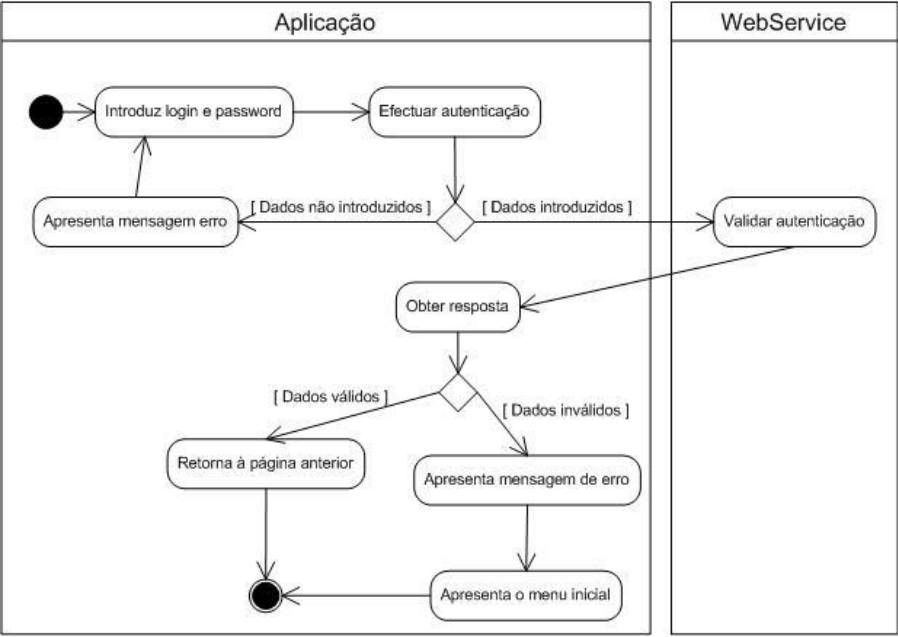


Figura 21 –Diagrama de actividade: Login.

3.4.3 Disponibilidade via SMS

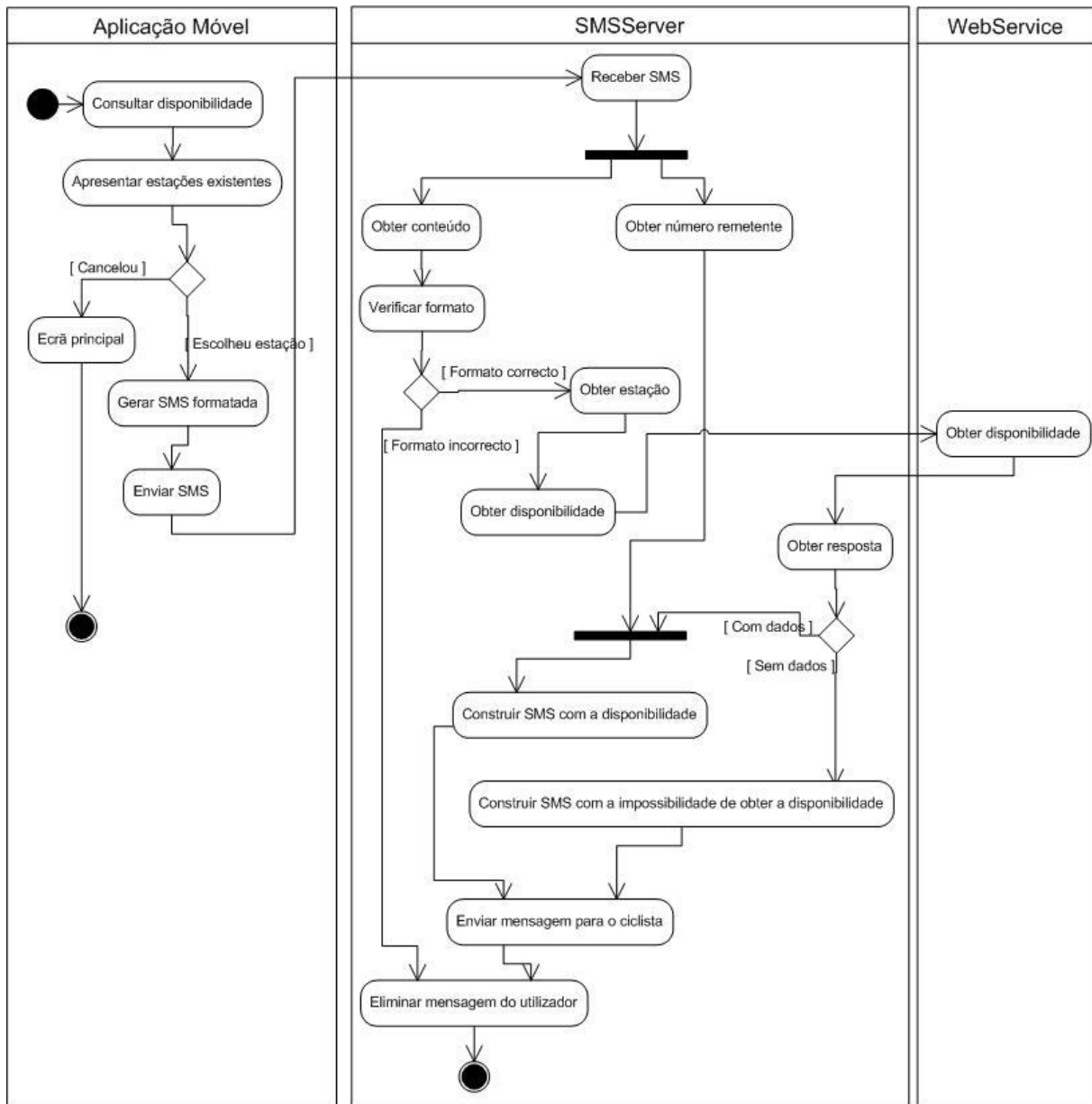


Figura 22 – Diagrama de actividade: Disponibilidade via SMS.

3.4.4 Disponibilidade via Internet

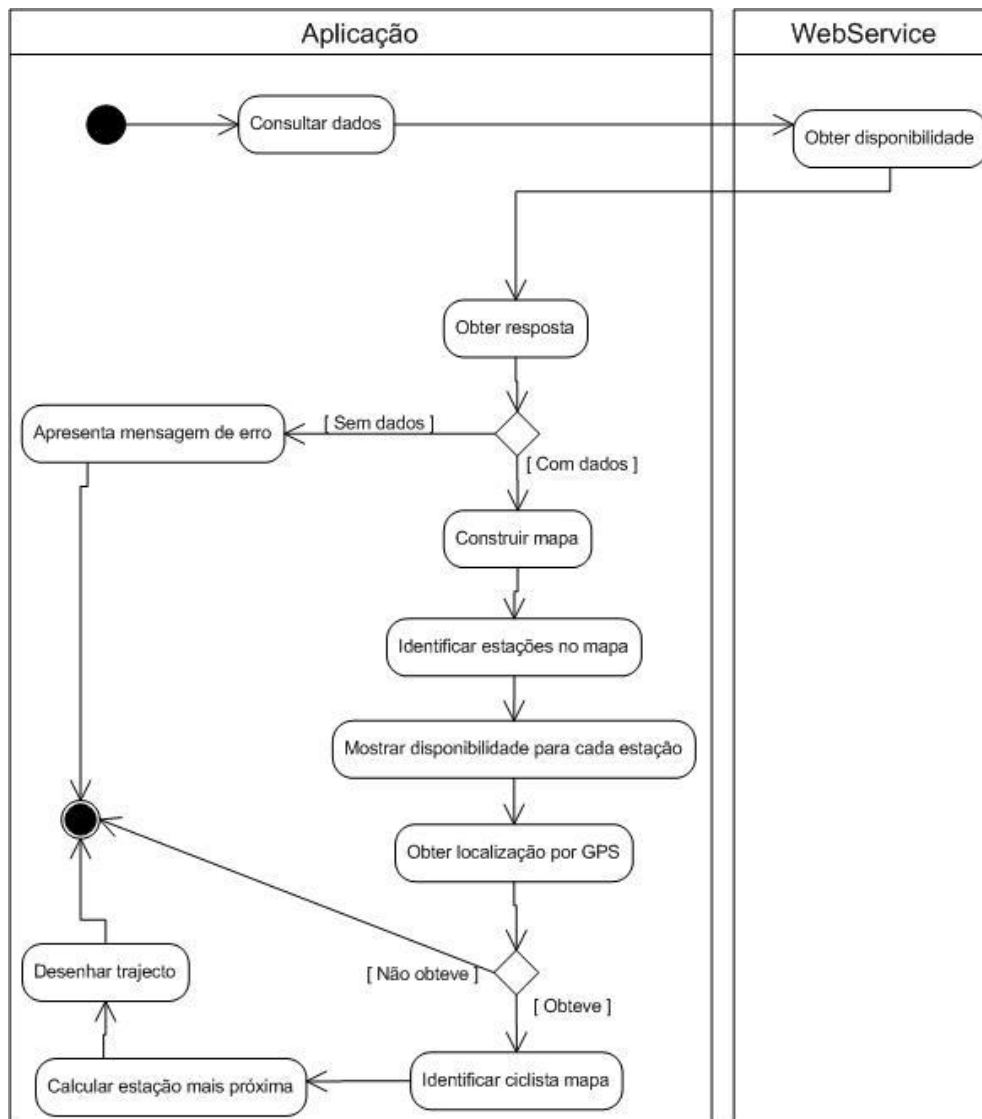


Figura 23 – Diagrama de actividade: Disponibilidade via Internet.

3.4.5 Reservar

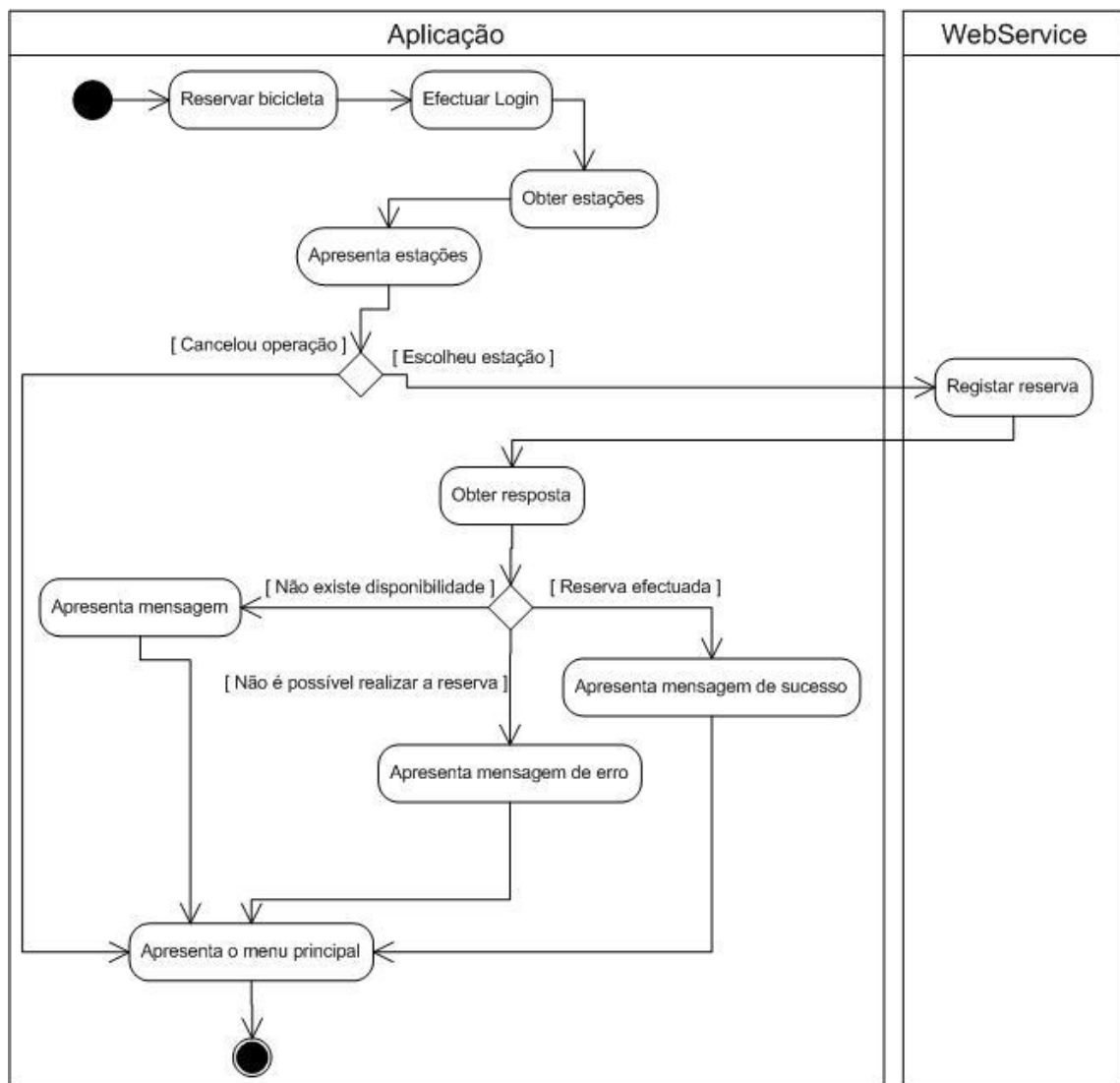


Figura 24 – Diagrama de actividade: Reservar.

3.4.6 Anomalias

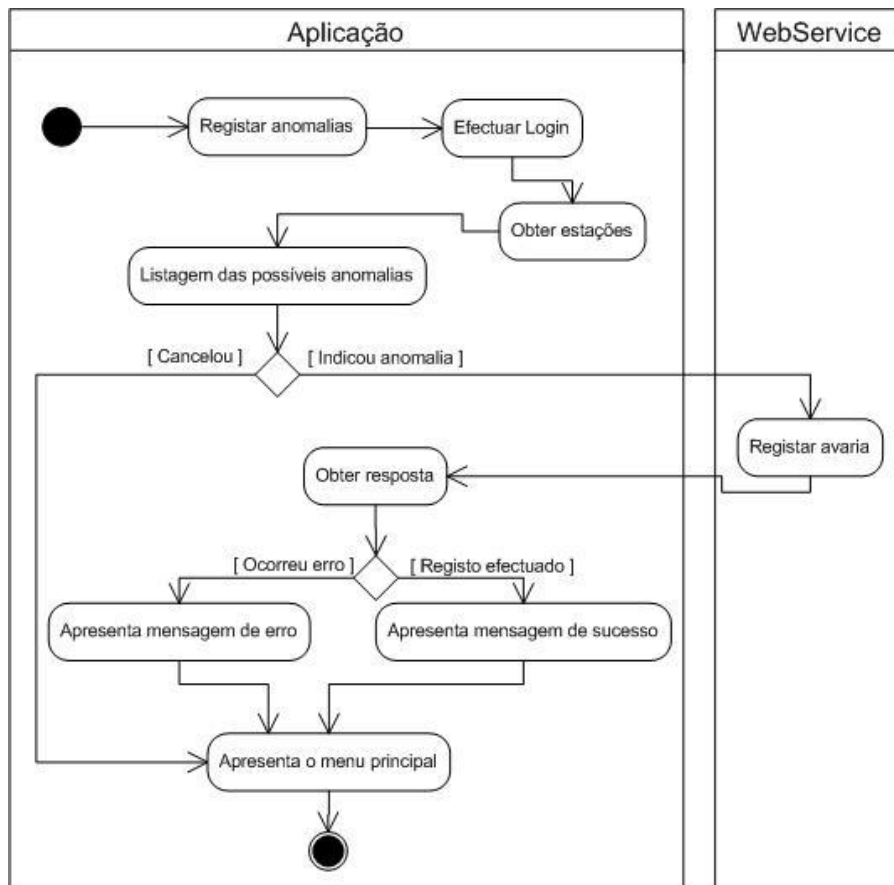


Figura 25 – Diagrama de actividades: Anomalias.

3.4.7 Logout

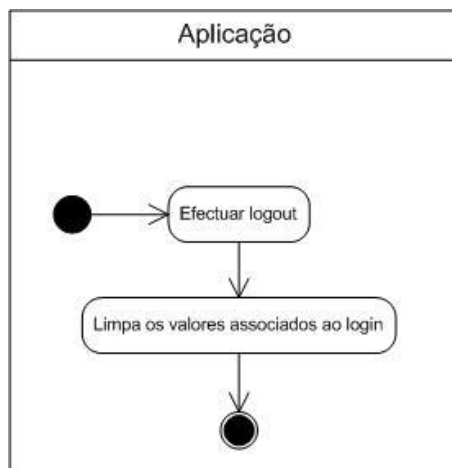


Figura 26 – Diagrama de actividades: Logout.

3.4.8 Visualizar relatórios

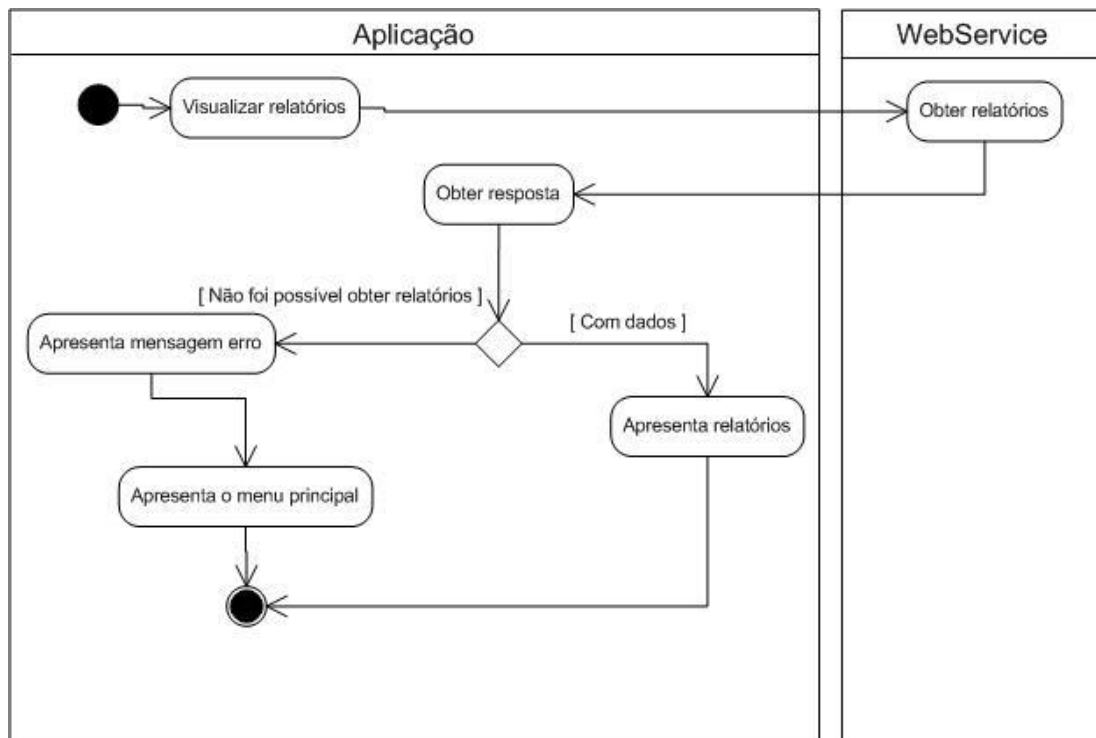


Figura 27 - Diagrama de actividade: Visualizar relatórios.

3.5 Desenho da arquitectura

O desenho da arquitectura permite compreender os componentes principais do sistema, os relacionamentos entre si e a comunicação com o ambiente [38]. O desenho da arquitectura teve por base o padrão de arquitectura de software Model-View-Controller, onde o modelo (*Model*) representa os dados da aplicação fornecidos ao controlador. O controlador interpreta pedidos e obtém os dados dos objectos do modelo, e a visualização (*View*) mostra a informação obtida do controlador (*Controller*).

A arquitectura proposta, representada na Figura 28, é constituída por uma aplicação Móvel (SBSBiclis), um servidor SMS (SMSServer) que permite receber e enviar mensagens escritas e por um *Web Service* (*Web Service* SBS) que disponibiliza toda a informação necessária à aplicação móvel e ao servidor de SMS.

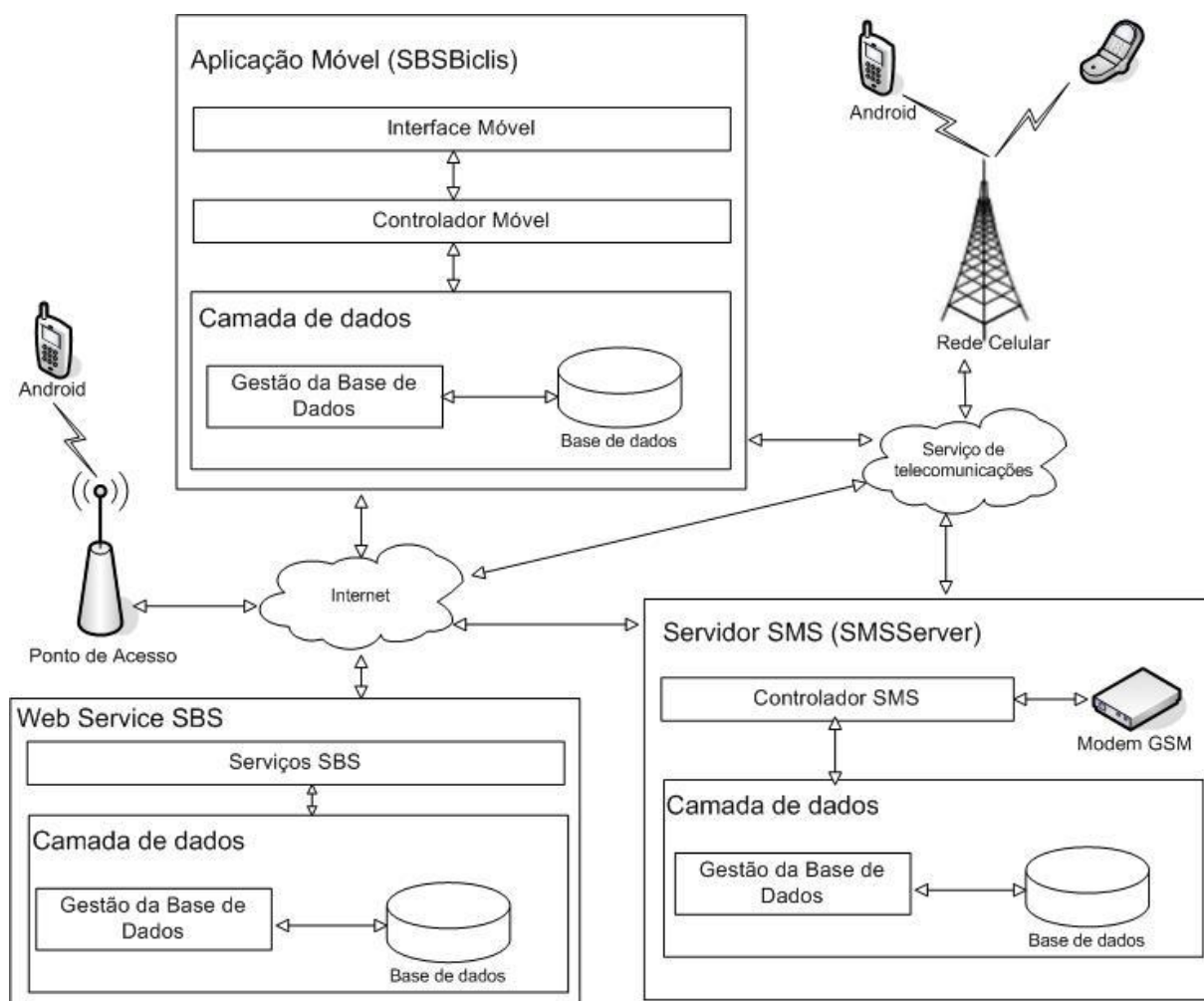


Figura 28 - Desenho da arquitectura.

A aplicação móvel tem o objectivo de disponibilizar informações sobre as bicicletas e estações automáticas a dispositivos *Android*. Para o acesso a algumas funcionalidades o dispositivo *Android* terá de ter acesso à internet. A camada de dados da aplicação móvel irá armazenar informações sobre as anomalias e estações existentes de forma a disponibilizar essa informação ao controlador móvel, permitindo evitar acessos desnecessários ao *Web Service*. O controlador móvel é responsável por invocar métodos do *Web Service* e armazenar os dados de autenticação, de modo, a que o utilizador não necessite introduzir os seus dados sempre que seja efectuado um pedido a um método que necessita de autenticação. O controlador permite ainda o envio automático de mensagens escritas. A interface móvel é responsável pela disponibilização da informação ao utilizador, apresentando as informações recebidas no ecrã.

O *SMSServer* permite receber e enviar mensagens escritas. O controlador é responsável por

obter as mensagens do modem GSM (*Global System For Mobile Communication*), validar as mensagens, obter dados do *Web Service*, criar mensagens de resposta e enviá-las para o utilizador. A camada de dados permite armazenar todas as mensagens recebidas e enviadas.

O Web Service SBS permite a aquisição, manutenção e disponibilização de toda a informação das bicicletas e sistemas inerentes. Os Serviços SBS permitem disponibilizar informações à aplicação móvel e ao servidor de SMS. A camada de dados permite armazenar de forma permanente todos os dados relativos às estações automáticas e às bicicletas.

3.6 Cenário de utilização

Para melhor compreender o funcionamento de todo o sistema e de modo a facilitar a implementação dos processos necessários, segue-se um breve cenário de utilização de algumas funcionalidades do sistema.

O utilizador ao enviar uma mensagem de texto do seu telemóvel, a mensagem é enviada para a operadora móvel que a reencaminha para o número indicado, neste caso o modem GSM. O controlador de SMS obtém a mensagem do Modem GSM, retira todos os dados necessários como número do remetente e os dados sobre a estação. O Controlador SMS acede via Web ao Web Service SBS que recebe, processa, obtém dados da camada de dados e responde ao pedido.

O utilizador através da aplicação móvel pretende visualizar os dados da estação através de uma mensagem escrita. O processo decorre da mesma forma que descrito no parágrafo anterior, ou seja, a mensagem é enviada para a operadora que a reencaminha para o número que permite obter a disponibilidade das bicicletas, o controlador obtém a mensagem e recorre ao Web Service SBS para saber a disponibilidade numa determinada estação.

Para a maioria das opções disponibilizadas pela aplicação móvel, é necessário o acesso à internet para obter dados através do Web Service SBS. Este acesso pode ser feito de duas formas, WIFI ou 3G. Quando o utilizador clica numa opção, o controlador móvel efectua um pedido ao Web Service SBS que recebe, processa, obtém dados da camada de dados e fornece a resposta de forma a ser apresentada na interface móvel.

3.7 Síntese

Neste capítulo foi apresentada a visão geral do sistema que consiste no desenvolvimento de duas aplicações, uma para receber e enviar mensagens e outra para ser usada através do dispositivo móvel.

Com o crescente interesse por parte dos programadores para desenvolver para a plataforma Android e com o aumento da quota de mercado para estes dispositivos, foi concluído que a aplicação móvel deveria ser desenvolvida para a plataforma Android.

Para identificar as funcionalidades a implementar, o comportamento e o relacionamento entre os componentes do sistema foram descritos ao longo do capítulo os requisitos, os casos de uso, os diagramas de actividades e a arquitectura.

Implementação

Este capítulo descreve todo o processo de implementação da aplicação SBSBiclis e do SMSServer que permite receber e enviar mensagens escritas.

4.1 Processo de implementação na plataforma Android

As aplicações para a plataforma Android são desenvolvidas na linguagem de programação Java e são interpretadas pela Dalvik, uma máquina virtual otimizada para uso em dispositivos com restrições de recursos, com pouca capacidade computacional, baixa capacidade de armazenamento e baterias com baixo nível de energia, melhorando o desempenho de uma aplicação em tempo de execução [39].

Para a implementação da aplicação para Android, foi escolhido o Eclipse, um IDE (*Integrated Development Environment*) *open source* muito utilizado em todo mundo. A versão utilizada foi a 3.6.0.

Para possibilitar o desenvolvimento no Eclipse para a plataforma Android é necessário configurar o ambiente de desenvolvimento. A plataforma de desenvolvimento escolhida foi a versão 2.2, versão lançada em Maio de 2010, que se encontra disponível através da instalação do SDK (*System Development Kit*) do Android e do ADT (*Android Developer Tools*). O AVD (*Android Virtual Devices*) possibilita a configuração do emulador, a *skin* escolhida foi a apresentada por defeito, a HVGA (*Half-size VGA*). Para usar o Google Maps na aplicação foi necessário gerar uma chave API (*Application Programming Interface*) através de um MD5 (*Message-Digest algorithm 5*) *certificate fingerprint*. A instalação dos componentes referidos anteriormente encontra-se descrita no Anexo A.

4.2 Desenvolvimento de uma aplicação Android

Para o desenvolvimento de uma aplicação Android, podem ser usados quatro blocos principais, *Activity*, *Intent Receiver*, *Service* ou *Content Provider*. Todos os componentes usados, as capacidades e requerimentos da aplicação devem estar listados num ficheiro chamado *AndroidManifest.xml*.

O bloco mais utilizado para a construção de aplicações Android é a *Activity*, que é um ecrã que permite mostrar a interface ao utilizador. Cada *Activity* é implementada como uma classe que estende da classe *Activity*, e que poderá responder a eventos, como cliques do botão.

As aplicações são geralmente constituídas por diversos ecrãs. Quando é necessário efectuar a transição de um ecrã para outro é utilizada a classe *Intent*, onde se indica o que se pretende realizar. Em alguns casos, uma *Activity* pode devolver um valor para a *Activity* anterior, por exemplo, uma *Activity* que dá a escolher uma entre duas opções, ao seleccionar uma das duas opções, a *Activity* pode devolver um determinado valor à *Activity* anterior de forma a, que esta opere de acordo com a opção seleccionada.

O *Intent Receiver* permite executar uma determinada acção quando um acontecimento externo à aplicação acontece, como por exemplo quando recebe uma chamada telefónica. Um *Service* permite executar uma determinada acção em *background* e o *Content Provider* possibilita a partilha de dados com outras aplicações.

Para a integração de mapas do Google Maps no Android é necessário o uso de alguns componentes. O componente *MapView* permite a representação de mapas. O componente *MapActivity* é um tipo de *Activity* no entanto é estritamente utilizado para visualizar os componentes *MapViews*. O componente *MapController* é utilizado para permitir movimentar e trabalhar com níveis de *zoom* do *MapView* e a classe *Overlay* permite que os componentes *MapView* sejam sobrepostos por imagens, textos, etc.

Para obter a posição geográfica actual do dispositivo recorreu-se ao uso das classes *LocationManager* e *Location*. Através do método *Location* consegue-se obter a latitude e longitude actual do dispositivo. Usou-se a classe *RoadProvider* para desenhar o trajecto entre

a posição actual do dispositivo e a estação mais próxima.

4.2.1 Persistência dos dados

Para a aplicação móvel é necessário armazenar as estações e anomalias existentes para minimizar o acesso à internet. Considerou-se também, de forma a salvaguardar o utilizador quando efectua a reserva de uma bicicleta numa determinada estação, que os dados da reserva também deveriam ser armazenados na aplicação móvel.

Desta forma, para a camada de acesso aos dados utilizou-se o SQLite. O SQLite é uma biblioteca em C que permite armazenar os dados da aplicação em tabelas e manipular esses dados através de comandos SQL (*Structured Query Language*). Esta biblioteca lê e escreve directamente para ficheiros de bases de dados em disco. O ficheiro criado em disco tem a extensão .db e pode conter diversas tabelas. As tabelas são criadas através do comando CREATE TABLE e os dados são manipulados através de comandos DML (*Data Manipulation Language*) (INSERT, UPDATE e DELETE) e consultados através do comando SELECT.

4.3 Estudo da Interface

As limitações inerentes a dispositivos móveis restringem fortemente as opções de interface, estas limitações foram agrupadas em três principais áreas problemáticas, como a utilização do espaço do ecrã, os mecanismos de interacção com o utilizador e o design da aplicação [40].

Tendo ainda em conta um estudo sobre as linhas orientadoras para o desenho de interfaces para dispositivos móveis [41], concluiu-se a necessidade ter em atenção os seguintes pontos:

- Projectar a interface para que sejam utilizados poucos recursos e pouco poder computacional;
- Coerência entre todos os ecrãs, de forma a existir uma uniformidade em esquemas de cores e aparência de diálogos, tornando-o apelativo;
- Mostrar *feedback* ao utilizador das operações realizadas;
- Desenhar a interface tendo em conta o pequeno espaço do ecrã;
- Desenhar a interface tendo em conta que os *smartphones* têm touch-screen, onde

implica que os botões devem ser grandes para permitir acesso às opções com e sem caneta.

- Simplificação da interface, de forma a não mostrar demasiada informação nem prender demasiada atenção do utilizador.

Foram realizados alguns protótipos para a aplicação móvel. O ecrã principal apresenta ao utilizador três botões, o botão “Disponibilidade” permite obter a disponibilidade das bicicletas, o botão “Reserva” permite ao utilizador efectuar a reserva de uma bicicleta numa determinada estação e o botão “Registo anomalias” permite ao utilizador registar uma anomalia (Figura 29 (a)). O utilizador ao clicar no botão Menu do telemóvel é possível aceder a mais duas opções, uma que permite realizar o login e outra que permite sair da aplicação (Figura 29 (b)).

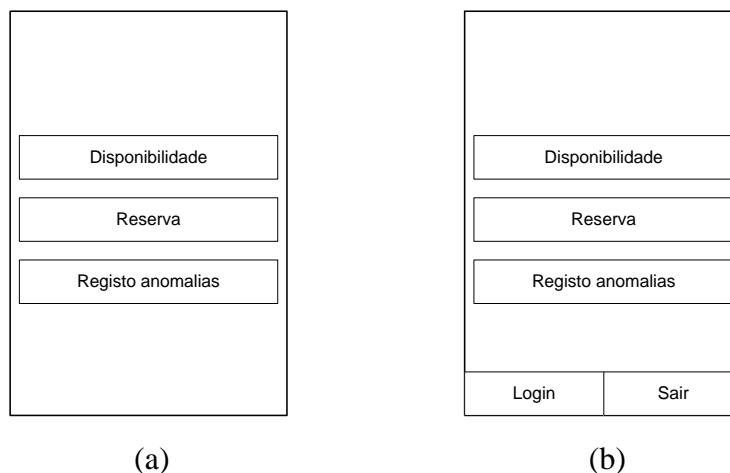


Figura 29 – Desenho do ecrã principal: (a) Opções principais; (b) Opções secundárias.

O utilizador ao seleccionar a opção “Disponibilidade” surge um ecrã onde é possível escolher como pretende obter a informação sobre a disponibilidade das bicicletas nas respectivas estações. Assim são apresentados dois botões (Figura 30), a “Disponibilidade via SMS” permite o envio de uma mensagem escrita e a “Disponibilidade via Internet” permite visualizar as estações e disponibilidade das bicicletas num mapa.

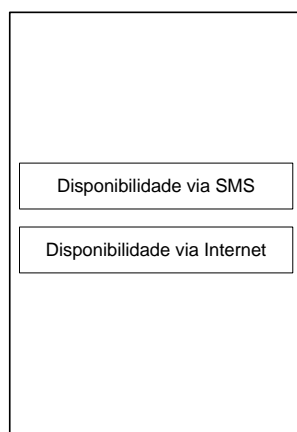


Figura 30 – Desenho do ecrã Disponibilidade.

Ao clicar na opção “Disponibilidade via Internet” surge o mapa com as estações da Biclis assinaladas. O utilizador ao clicar numa estação surge um balão que mostra o nome da estação, o número de bicicletas disponíveis e o número total de postos onde se pode colocar as bicicletas. Se forem recebidas coordenadas GPS (*Global Positioning System*) que indicam a localização do utilizador, é traçado um trajecto até à estação mais próxima (Figura 31).

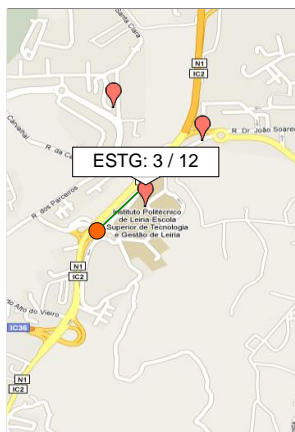


Figura 31 – Desenho do ecrã Disponibilidade via Internet.

O utilizador ao seleccionar a opção “Reserva” disponível no ecrã principal (Figura 29), é apresentado um ecrã que permite a escolha da estação onde o utilizador pretende efectuar a reserva de uma bicicleta (Figura 32).

ESTG
 Residências

Cancelar OK

Figura 32 – Desenho do ecrã que permite realizar a reserva de uma bicicleta.

O registo de anomalias permite ao utilizador indicar uma anomalia ocorrida numa estação ou numa bicicleta, assim o utilizador poderá seleccionar a estação e a anomalia a registar (Figura 33).

ESTG
 Residências

Anomalia1
Anomalia2
Anomalia3
Anomalia4

Cancelar OK

Figura 33 – Desenho do ecrã que permite o registo de anomalias.

As opções “Reservar” e “Registo de anomalias” necessitam de autenticação por parte do utilizador, assim é necessário que o utilizador introduza o *login* e *password* através do ecrã Login (Figura 34).

Login

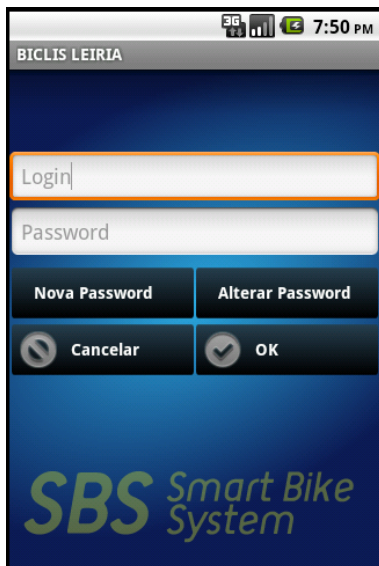
Password

Cancelar OK

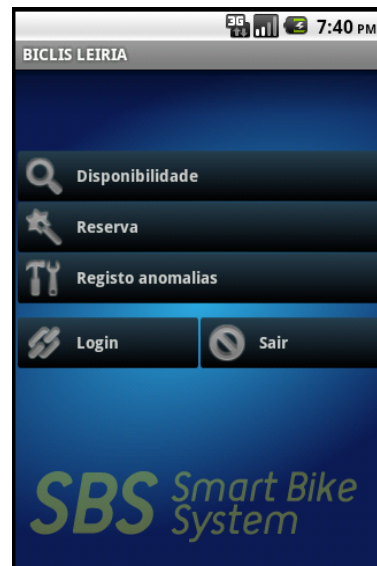
Figura 34 – Desenho do ecrã Login.

Ao longo do desenvolvimento da aplicação foram efectuadas algumas alterações aos protótipos apresentados. Estas alterações tiveram em conta a melhoria significativa da apresentação da informação no ecrã. Os *screenshots* da aplicação encontram-se apresentados no Anexo B. A Figura 35,36,37 e 38 mostram alguns dos *screenshots* da aplicação móvel.

Para evitar que seja necessário recorrer ao *scroll* para aceder a todas as opções da aplicação móvel foram retirados os textos informativos antes das caixas de texto, e foram colocados dentro da caixa de texto respectiva. O utilizador ao clicar em cada caixa de texto, o texto informativo desaparece e é possível a introdução de informação por parte do utilizador. Algumas opções para serem visíveis seria necessário clicar numa tecla do telemóvel, considerou-se que deveriam estar sempre visíveis. A Figura 35 demonstra estas considerações na interface da aplicação móvel.



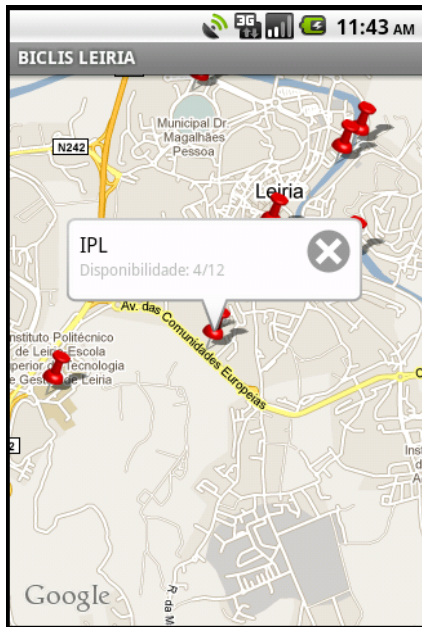
(a)



(b)

Figura 35 – *Screenshot* do ecrã de login e ecrã principal. (a) Ecrã login com opções para obter nova e alterar a *password*; (b) Ecrã principal com opção para aceder ao ecrã de login e opção para sair da aplicação.

O ecrã que permite visualizar as estações e a disponibilidade das bicicletas é o que permite mais interacção por parte dos utilizadores. Cada estação encontra-se representada no mapa com um pino sobre a sua localização GPS. Ao clicar numa estação automática (*Campus 2* ou *IPL*) é apresentada o nome da estação e a disponibilidade das bicicletas (Figura 36 (a)), no caso de não ser uma estação automática não é possível visualizar a disponibilidade das bicicletas, desta forma é apresentada a mensagem “Disponibilidade: Sem indicação” (Figura 36 (b)).



(a)



(b)

Figura 36 – Sreenshots do ecrã disponibilidade via Internet. (a) Informação de uma estação automática. (b) Informação de uma estação não automática.

Ainda no ecrã da disponibilidade via internet é permitido ao utilizador visualizar o mapa por satélite ou por mapa. A Figura 36 demonstra a visualização dos ecrãs por mapas, a Figura 37 (a) demonstra a vista através de satélite.

Quando a aplicação recebe coordenadas GPS relativa à posição actual do dispositivo móvel, é calculado a estação mais próxima e é desenhado o trajecto até essa estação. Ao clicar sobre o pino que representa a localização do dispositivo aparece a mensagem "Está aqui" (Figura 37 (b)).



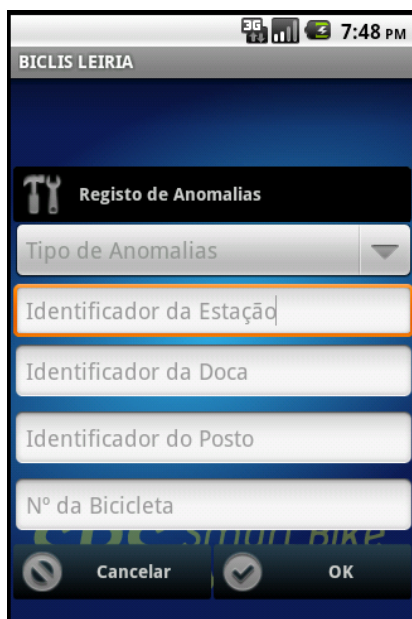
(a)



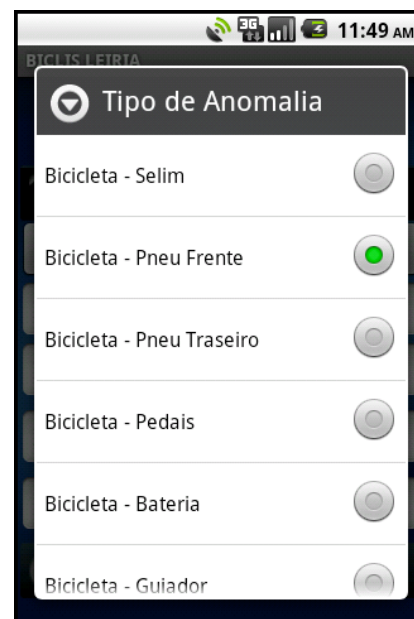
(b)

Figura 37 – *Screenshots* do ecrã disponibilidade via Internet: (a) Vista usando a opção satélite. (b) Trajecto até à estação mais próxima.

Para o registo de anomalias foi considerado que deveriam ser acrescentadas novas opções para tornar mais completo o registo das mesmas. O utilizador poderá introduzir diversos dados, a identificação da estação, da doca, do posto e do número da bicicleta onde ocorre a anomalia (Figura 38 (a)). O utilizador ao clicar no tipo de anomalias surgem todas as anomalias registadas (Figura 38 (b)).



(a)



(b)

Figura 38 –Ecrã Registo Anomalias: (a) Ecrã Registo de Anomalias. (b) Listagem dos Tipos de Anomalias.

Para que as imagens não percam qualidade quando utilizadas em diferentes resoluções, como o caso dos botões ou títulos de cada ecrã, foram utilizadas imagens *NinePatch*. Na criação destas imagens é necessário indicar na imagem o que poderá esticar ou encolher de forma a não ficar deformada.

4.4 Processo de implementação da aplicação SMSServer

Para a implementação da aplicação que recebe e envia SMS foi escolhida uma ferramenta que auxiliasse na execução dessas tarefas, desta forma foi escolhida a SMSLib, uma biblioteca *open source* que permite a recepção e envio de mensagens escritas através de um modem GSM.

Foi utilizada a biblioteca SMSLib, versão 3.4.6. No entanto para ser possível a utilização desta biblioteca é necessário instalar alguns componentes:

- SUN Java Comm versão 2, que permite a comunicação pela porta série.
- Apache Ant 1.8.1 que é uma biblioteca Java e ferramenta de linha de comando que ajuda na construção de software permitindo a automatização de tarefas como por exemplo a compilação de classes Java, a criação ou exclusão de directorias, execução de programas externos, etc.
- Apache log4j versão 1.2.16 que permite controlar, de maneira flexível, cada saída de log.

Os processos de instalação de todas as ferramentas descritas anteriormente encontram-se no Anexo C.

4.4.1 Processo de desenvolvimento da aplicação SMSServer

A biblioteca SMSLib comunica com um modem GSM ou com um telemóvel móvel compatível, através da porta serial.

A principal classe do SMSLib é o *Service*, todo o funcionamento da biblioteca SMSLib está desenvolvida nos métodos do *Service*. No entanto antes de efectuar qualquer chamada a

métodos dessa classe é necessário definir o *gateway*. O *gateway* corresponde ao dispositivo que irá receber e enviar mensagens. O SMSLib disponibiliza gateway predefinidos, no caso da aplicação a desenvolver foi utilizado o *SerialModemGateway* para modems que estão conectados através da porta serial.

É necessário indicar as características do modem GSM e adicioná-lo ao *Service*. Para o desenvolvimento desta aplicação foi usado um telemóvel compatível com a biblioteca, um Nokia 6310i, este modem está ligado ao computador através do *Bluetooth*, que emula uma porta serial. Assim os parâmetros de inicialização do *gateway* são: `SerialModemGateway gateway = new SerialModemGateway("modem.com1", "COM40", 57600, "Nokia", "6310i");`, onde está indicado um nome de referência para o modem, a porta serial por onde será realizada a comunicação entre o modem e a aplicação que gere as mensagens, a velocidade máxima do modem, a marca e modelo do modem.

A biblioteca SMSLib trata diferentes tipos de mensagens de entrada, no entanto a aplicação a desenvolver só iria tratar as mensagens de texto, assim foi usada a classe *InboundMessage*. O mesmo acontece para as mensagens de saída, só serão mensagens de texto, desta forma foi usada a classe *OutboundMessage*.

Para ler uma mensagem de texto recebida é necessário chamar o método *readMessage* da classe *Service* e para enviar uma mensagem de texto usa-se o método *sendMessage* da classe *Service*.

Foi considerado que a aplicação SMSServer deveria receber uma mensagem com um formato específico de forma a ser possível retirar todas as informações necessárias. Para determinar o texto a enviar pelo utilizador foram estabelecidas as seguintes premissas:

- Cada estação deveria ser reconhecida por um identificador único;
- A mensagem enviada pelo utilizador deveria ser composta por sintaxe simples e explícita;
- Existe um limite de 160 caracteres (aproximadamente 20 palavras) para mensagens de texto, para redes móveis GSM.

Assim considerou-se que a sintaxe de consulta seria: SBS <identificador da estação> <ALT>. Esta sintaxe é constituída por SBS, nome do produto *Smart Byke System*, o identificador da

estação, 1 ou 2 que corresponde à estação IPL (Residências de Estudantes) e à estação do *Campus 2* (ESTG) respectivamente e opcionalmente pela palavra ALT, que representa alternativa, ou seja, no caso de não existirem bicicletas disponíveis na estação indicada pelo utilizador, o sistema obtém a disponibilidade das bicicletas na estação mais próxima à indicada. O sistema não faz distinção entre maiúsculas e minúsculas.

Considerou-se que a mensagem de resposta deveria ser bastante descritiva, com a indicação do número de bicicletas livres e o número total de espaços onde permite colocar bicicletas (postos). Recorrendo aos exemplos apresentados na Tabela 9, pode-se verificar as mensagens válidas enviadas pelos utilizadores e as possíveis respostas obtidas. Assim no exemplo número 1, o utilizador pretende saber as bicicletas disponíveis da estação 1 (IPL), neste caso existem bicicletas disponíveis e a mensagem de resposta seria “Estação 1: 5 bicicletas livres de um total de 12”. Já no exemplo número 2 não existem bicicletas disponíveis na estação 1 e não foi indicado a alternativa (ALT), assim é enviada a mensagem “Estação 1: 0 bicicletas livres de um total de 12”, que só dá informação sobre a estação 1. No exemplo número 3 foi indicado a possibilidade de apresentar a disponibilidade de outra estação caso a indicada não tenha bicicletas livres (usando a alternativa), a resposta apresentada indica que a estação 1 não apresenta bicicletas livres já a estação 2 tem 7 bicicletas livres.

Nº Exemplo	Mensagem enviada	Resposta
1	SBS 1	Estação 1: 5 bicicletas livres de um total de 12
2	SBS 1	Estação 1: 0 bicicletas livres de um total de 12
3	SBS 1 ALT	Estação 1: 0 bicicletas livres. Alternativa - Estação 2: 7 bicicletas livres de um total de 12.

Tabela 9 – Exemplos de mensagens escritas enviadas pelos utilizadores e possíveis respostas do sistema.

Sempre que uma mensagem é recebida, o sistema obtém toda a informação da mensagem, acede ao *Web Service* de forma a obter a informação necessária, gera a mensagem de resposta e envia-a ao utilizador. Quando a mensagem enviada pelo utilizador não segue a sintaxe definida, o utilizador não recebe nenhuma mensagem de resposta. Todas as mensagens recebidas e processadas são eliminadas.

4.4.2 Persistência dos dados

Para registar as mensagens recebidas e enviadas, foi construído um ficheiro, que armazena a data e hora em que ocorreu o registo, o número de telefone do utilizador que enviou a mensagem, o texto recebido e a resposta enviada pelo sistema. O sistema só envia uma mensagem de resposta ao utilizador caso a mensagem recebida seja válida, assim sendo, no caso de receber uma mensagem inválida é apenas registado no ficheiro de logs a mensagem recebida. A Figura 39 representa algumas mensagens recebidas e enviadas pelo sistema SMSServer.

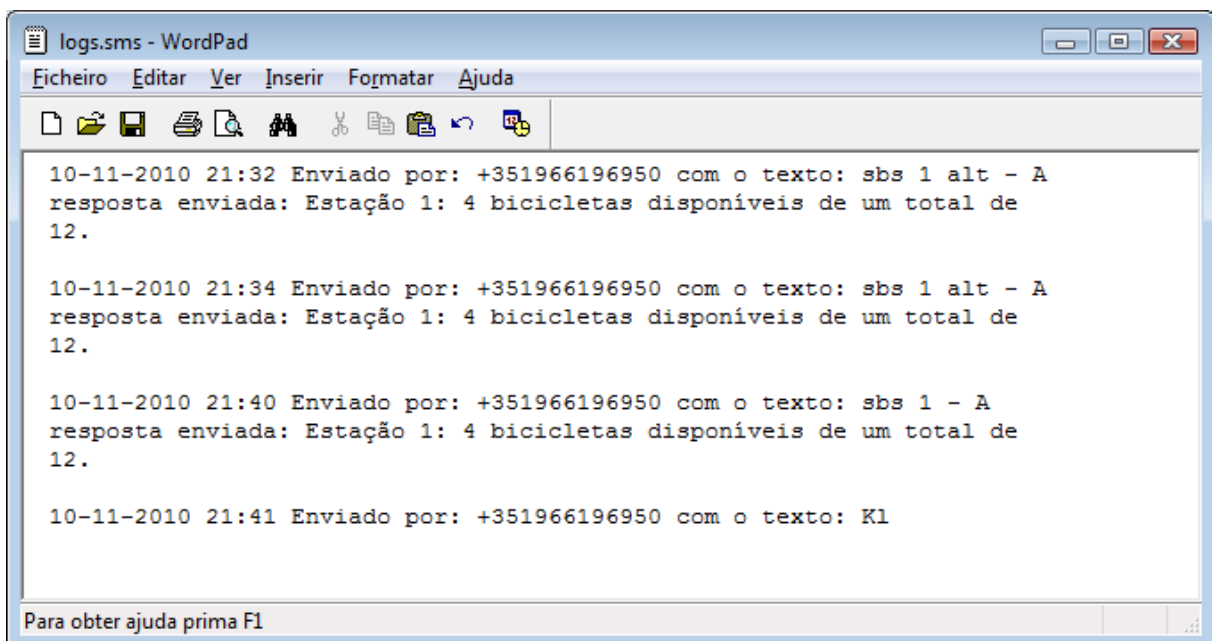


Figura 39 – Ficheiro de Logs da aplicação SMSServer.

4.5 Web Services

O *Web Service* pretende disponibilizar informações à aplicação móvel e ao sistema que permite receber e enviar mensagens. Cada método do Web Service é descrito de seguida:

- **login** – método que autentica o utilizador no sistema, usando as credenciais do sistema SBS. A *password* é encriptada com o algoritmo MD5.
- **status** – método que analisa a estação automática pretendida devolvendo o estado da mesma, ou seja, a sua disponibilidade.
- **mapa** – método que obtém a disponibilidade das estações e as respectivas coordenadas

geográficas.

- **malfunction** – método que permite ao utilizador registar uma anomalia do sistema.
- **changepassword** – método que permite ao utilizador alterar a sua *password* de acesso ao sistema SBS. As *passwords* são encriptada com o algoritmo MD5.
- **resetPassword** – método que permite ao utilizador obter nova *password*. O sistema cria um pedido para obter nova *password* e envia um email ao utilizador para que este confirme o pedido. São enviadas duas hiperligações únicas, um que permite confirmar e outro que permite cancelar o pedido. É dado um limite de 24 horas após o pedido efectuado pela aplicação, caso não tenha havido confirmação, o pedido é cancelado.
- **reservar** – método que permite reservar uma bicicleta numa estação. O utilizador terá uma bicicleta reservada por um período de 15 minutos.

O acesso aos *Web Services* será feito acedendo a um URL específico para cada operação pretendida. Os parâmetros do método são separados pelo caracter “?” e entre si pelo caracter “&”. O nome do parâmetro e o seu valor são separados pelo caracter “=”. Considerando um exemplo em que se pretende obter dados do método “exemplo” em que são enviados 2 parâmetros, o acesso ao *Web Service* é: exemplo.php?parametro1=valor1¶metro2=valor2.

Para o correcto funcionamento da aplicação é necessário definir quais os parâmetros de entrada e saída de cada método, que se encontram descritos na Tabela 10. Para uma descrição mais completa sobre os métodos, parâmetros de entradas e valores devolvidos pode ser consultado o Anexo D.

Método	Input	Output
Login	String: <i>login</i> String: <i>password</i>	Int: Sucesso
Status	Int: Id Int: Alt	Int: idEstação Int: idHub Int: idSlot Int: numSlots Int: estado
Mapa	-	Int: idEstação String: Nome da Estação

		String: Morada da Estação Double: Latitude Double: Latitude String: Hora de Abertura String: Hora de Fecho Int: idHub Int: idSlot Int: número de Slots Int: estado da estação
malfunction	Int: idAnomalia Int: idEstação Int: idHub [opcional] Int: idSlot [opcional] Int: numBicicleta [opcional] String: Username String: DescriçãoAnomalia	Int: Sucesso
change_password	String: antiga <i>password</i> String: nova <i>password</i>	Int: Sucesso
reset_password	String: <i>login</i>	Int: Sucesso
reservar	String: <i>login</i> Int: idEstação	Int: Sucesso

Tabela 10 – Métodos e respectivos parâmetros de entrada e valores devolvidos.

4.6 Síntese

Ao longo deste capítulo foram descritos os processos de implementação da aplicação móvel (SBSBiclis) e a aplicação que recebe e envia mensagens escritas (SMSServer), os componentes necessários ao desenvolvimento das mesmas, os dados a armazenar em cada aplicação, o estudo da interface para a aplicação móvel e os métodos do *Web Service* desenvolvidos para servir ambas as aplicações.

Conclusão e Trabalho Futuro

5.1 Conclusões

Tendo em conta as necessidades na obtenção de informação em tempo real sobre a disponibilidade das bicicletas da cidade de Leiria (Biclis), o presente trabalho teve como principal objectivo o desenvolvimento de aplicações que permitem disponibilizar informações sobre as estações e respectivas bicicletas.

A primeira fase no desenvolvimento do projecto consistiu na abordagem de sistemas relacionados com a partilha de bicicletas, assim como uma breve análise dos projectos existentes. Para que pudesse beneficiar o trabalho a realizar, foram efectuadas pesquisas sobre as formas de disponibilizar a sua informação.

Na segunda fase procedeu-se ao levantamento dos requisitos, à percepção do comportamento do sistema e à realização da arquitectura.

A terceira fase consistiu na implementação do protótipo respeitando a arquitectura proposta. O protótipo consiste, de forma sumária, na disponibilização de uma aplicação móvel e de um serviço de mensagens escritas que disponibilizam informações sobre as bicicletas.

A vantagem da implementação do serviço de mensagens escritas prende-se com a abrangência do número de pessoas que utilizam o serviço visto que é uma das funcionalidades mais usadas nos dispositivos móveis. Este serviço encontra-se operacional, suportando todas as tarefas inicialmente propostas.

A aplicação móvel consiste numa interface de fácil utilização descartando a necessidade de

técnicos especializados para explicar o funcionamento da mesma. Com o crescente número de dispositivos móveis com o sistema operativo Android conclui-se que também esta funcionalidade pode abranger um grande número de utilizadores.

A constatação da boa receptividade deste género de serviços noutros sistemas de partilha de bicicletas leva a pensar que as aplicações desenvolvidas serão de grande utilidade no projecto Biclis, podendo impulsionar o uso mais frequente das bicicletas.

5.2 Trabalhos Futuros

A continuidade do trabalho desenvolvido passará por realizar algumas funcionalidades ou melhoramentos nas aplicações.

Deve-se realizar testes em cenário real usando um telemóvel Android para verificar qualquer falha existente na aplicação. Desenvolver a funcionalidade que permite visualizar relatórios, funcionalidade que estava prevista inicialmente, mas que não foi desenvolvida. A opção para visualizar relatórios permitiria saber o número de horas de utilização de bicicletas, estação mais utilizada, etc. Para completar a opção que mostra o trajecto do utilizador até à estação mais próxima, poderia ser mostrada a distância em metros. Esta aplicação poderia permitir um registo de um utilizador que pretenda receber em casa o cartão para lhe dar acesso às bicicletas.

A aplicação SMSServer poderia permitir a reserva de uma bicicleta pelo envio de uma mensagem escrita pré-definida onde deveria ser indicada a estação e o *login* do utilizador.

Outra forma de permitir aos utilizadores acederem à informação sobre a disponibilidade das bicicletas seria através de um atendedor automático.

Bibliografia

1. Yin, Z., W. Junli, and L. Huapu, A Study on Urban Traffic Congestion Dynamic Predict Method Based on Advanced Fuzzy Clustering Model, in Proceedings of the 2008 International Conference on Computational Intelligence and Security - Volume 02. 2008, IEEE Computer Society.
2. Azevedo, C.N.d.S., L.A. Imbiriba, and F.P.d. Oliveira. *Exercício Físico e poluição atmosférica: o caso do monóxido de carbono*. Fitness & performance journal 2008 Maio/Junho 2008 [cited Novembro de 2009]; 175-179]. Available from: dialnet.unirioja.es/servlet/dfichero_articulo?codigo=2935159&orden=0.
3. Change, U.N.F.C.o.C., *Protocolo de Quioto*. 1997.
4. Ambiente, A.P.d. *Programa Nacional para as Alterações Climáticas*. 2004 [cited Janeiro de 2010]; Available from: <http://www.apambiente.pt/politicasambiente/AlteracoesClimaticas/PNAC/Paginas/default.aspx>.
5. C.C.Chan, Sustainable Energy and Mobility, and Challenges to Power Electronics, in Power Electronics and Motion Control Conference, 2006. IPEMC 2006. CES/IEEE 5th International. 2006. p. 1-6.
6. Vieira, A. *Uma Via real no Transporte público*. Transportes em revista 2008 [cited Janeiro de 2010]; Available from: <http://www.transportesemrevista.com/Default.aspx?tabid=210&language=pt-PT&id=1277>.
7. DeMaio, P. *Will Smart Bikes Succeed as Public Transportation in the United States?* Journal of Public Transportation 2004 [cited Março de 2010]; Available from: <http://www.scribd.com/doc/221562/Will-Smart-Bikes-Succeed-as-Public-Transportation-in-the-United-States>.
8. DeMaio, P.J. *Smart Bikes: Public Transportation for the 21st Century*. 2003 [cited Janeiro

- de 2010]; Available from: www.metrobike.net/index.php?s=file_download&id=21
9. Pinto, N.N., J.P. Silva, and P.M. Pereira. *Projecto Mobilidade Sustentável para o Município de Leiria*
Relatório 2 – Conceito de Intervenção e Acções Prioritárias. 2008 Agosto 2008 [cited Abril de 2010]; Available from: <http://www.mobilidade.weblx.net/documentos/planos/objectivos/leiria.pdf>.
10. Leiria, C.M.d. *Guia Utilizador da Biclis / Bicicleta da Cidade do Lis*. 2009 Outubro 2009 [cited Janeiro de 2010]; Available from: <http://www.cm-leiria.pt/document/797080/857055.pdf>.
11. Yahoo, f.d. *Bicicletário do Pedalario*. [cited Fevereiro de 2010]; Available from: <http://www.flickr.com/photos/ginasant/3237076838/>.
12. Serttel. *Solução Alternativa para Mobilidade por Bicicletas de Aluguel*. [cited Fevereiro de 2010]; Available from: <http://www.serttel.com.br/>.
13. Aluguel, S.A.p.M.p.B.d. *PedalaRio - Bicicletas de aluguel*. [cited Janeiro de 2010]; Available from: <http://www.zae.com.br/zaerio/home.asp>.
14. Jon Edward, F., N. Joachim, and O. Nuria, *Sensing and Predicting the Pulse of the City through Shared Bicycling*, in 2009. 2009.
15. bicing. *El transporte público urbano en bicicleta de Barcelona*. [cited Fevereiro de 2010]; Available from: <http://www.bicing.com/home/home.php>.
16. OYB. *OYBike*. [cited Janeiro de 2010 Junho de 2010]; Available from: <http://www.oybike.com/oybike/cms.nsf/Home>.
17. Ward, M. *Phones power bike rental scheme*. BBC NEWS 2004 [cited Fevereiro de 2010]; Available from: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/3856535.stm>.
18. Velib. *Velib*. [cited Janeiro de 2010]; Available from: <http://www.velib.paris.fr/>.
19. Department, J.S.s.C.F. and F.C.a.I. Relations. *Annual Report*. 2008 7-04-2008 [cited Fevereiro de 2010]; Available from: <http://www.jcdecaux.com/fr/Le-groupe-JCDecaux/Rapport-annuel>.
20. system, P.b. *Bixi System*. [cited Janeiro de 2010]; Available from: <http://www.bixisystem.com/home>.
21. Dossett, B., et al. *Non-Profit Business Plan for Twin Cities Bike Share System*. 2008 [cited Fevereiro de 2010]; Available from: niceridemn.com/downloads/doc_plan.php.
22. Laboratório de Planeamento, T.e.S.d.I.G.-E. and C.M.d. Leiria, *Biclis - Bicicleta da Cidade do Lis*. Câmara Municipal de Leiria ed. 2009.
23. Leiria, R.d. *Bicicletas de utilização gratuita para estudantes de Leiria a partir de terça-*

- feira*. Região de Leiria 2010 [cited Abril de 2010]; Available from: <http://www.regiaodeleiria.pt/2010/03/bicicletas-de-utilizacao-gratuita-para-estudantes-de-leiria-a-partir-de-terca-feira/#more-6554>.
24. Leiria, I.P.d. *BICLIS*. 2010 [cited Abril de 2010]; Available from: http://www.ipleiria.pt/portal/ipleiria?p_id=208205.
25. Apple. *Bicing Widget*. Novembro de 2008 [cited Maio de 2010; Available from: <http://www.apple.com/downloads/dashboard/transportation/bicingwidget.html>.
26. Barcelona, S.d. *Mobile Portal*. [cited Junho de 2010]; Available from: <http://www.bcn.cat/mobil/en/aplicacions.html>.
27. OYBIKE. *myCycle - Find an OYBike on your iPhone*. 2010 [cited Setembro de 2010; Available from: <http://www.oybike.com/oybike/cms.nsf/x/4FDCCF48C417EA4980257730002B6E36>.
28. Markiewicz, R. *myCycle*. 2010 [cited Setembro de 2010]; Available from: <http://itunes.apple.com/ca/app/mycycle/id371918814?mt=8>.
29. Petros Zerfos, X.M., Starsky H.Y Wong, Vidyut Samanta, Songwu Lu, A Study of the Short Message Service of a Nationwide Cellular Network, in IMC '06 Proceedings of the 6th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement p. 1-6.
30. Oracle. *Java ME Technology*. [cited Maio de 2010]; Available from: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javame/tech/index.html>.
31. Sun Microsystems, I., *J2ME Building Blocks for Mobile Devices*. 2000.
32. Future, I.A.t. *Mercado Português de Telemóveis deverá crescer 3% em 2010*. 2010 [cited Abril de 2010]; Available from: http://www.idc.pt/press/pr_2010-03-22.jsp.
33. McEntegart, J., *Android Traffic to Surpass iPhone Soon in the U.S*. Tom's Guide, 2010.
34. AdMob. *AdMob Publisher Survey March 2010*. AdMob Mobile Metrics 2010 [cited Maio de 2010]; Available from: <http://metrics.admob.com/wp-content/uploads/2010/03/AdMob-Mobile-Metrics-Mar-10-Publisher-Survey.pdf>.
35. Egham. *Android Became the World's Third Most Popular Smartphone Operating System and Claimed Top Spot in the U.S* 2010 [cited Setembro de 2010]; Available from: <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1421013>.
36. Silva, A. and C. Videira, *UML Metodologias e Ferramentas CASE C*. Atlântico, Editor. 2005.
37. Andrade, I.S.t.A.M.d., *Engenharia de Software*. 6ª Edição ed. 2003, São Paulo: Addison Wesley.
38. SOMMERVILLE, I. and t.A.M.d. Andrade, *Engenharia de Software*. 6ª Edição ed. 2003,

São Paulo: Addison Wesley.

39. technologies, s.d. *A Spectrum White Paper: Thoughts on Google Android*. 2008 [cited Setembro de 2010]; Available from: http://www.spectrumdt.com/documents/SDTAndroidTechnicalWhitePaper_001.pdf.

40. Nilsson, E.G. *Design Patterns for User Interface for Mobile Applications*. [cited Agosto de 2010]; Available from: <http://marinteksolutions.com/upload/Nilsson%20-%20Final%20short%20paper%20CADUI%20UI%20patterns%20for%20mobile%20applicati ons.pdf>.

41. Gong, J. and P. Tarasewich, *Guidelines for handheld mobile device interface design*. 2004, College of Computer and Information Science, Northeastern University: Boston, USA.

A-Instalação dos componentes para desenvolver para android

De seguida são apresentados os passos necessários à configuração do ambiente de desenvolvimento no Eclipse para a plataforma Android, sendo necessário instalar o SDK e o plugin ADT (Android Developer Tools).

Para efectuar a instalação do SDK é necessário aceder a <http://developer.android.com/sdk/index.html>, seleccionar o ficheiro referente à plataforma utilizada (Windows, Linux ou Mac), clicar em "*I agree to the terms of the SDK License Agreement*" que permite aceitar os termos da licença do SDK e efectuar o download.

O SDK trata-se de uma pasta compactada sendo necessário extrair o conteúdo e executar o SDK setup.

Posteriormente é necessário instalar o *plugin* do Eclipse, conhecido como ADT, para isso é necessário realizar as seguintes tarefas:

- Aceder à opção *Install New Software* do menu *Help*;
- Clicar no link *Available Software Sites*;
- Incluir uma nova entrada à lista.

Para incluir uma nova entrada à lista, é necessário adicionar o site <https://dl-ssl.google.com/android/eclipse>, tal como demonstra a Figura 40.

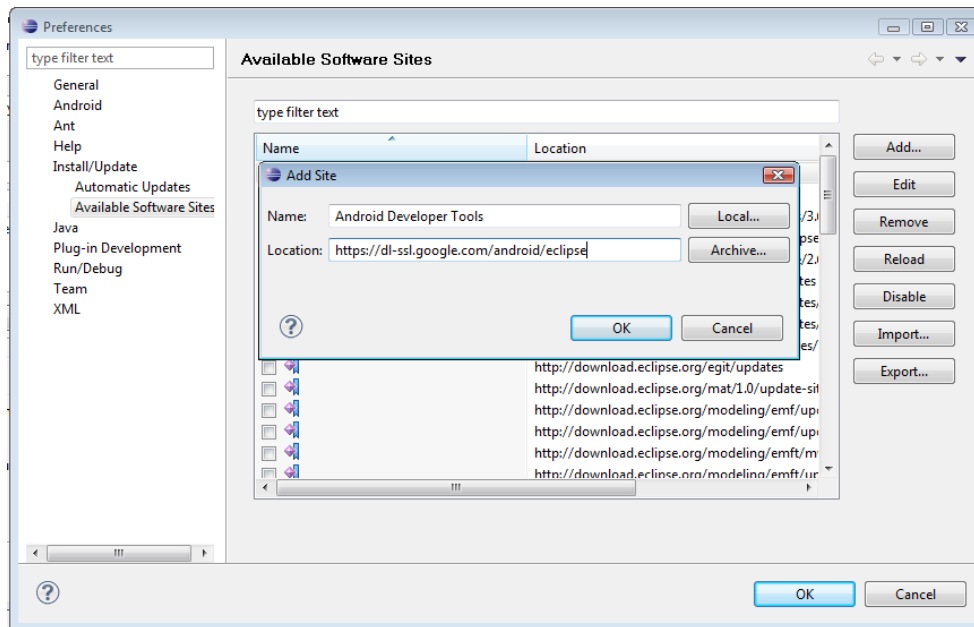


Figura 40 – Incluir nova entrada à lista de *Available Software Sites*.

Posteriormente é necessário corresponder o *plugin* à instalação do SDK. Para isso é necessário aceder à opção *Preferences* do menu *Window*, seleccionar o item *Android* e especificar o caminho para a pasta descompactada do SDK. A Figura 41 apresenta as plataformas instaladas no Eclipse.

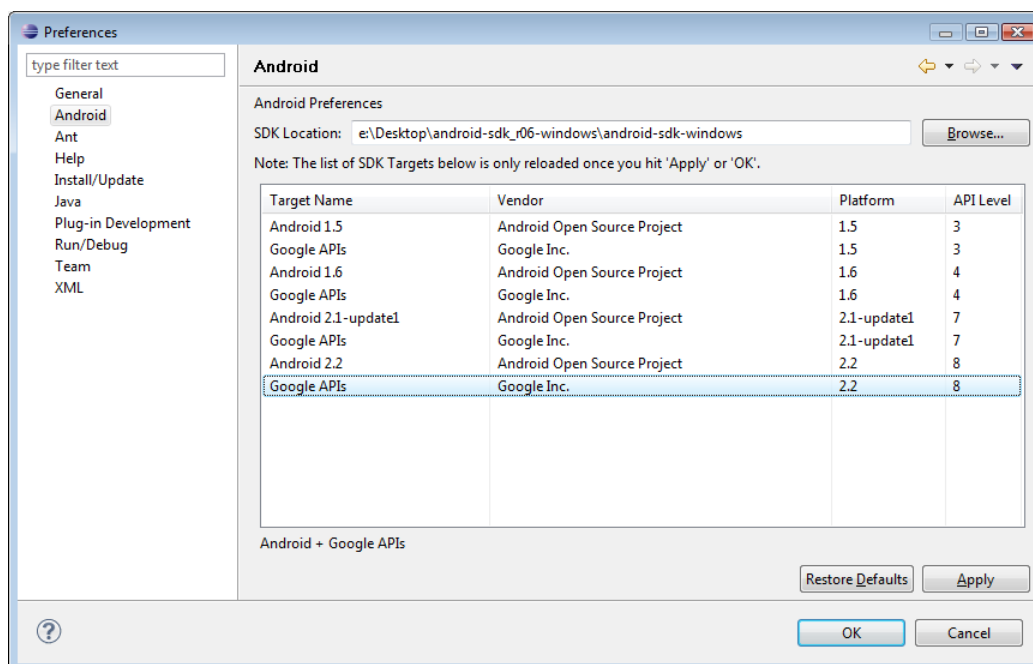
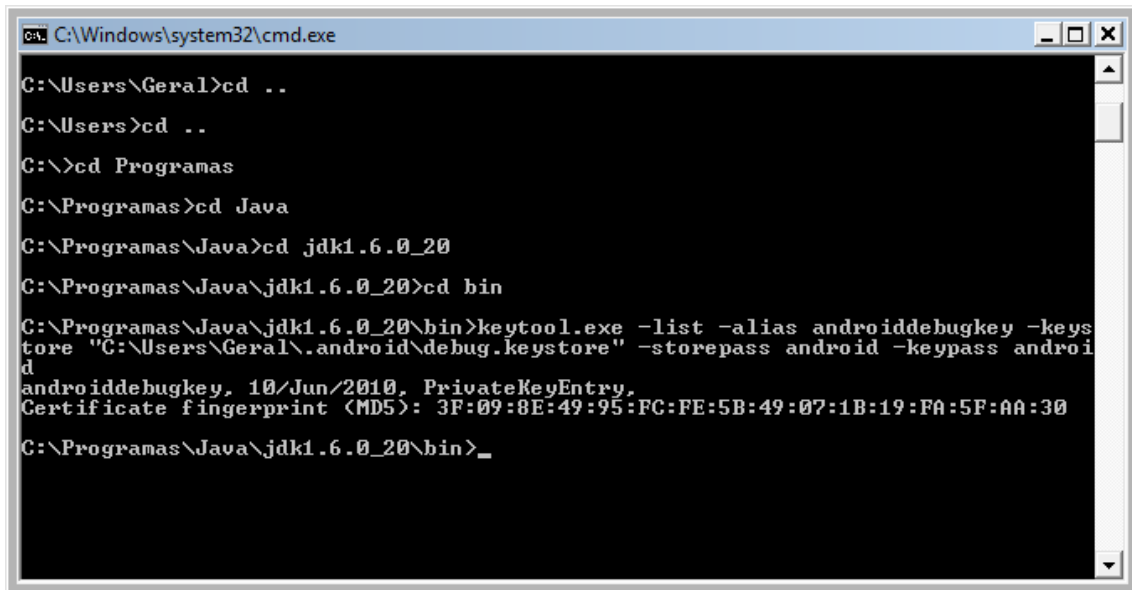


Figura 41 – Apresentação das plataformas instaladas.

Para integrar o Google Maps na aplicação é necessário obter a chave API do Google Maps. O

primeiro passo é aceder à directoria onde está instalado o SDK e executar o comando *Keytool* que permite obter o MD5 *certificate fingerprint*, tal como demonstra a Figura 42.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Geral>cd ..
C:\Users>cd ..
C:\>cd Programmas
C:\Programmas>cd Java
C:\Programmas\Java>cd jdk1.6.0_20
C:\Programmas\Java\jdk1.6.0_20>cd bin
C:\Programmas\Java\jdk1.6.0_20\bin>keytool.exe -list -alias androiddebugkey -keystore "C:\Users\Geral\.android\debug.keystore" -storepass android -keypass android
androiddebugkey, 10/Jun/2010, PrivateKeyEntry,
Certificate fingerprint (MD5): 3F:09:8E:49:95:FC:FE:5B:49:07:1B:19:FA:5F:AA:30
C:\Programmas\Java\jdk1.6.0_20\bin>_
```

Figura 42 – Obter MD5 *certificate fingerprint*.

Seguidamente acede-se ao site <http://code.google.com/android/maps-api-signup.html>. É necessário ter uma conta no Google, aceitar os termos e condições e introduzir o MD5 *certificate fingerprint* na caixa de texto de forma a gerar a chave API, tal como demonstra a Figura 43. A chave API é usada como atributo do componente *MapView* que permite mostrar os mapas do Google Maps na aplicação para dispositivos Android.

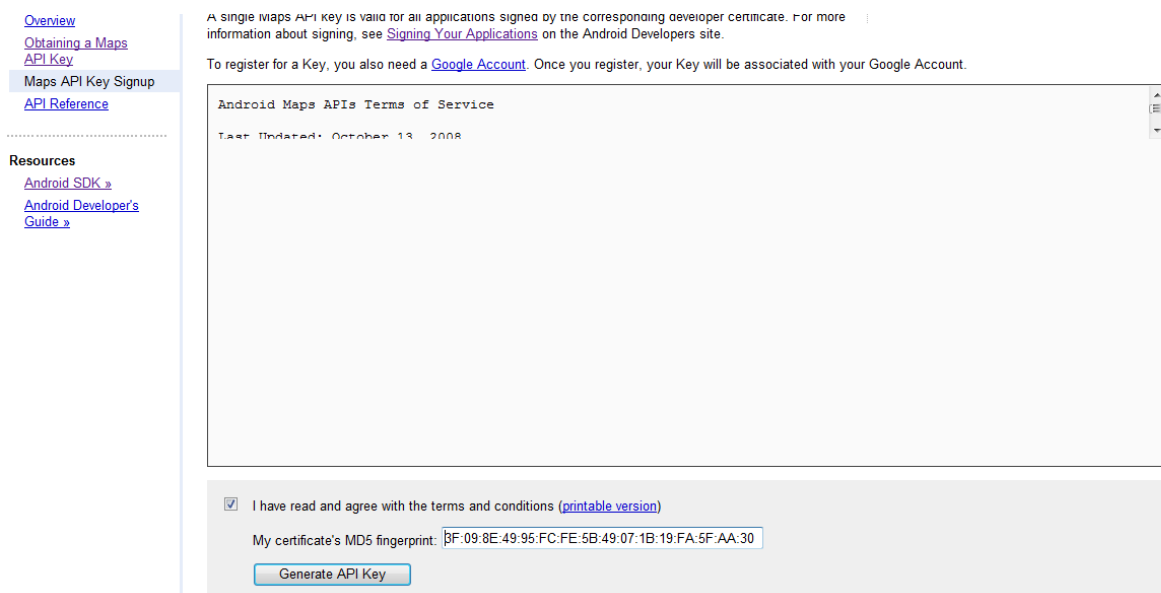


Figura 43 – Obter a chave API.

B- ScreenShots da aplicação móvel

Ao longo deste anexo serão mostrados os *screenshots* da aplicação móvel.

O primeiro ecrã da aplicação móvel apresenta as 3 principais opções, obter informação sobre a disponibilidade das bicicletas nos postos automáticos das Bicicletas da Cidade de Leiria, efectuar a reserva de uma bicicleta e registar anomalias. Ainda no ecrã principal é possível realizar algumas operações, como sair da aplicação ou efectuar o login (Figura 44 (a)). Ao pressionar os botões da aplicação, estes mudam de cor tal como demonstra a Figura 44 (b).



(a)



(b)

Figura 44 – Ecrã principal: (a) Ecrã principal com todas as opções; (b) Botão “Disponibilidade” pressionado.

O utilizador ao aceder à opção "Disponibilidade" é-lhe apresentada duas formas de obter a disponibilidade, através do envio de uma mensagem escrita ou recorrendo à visualização de um mapa, sendo necessário acesso à internet (Figura 45).

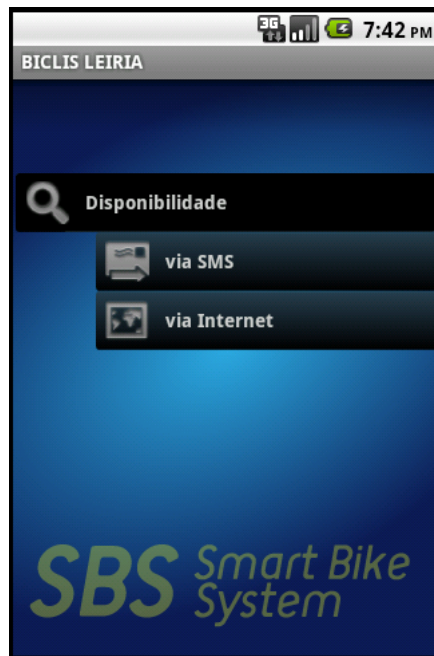


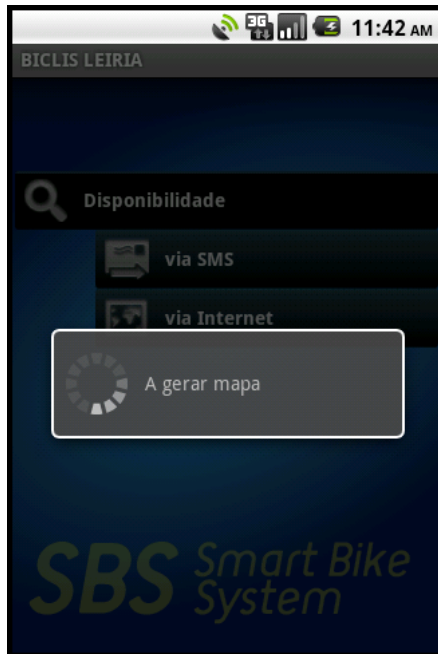
Figura 45 – Ecrã Disponibilidade.

Para o utilizador enviar uma mensagem escrita de forma a obter a disponibilidade das bicicletas, o utilizador terá de indicar a estação. Pode também indicar que pretende receber a disponibilidade de outra estação caso a estação escolhida não tenha bicicletas disponíveis. Após o utilizador clicar no botão OK é apresentada uma mensagem sobre o estado do envio da mensagem (Figura 46).

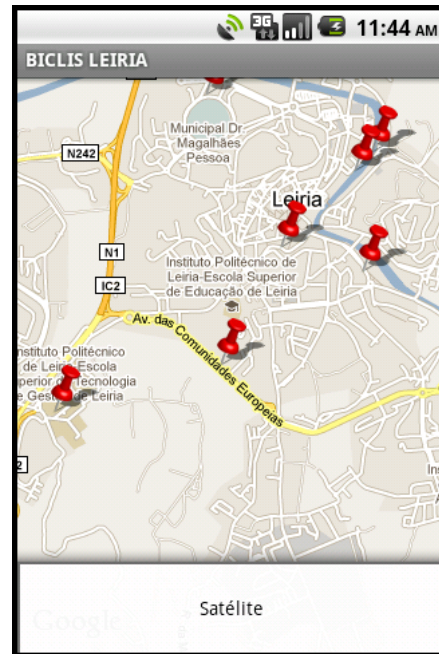


Figura 46 - Ecrã que permite obter disponibilidade de bicicletas por SMS.

A opção de visualizar a disponibilidade via internet pode demorar alguns segundos a gerar o mapa com as estações, assim é apresentado uma mensagem com uma imagem de progresso (Figura 47 (a)). No mapa são desenhados pinos, cada pino representa a localização GPS de uma estação (Figura 47 (b)).



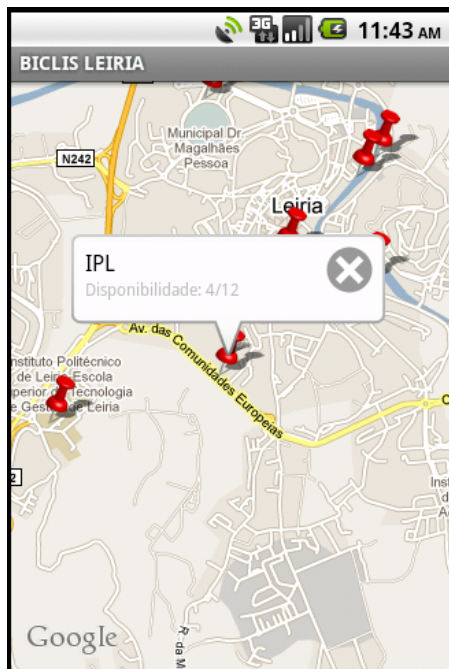
(a)



(b)

Figura 47 – Ecrãs sobre a disponibilidade via internet: (a) Mensagem com imagem de progresso. (b) Representação das estações no mapa.

Ao clicar em cada pino (representação de uma estação) é apresentado o nome da estação, o número de bicicletas e o número total de espaços para colocar bicicletas (Figura 48 (a)). Quando o utilizador clica numa estação que não é automática a mensagem apresentada é "Disponibilidade: Sem indicação" (Figura 48 (b)). É possível aumentar e diminuir a imagem do mapa através do *zoom in* e *zoom out* (Figura 48 (b)).



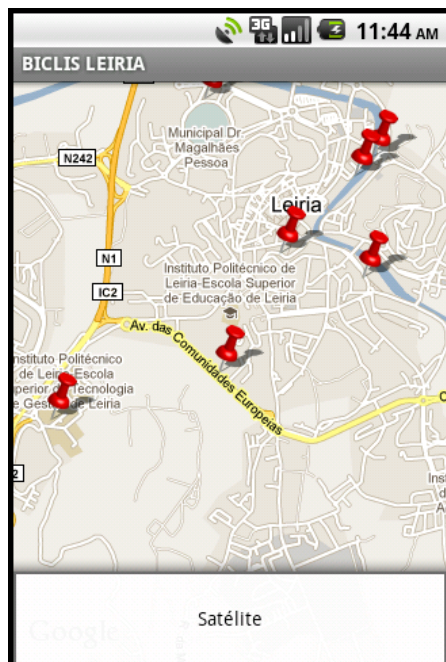
(a)



(b)

Figura 48 - Ecrã que mostra a disponibilidade de bicicletas numa estação: (a) Indicação da disponibilidade numa estação automática; (b) Indicação da disponibilidade de uma estação não automática.

Recorrendo à tecla Menu do telemóvel é apresentada a possibilidade de escolher a visualização, por mapa ou satélite. Podendo alternar sempre entre as duas opções (Figura 49).



(a)



(b)

Figura 49 – Ecrãs com as vistas mapa e satélite: (a) Visualização por mapa; (b) Visualização por satélite.

Se for obtida a localização do telemóvel através de coordenadas GPS, esta é representada no mapa através de uma imagem distinta da representação das estações e é desenhado o trajecto até à estação mais próxima (Figura 50).



Figura 50 - Ecrã que permite visualizar a posição actual do utilizador e trajecto até à estação mais próxima.

Nos ecrãs que é possível a introdução de dados por parte do utilizador através de caixas de textos, como o caso do ecrã Login, é apresentada em cada caixa de texto um texto informativo sobre o que o utilizador deve introduzir. Ao clicar em cada caixa de texto, o texto informativo é eliminado e é possível ao utilizador introduzir os seus dados.

O ecrã Login é apresentado ao utilizador quando acede à opção para efectuar uma reserva ou registar uma anomalia e ainda não tenha efectuado o login, ou quando acede através da opção Login no ecrã principal. O utilizador tem de introduzir o *login* e *password* e clicar no botão OK. Ainda neste ecrã é possível ao utilizador alterar a sua *password* e obter nova *password* (Figura 51).

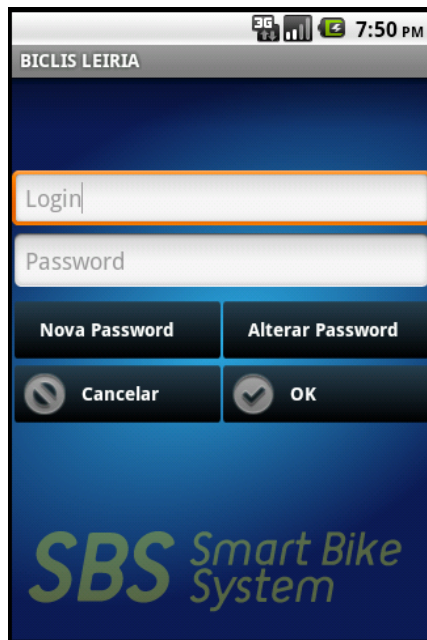


Figura 51 - Ecrã Login.

O utilizador para alterar a *password* actual terá de indicar o seu *login*, a *password* actual, a nova *password* e a confirmação da nova *password* (Figura 52).

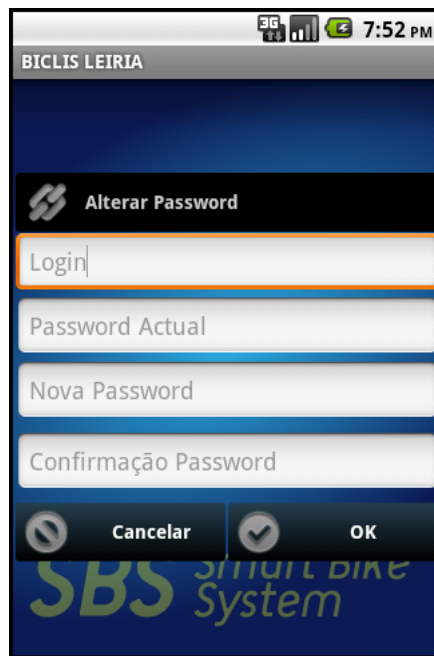


Figura 52 - Ecrã que permite alterar a *password*.

Caso o utilizador se tenha esquecido da *password* poderá obter uma nova, para isso terá de introduzir o seu *login* (Figura 53). O sistema envia um e-mail ao utilizador para que confirme a operação. Neste e-mail é enviada uma hiperligação única para confirmar e outra para cancelar o pedido. Após 24 horas do e-mail ter sido enviado e caso o utilizador não tenha

efectuado qualquer operação, o pedido é cancelado.

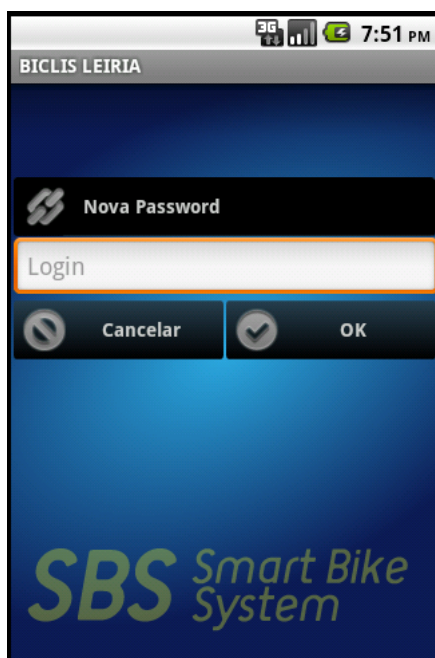


Figura 53 - Ecrã que possibilita obter nova *password*.

Para realizar a reserva de uma bicicleta, é apresentado uma caixa de selecção que permite ao utilizador a escolha da estação onde pretende realizar a reserva (Figura 54).

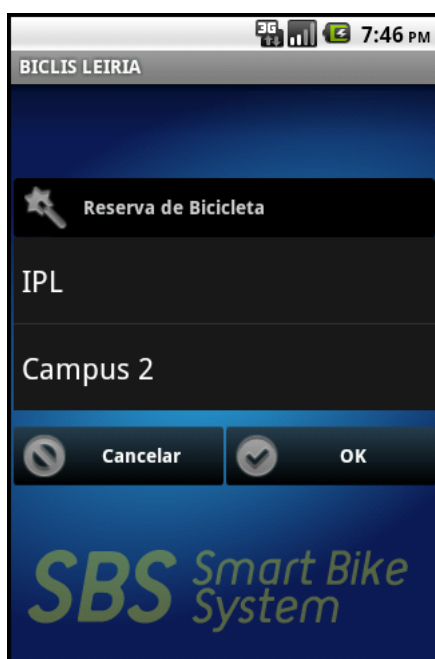
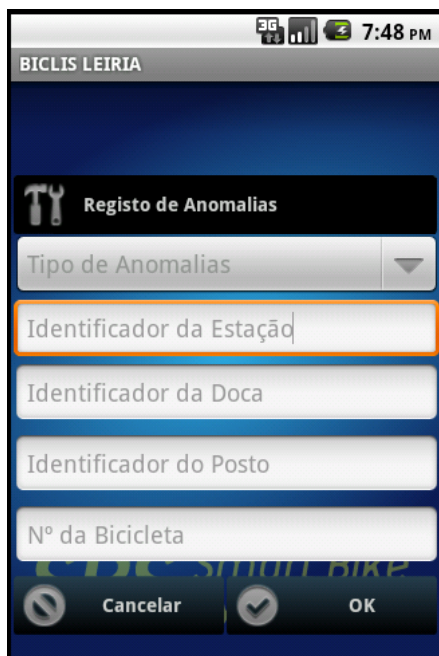
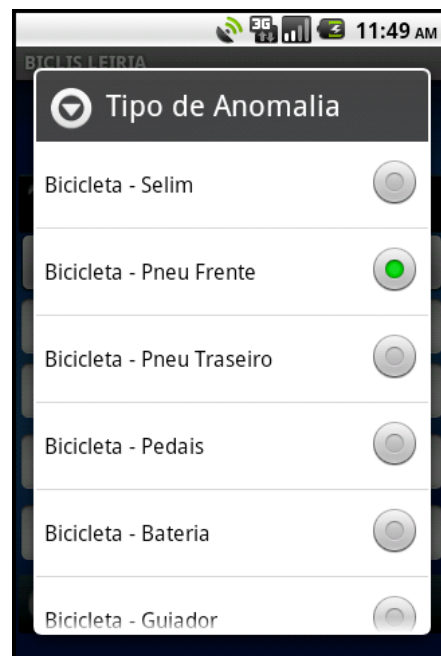


Figura 54 - Ecrã que permite efectuar a reserva de uma bicicleta.

Para registar anomalias é necessário indicar alguns campos. O tipo de anomalia e o identificador da estação são campos obrigatórios enquanto o identificador da doca, do posto e da bicicleta são facultativos visto que podem existir anomalias que não se encontram associadas a estes campos (Figura 55 (a)). Ao clicar na caixa de selecção “Tipo de Anomalias” aparecem todas as anomalias registadas na base de dados (Figura 55 (b)).



(a)

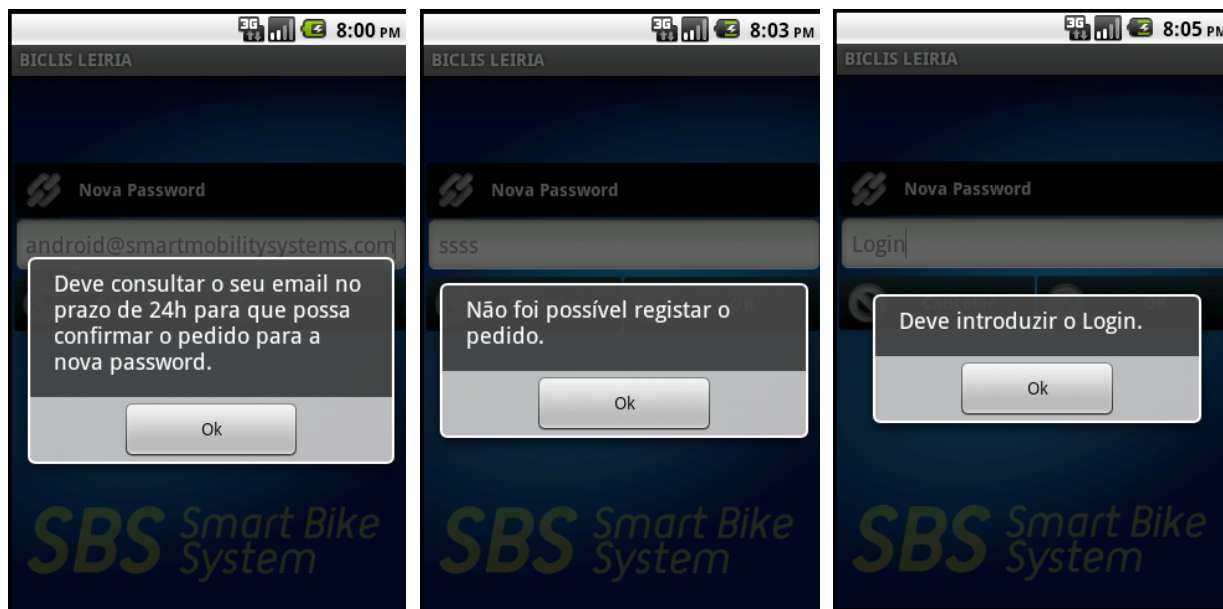


(b)

Figura 55 - Ecrã que permite efectuar o registo de anomalias: (a) Todos os campos que o utilizador poderá introduzir; (b) Listagem de todos os tipos de anomalias.

Em todas os ecrãs, após a realização de alguma acção por parte do utilizador é apresentado o *feedback* ao utilizador.

Na Figura 56 são apresentados alguns exemplos do *feedback* do ecrã que permite obter nova *password*. Assim quando o utilizador introduz correctamente o seu login e o registo é efectuado aparece a mensagem “Deve consultar o seu e-mail no prazo de 24h para que possa confirmar o pedido para a nova *password*” (Figura 56 (a)). Quando o utilizador introduz incorrectamente o seu login e consequentemente o sistema não consegue registar o pedido a mensagem a aparecer é “Não foi possível registar o pedido” (Figura 56 (b)). Quando o utilizador clica no botão OK e não foi introduzido o login aparece a mensagem “Deve introduzir o login”.



(a)

(b)

(c)

Figura 56 – Ecrãs com mensagens de texto: (a) Mensagem quando o utilizador efectua o pedido para uma nova *password*; (b) Mensagem quando o utilizador introduz incorrectamente o login; (c) Mensagem quando o utilizador não introduz o login.

C- Instalação dos componentes para usar a biblioteca SMSLib

Foi utilizada a biblioteca SMSLib, versão 3.4.6. No entanto para ser possível a utilização desta biblioteca é necessário instalar o SUN Java Comm versão 2, o Apache Ant 1.8.1 e o Apache log4j versão 1.2.16. A instalação destes componentes teve em consideração o sistema operativo Windows.

O SUN Java Comm versão 2 disponibiliza três ficheiros: javax.comm.properties, win32com.dll e comm.jar. O ficheiro comm.jar deve ser colocado na directoria *JDK/jre/lib/ext*, o ficheiro *Javax.comm.properties* na directoria *JDK/jre/lib* e o win32com.dll na directoria *JDK/jre/Bin*. *JDK* corresponde à directoria onde foi instalado o JDK do java. Em seguida é necessário configurar a variável de ambiente CLASSPATH com o caminho para o ficheiro comm.jar.

O apache Ant versão 1.8.1 é uma pasta compactada, para a instalação desta ferramenta é necessário descompactar a pasta (por exemplo descompactar a pasta para c:\ant), adicionar uma variável de ambiente ANT_HOME e indicar o caminho para a pasta descompactada (para o exemplo anterior: c:\ant\), na variável de ambiente PATH deve ser indicado o caminho para a pasta bin (c:\ant\bin).

A instalação do Apache log4j versão 1.2.16 é realizada pela inclusão do caminho do ficheiro log4j-a.2.16.jar na variável de ambiente CLASSPATH.

D-Web Service

Os métodos disponíveis pelo *Web Service* e o respectivo número de parâmetros e valores devolvidos encontram-se definidos neste anexo.

1. Login

Este método autentica o utilizador no sistema, usando as credenciais do sistema SBS. A *password* deverá ser enviada encriptada com o algoritmo MD5. Este método devolve 1 em caso de sucesso no *login* e -1 em caso de insucesso. A **Tabela 11** representa os parâmetros e os possíveis valores devolvidos pelo método `login.php`.

Método	Login.php
Parâmetro 1	Username=<login>
Parâmetro 2	Password=<md5(password)>
Resultado	1 (Sucesso) -1 (Erro)

Tabela 11 – Método Login com indicação de parâmetros e possíveis valores devolvidos.

Considerando que o *login* do utilizador é `exemplo@company.com`, e a *password* encriptada com o método MD5 é `8eb90ec152bd30f4a53f15bf805783dc`, a chamada ao método `login` é:
`login.php?username=exemplo@company.com&password=8eb90ec152bd30f4a53f15bf805783dc`

2. Status

Este método devolve a disponibilidade das bicicletas numa determinada estação. Ao efectuar o pedido a este método é necessário indicar o identificador da estação e se pretende receber informação de outra estação, através do valor 1. Caso haja sucesso no pedido, é devolvida diversas informações, tal como representado na Tabela 13. Devolve -1 em caso de insucesso no pedido. A Tabela 12 representa os parâmetros e os possíveis valores devolvidos pelo método `login.php`.

Método	status.php
Parâmetro 1	id=<id>
Parâmetro 2	alt=<alternativa> Alternativa recebe 0 ou 1

Resultado	Ver Tabela 13 (Sucesso) -1 (Erro)
-----------	--------------------------------------

Tabela 12 – Método Status com indicação dos parâmetros e possíveis valores devolvidos.

Caso haja sucesso no pedido, é devolvida o seguinte:

id_estacao	ID da Estação (escolhida ou a alternativa)
@	Separa o ID da Estação do resto da informação
id_hub	ID da doca (Estrutura onde são colocadas as Bicicletas)
	Separador dos campos informativos (id_hub, id_slot e status)
id_slot	ID do posto onde está a Bicicleta
/	Separador do ID do posto e do N° de postos
n_slots	N° Total de postos na doca
	Separador dos campos informativos (id_hub, id_slot e status)
status	Estado do posto (0 = vazio, 1 = com bicicleta)
#	Separador dos postos

Tabela 13 – Valores devolvidos pelo método Status em caso de sucesso na obtenção da informação.

Tendo em conta que o utilizador seleccionou a estação 1 e que não pretende receber a disponibilidade de outra estação caso a indicada não tenha bicicletas disponíveis, a chamada ao método é: `status.php?id=1&alt=0`. No caso de existir sucesso na resposta do método uma possibilidade de resposta seria: `1@1|1/6|0#1|2/6|1#1|3/6|0#1|4/6|0#1|5/6|0#1|6/6|1#2|1/6|0#2|2/6|0#2|3/6|0#2|4/6|1#2|5/6|1#2|6/6|0`.

No caso da informação devolvida, os postos 2 e 6 da doca 1 os postos 4 e 5 da doca 2 há bicicletas (células a verde na **Tabela 14**).

Estado	Posto 1/6	Posto 2/6	Posto 3/6	Posto 4/6	Posto 5/6	Posto 6/6
Doca 1	0	1	0	0	0	1
Doca 2	0	0	0	1	1	0

Tabela 14 – Indicação da disponibilidade em cada posto.

3. Mapa

O método Mapa serve para obter a disponibilidade das Estações e respectivas coordenadas geográficas. Este método não necessita de parâmetros. Em caso de sucesso no pedido é

devolvido um texto com diversas informações (Tabela 16). A Tabela 15 indica os possíveis valores devolvidos.

Método	Mapa.php
Resultado	Ver Tabela 16 (Sucesso) -1 (Erro)

Tabela 15 - Método Status com indicação dos possíveis valores devolvidos.

Caso haja sucesso no pedido, é devolvido um texto com o seguinte:

Id_estacao	ID da Estação
	Separa o ID da Estação do resto da informação
Nome_estacao	Nome da Estação
	Separador dos campos
Morada_estacao	Morada da Estação
	Separador dos campos
latitude	Latitude
	Separador dos campos
longitude	Longitude
	Separador dos campos
Hora_abertura	Hora de Abertura da Estação
	Separador dos campos
Hora_fecho	Hora de Fecho da Estação
@	Separador de Tipos de Informação
id_hub	ID da doca
	Separador dos campos informativos (id_hub, id_slot e status)
id_slot	ID do posto onde está a Bicicleta
/	Separador do ID do posto e do N° de postos
n_slots	N° Total de postos na doca
	Separador dos campos informativos (id_hub, id_slot e status)
status	Estado do posto (0 = vazio, 1 = com bicicleta)

Tabela 16 - Valores devolvidos pelo método Mapa em caso de sucesso na obtenção da informação.

Como a chamada do método não necessita de parâmetros, a chamada ao método é: map.php

No caso de obter sucesso na invocação do método, um possível resultado seria:

1|IPL|R. General Norton de Matos|39.736733|-8.811454|08:00:00|22:00:00@1|1/6|0#1|2/6|1#1|3/6|0#1|4/6|0#1|5/6|0#1|6/6|1#2|1/6|0#2|2/6|0#2|3/6|0#2|4/6|1#2|5/6|1#2|6/6|0_2|Campus 2|R. do Alto do Vieiro, 2400 Leiria|39.734452|-8.822064|08:00:00|22:00:00@1|1/6|0#1|2/6|0#1|3/6|0#1|4/6|1#1|5/6|0#1|6/6|1#2|1/6|1#2|2/6|0#2|3/6|1#2|4/6|0#2|5/6|1#2|6/6|0_3|Posto 1|Parque de Estacionamento do Mercado Sant\Ana|39.742517|-8.807564|08:00:00|22:00:00@_4|Posto 2|CIA (Junto ao Jardim de Sto Agostinho)|39.741366|-8.802302|08:00:00|22:00:00@_5|Posto 3|Ludoteca (Parque da Cidade)|39.747239|-8.801755|08:00:00|22:00:00@_6|Posto 4|Parque de estacionamento da Fonte Quente|39.746307|-8.802881|08:00:00|22:00:00@_7|Posto 5|Municipal - Porta 2|39.750085|-8.812366|08:00:00|22:00:00@

4. Registo de Anomalias

O método malfunction permite ao utilizador registar uma anomalia do sistema. A Tabela 17 representa os parâmetros e possíveis valores devolvidos.

Método	malfunction.php
Parâmetro 1	malfuncion_id=<id_anomalia>
Parâmetro 2	kiosk=<id_estacao>
Parâmetro 3	hub=<id_doca>
Parâmetro 4	slot=<id_posto>
Parâmetro 5	bike=<num_bicicleta>
Parâmetro 6	Username=<login>
Parâmetro 7	Description=<descrição>
Resultado	1 (Sucesso) -1 (Erro)

Tabela 17 - Método malfunction com indicação dos parâmetros e possíveis valores devolvidos.

O ID da Anomalia será obtido através da base de dados da aplicação. O identificador da estação é obrigatório, no enquanto o identificador do posto, o identificador da doca e o número da bicicleta são facultativos. O *login* é necessário para identificar o autor do registo da anomalia. Considerando que o utilizador preenche todos os campos, um exemplo à chamada do método malfunction seria: malfunction.php?malfuncion_id=1&kiosk=1&hub=1&slot=1&bike=9&username=example@company.com&description=Pneu_dianteiro_vazio.

5. Alterar password

O método change_password permite ao utilizador alterar a sua *password* de acesso ao sistema

SBS. É necessária a *password* antiga e a nova, bem como o *login*. Ambas as *passwords* deverão estar encriptadas (MD5). O método devolve 1 em caso de sucesso ao alterar a *password* e -1 em caso de insucesso. A Tabela 18 representa os parâmetros e possíveis valores devolvidos.

Método	change_password.php
Parâmetro 1	old_password=<password antiga>
Parâmetro 2	New_password=<password nova>
Parâmetro 3	Username=<login>
Resultado	1 (Sucesso) -1 (Erro)

Tabela 18 - Método change_password com indicação dos parâmetros e possíveis valores devolvidos.

Um possível exemplo para a chamada do método change_password seria: change_password.php?old_password=149603e6c03516362a8da23f624db945&new_password=22af645d1859cb5ca6da0c484f1f37ea&username=example@company.com.

6. Pedir nova password

Caso o utilizador se tenha esquecido da *password*, pode obter uma nova. Ao ser efectuado um pedido para nova *password*, o sistema envia um e-mail ao utilizador para que este o confirme. Neste e-mail são enviados duas hiperligações únicas, uma que confirma o pedido, outra que cancela. Vinte e quatro horas após o envio do e-mail e caso o utilizador não efectua nenhuma das operações, o pedido é cancelado. O método devolve 1 em caso de sucesso ao efectuar o pedido e -1 em caso de insucesso. A Tabela 19 representa os parâmetros e possíveis valores devolvidos.

Método	reset_password.php
Parâmetro 1	Username=<login>
Resultado	1 (Sucesso) -1 (Erro)

Tabela 19 - Método `reset_password` com indicação dos parâmetros e possíveis valores devolvidos.

Considerando que o *login* do utilizador seria `example@company.com`, a chamada ao método para obter nova *password* é: `reset_password.php?username=example@company.com`

7. Reserva

O método Reserva permite efectuar a reserva de uma bicicleta numa determinada estação. É necessária a identificação do utilizador, o *login*, e a estação onde se pretende efectuar a reserva. Quando é feita a reserva da bicicleta, o utilizador tem 15 minutos até retirar a bicicleta do posto, após esse tempo a bicicleta deixa de estar reservada. . O método devolve 1 em caso de sucesso ao efectuar a reserva e -1 em caso de insucesso. A Tabela 20 representa os parâmetros e possíveis valores devolvidos.

Método	<code>reserva.php</code>
Parâmetro 1	<code>username=<login></code>
Parâmetro 2	<code>kiosk=<id_estacao></code>
Resultado	1 (Sucesso) -1 (Erro)

Tabela 20 - Método reserva com indicação dos parâmetros e possíveis valores devolvidos.

Considerando que o *login* do utilizador é `example@company.com` e a estação escolhida a 1, a chamada ao método é: `reserva.php?username=example@company.com&kiosk=1`.