



**Tiago João
Cabecinhas Ferreira**

Gestão de Frotas. Infraestrutura Tecnológica



**Tiago João
Cabecinhas Ferreira**

Gestão de Frotas. Infraestrutura Tecnológica

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestrado em Engenharia Mecânica, realizada sob orientação científica de José Paulo Santos, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

O júri / The jury

Presidente / President

Prof. Doutor Doutora Margarida Isabel Cabrita Marques Coelho
Professora Auxiliar Convidada da Universidade de Aveiro da Universidade de Aveiro

Vogais / Committee

Prof. Doutor José Paulo Santos
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro (orientador)

Prof. Doutor Ana Maria César Bastos Silva
Professora Auxiliar da Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra

**Agradecimentos /
Acknowledgements**

À minha família, por todo o apoio e paciência durante o meu percurso académico.

Ao meu orientador, Prof. José Paulos Santos, por todos os conselhos e apoio que me foi prestando ao longo desta dissertação.

Aos meus colegas de trabalho no Laboratório de Sistemas Flexíveis de Produção, por toda a ajuda e companhia ao longo dos últimos tempos.

Ao Sérgio Ramos, por toda a disponibilidade e paciência que teve para me ajudar a resolver muitos dos meus problemas.

Palavras-chave

Gestão de Frotas; GPS; centralina; OBD; smartphone; Android.

Resumo

O estado atual da economia obriga as empresas a minimizarem ao máximo despesas desnecessárias para que consigam assegurar a sua sustentabilidade. No caso de empresas com frota de veículos, pequenas mudanças nos hábitos de condução dos empregados podem resultar em grandes poupanças no final de cada ano, bem como uma grande diminuição na emissão de poluentes, preocupação cada vez mais crescente a nível global. Para que se possam implementar medidas corretivas é necessário, primeiramente perceber onde se pode intervir. Para isso foi desenvolvido um protótipo capaz de recolher dados de um veículo e, posteriormente, fazer uma análise dos mesmos. Para se conseguir atingir os objetivos pretendidos foram desenvolvidas duas aplicação distintas: uma para smartphones Android e outra para PC. A primeira tem como função fazer a recolha dos dados do veículo, sendo para isso necessário levar o telemóvel com a aplicação ligada durante todo o percurso. Existe ainda a possibilidade de acrescentar módulos extra para ligar ao telemóvel por Bluetooth e USB. Com todo o hardware instalado, a aplicação é capaz de recolher dados GPS, como posição ou velocidade, dados da centralina via bluetooth, como regime do motor ou velocidade, e ainda se podem instalar outros sensores no veículo, estes ligados ao módulo USB. A aplicação para PC é usada para fazer a análise dos dados recolhidos, permitindo fazer gráficos, comparações de dados e ainda criar ficheiros que são depois exportados para o Google Earth e onde é possível ver qual o trajeto percorrido pelo veículo.

Keywords

Fleet Managment; GPS; OBD; ECU; smartphone; Android.

Abstract

Today's economical state forces companies to minimize their unnecessary expenses to the maximum so they can ensure their sustainability. In the case of companies with a fleet of vehicles, small changes in their employees habits can result in big savings at the end of the year, as well as reductions in the emission of pollutants, that as been becoming a big concern worldwide. For companies to take corrective measures, they first need to know we they can intervene. For that, it was developed a prototype capable of collecting data from a vehicle and, after that, analyse it. To achieve this, two applications were develop: one for Android smartphones and another for PC. The first one as the function of collecting data from the vehicle, being necessary to place the smartphone inside the vehicle during the trip. There is also the possibility of adding extra modules that connect to the smartphone by Bluetooth and USB. With all the hardware connected, the application is capable f collecting GPS data, like position or speed, data from the vehicle's ECU via bluetooth, such as engine's RPMs or vehicle speed, and there is also the possibility of adding new sensors, connected via USB. The PC application is used to analyse the collected data, allowing the user to create graphs, compare data e create file that can be loaded in Google Earth where is possible to see the root took by the vehicle.

Conteúdo

| | | |
|-----------|---|-----------|
| I | Enquadramento | 1 |
| 1 | Introdução | 3 |
| 1.1 | Enquadramento do Projeto | 3 |
| 1.2 | Motivação | 4 |
| 1.3 | Objetivos | 5 |
| 1.3.1 | Objetivos Específicos | 5 |
| 1.4 | Estrutura da Dissertação | 6 |
| 2 | Gestão de Frotas | 7 |
| 2.1 | Tecnologias de Suporte | 8 |
| 2.1.1 | GPS - Global Positioning System | 8 |
| 2.1.2 | OBD - <i>On-Board Diagnostics</i> | 11 |
| 2.1.3 | Android | 12 |
| 2.1.4 | Bluetooth | 14 |
| 2.1.5 | GSM | 15 |
| 2.2 | Consumo Energético e Emissão de Poluentes | 17 |
| II | Solução Proposta | 19 |
| 3 | Conceptualização e Desenho do Protótipo | 21 |
| 3.1 | Requisitos do Sistema | 22 |
| 3.1.1 | Requisitos da aplicação Smartphone | 22 |
| 3.1.2 | Requisitos da aplicação de PC | 23 |
| 3.2 | Casos de Utilização | 23 |
| 3.2.1 | Descrição dos atores | 23 |
| 3.2.2 | Descrição dos Casos de Utilização | 23 |
| 3.2.3 | Especificações Suplementares | 32 |
| 4 | Implementação do Protótipo | 35 |
| 4.1 | Considerações iniciais | 35 |
| 4.2 | Implementação do protótipo | 35 |
| 4.2.1 | Aplicação <i>smartphone</i> | 36 |
| 4.2.2 | Aplicação PC | 39 |

| | | |
|------------|---------------------------------------|-----------|
| III | Conclusões e Trabalhos Futuros | 45 |
| 5 | Conclusões | 47 |
| 6 | Trabalhos Futuros | 49 |
| 7 | Anexos | 53 |

Lista de Tabelas

| | | |
|------|---|----|
| 2.1 | Pinos e respectivas funções | 12 |
| 2.2 | Pinos necessários a cada protocolo (x - presente; o - opcional) | 12 |
| 3.1 | Descição dos atores de cada módulo do sistema. | 23 |
| 3.2 | CaU1 - Login | 24 |
| 3.3 | CaU2 - Logout | 25 |
| 3.4 | CaU3 - Ligação à centralina | 26 |
| 3.5 | CaU4 - Alterar PID | 27 |
| 3.6 | CaU5 - Criação de gráficos | 28 |
| 3.7 | CaU6 - Comparação de dados | 29 |
| 3.8 | CaU7 - Exportar dados GPS para o Google Maps | 30 |
| 3.9 | CaU8 - Guardar análise de dados | 31 |
| 3.10 | Requisitos de interface e usabilidade | 32 |

Lista de Figuras

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | Representação esquemática do efeito de Doppler [6]. | 8 |
| 2.2 | Satélite <i>Transit 1B</i> [9]. | 9 |
| 2.3 | Esquema de funcionamento do rastreamento de posição de um veículo [11]. | 10 |
| 2.4 | Representação esquemática da ficha de ligação ao OBD II [12]. | 11 |
| 2.5 | Logótipo do sistema operativo móvel Android [16]. | 13 |
| 2.6 | Arquitetura do sistema operativo móvel Android [17]. | 13 |
| 2.7 | Arquitetura da rede GSM [24]. | 16 |
| 2.8 | Evolução dos consumos de combustíveis ao longo dos anos em Portugal [26]. | 17 |
| 2.9 | Emissões de gases de estufa por setor em Portugal [27]. | 18 |
| 3.1 | Representação geral do protótipo a implementar. | 21 |
| 3.2 | Representação do protótipo pretendido. | 22 |
| 3.3 | Diagrama de casos de utilização da aplicação para smartphone Android. . | 24 |
| 3.4 | Diagrama de atividade dos casos de utilização "login" e "logout". | 25 |
| 3.5 | Diagrama de atividade do caso de utilização "ligação à centralina". | 26 |
| 3.6 | Diagrama de atividade do caso de utilização "Alterar PID". | 27 |
| 3.7 | Diagrama de casos de utilização da aplicação para PC. | 28 |
| 3.8 | Diagrama de atividade do caso de utilização "criação de gráficos". | 29 |
| 3.9 | Diagrama de atividade do caso de utilização "comparação de dados". . . . | 30 |
| 3.10 | Diagrama de atividade do caso de utilização "exportar dados GPS para o Google Maps". | 31 |
| 3.11 | Diagrama de de atividade do caso de utilização "guardar análise de dados". | 32 |
| 4.1 | Janela de login da aplicação. | 36 |
| 4.2 | Janela de recolha de dados. | 37 |
| 4.3 | Janela com os dispositivos ao alcance do bluetooth. | 37 |
| 4.4 | Janela das opções. | 38 |
| 4.5 | Janela de diálogo para escolher quais os dados a recolher da centralina. . . | 38 |
| 4.6 | Janela inicial da aplicação para PC. | 40 |
| 4.7 | Janela de apresentação de gráficos. | 41 |
| 4.8 | Janela de gráficos com zoom definido. | 41 |
| 4.9 | Janela de comparação sem ficheiros escolhidos. | 42 |
| 4.10 | Janela de comparação com dados. | 42 |
| 4.11 | Trajeto desenhado no Google Maps. | 43 |

Parte I

Enquadramento

Capítulo 1

Introdução

O desenvolvimento das vias rodoviárias fazem com que, cada vez mais, estas sejam as escolhidas para efetuar o transporte de mercadorias e de passageiros. Tanto para o transporte a nível interno como externo, este é o meio mais utilizado.

Entre 2005 e 2009, a rede nacional de estradas foi aumentada em 451 km, sendo que 122 km foram adicionados no último ano. A rede nacional de estradas aumentou, em média, 1% por ano. Já a rede de auto-estradas tem vindo a aumentar a um ritmo muito superior, situado na casa dos 3.7% [1].

Em Portugal, cerca de 91.3% do transporte interno de mercadoria é garantido pela via rodoviária, sendo que aos transportes marítimo e ferroviário representam 5.3% e 3.4%, respetivamente [2].

Estes números tão elevados fazem com que os gastos com os transportes rodoviários a nível energético e a nível de funcionários sejam muito elevados, sendo também importante não esquecer todo o impacto a nível da saúde pública e a nível ambiental que estes acarretam.

A poluição atmosférica por parte dos veículos é um grande problema. Apesar de os regulamentos serem cada vez mais apertados, ainda há um grande caminho a percorrer. Alguns dos principais poluentes emitidos pelos veículos são o CO₂, o SO₂ e os NO_x, sendo que o CO₂ é o mais visado na legislação.

Uma das formas mais fáceis de prever as emissões de CO₂ é relacioná-las com o consumo de combustível, pois estas são diretamente proporcionais. Um aumento/diminuição de 1% no consumo de combustível resulta num aumento/diminuição de 1% nas emissões de CO₂ [3].

Apesar de já existirem políticas impostas pela UE em relação a estes problemas, ainda há um grande caminho a percorrer para aumentar a sustentabilidade deste meio de transporte, sendo a monitorização dos veículos uma das medidas a curto prazo mais viáveis.

1.1 Enquadramento do Projeto

A gestão de frotas é cada vez mais um recurso que as empresas usam para minimizarem os custos associados à utilização de veículos, aumentando ao mesmo tempo a produtividade da mesma. Com este tipo de sistemas é possível recolher em tempo real dados referentes ao uso do veículo, tais como velocidades, percursos ou locais e tempos

de paragem. Assim, a equipa de gestão de uma empresa pode tomar medidas corretivas com vista a otimizar o uso da sua frota.

Existem no mercado diversas soluções para este problema. Todas elas disponibilizam tanto *hardware* como software capaz de fazer recolher e analisar dados referentes ao uso dos veículos. A grande lacuna da maior parte dos sistemas existentes prende-se com o facto de estes apenas se focarem na recolha de dados de localização por GPS. Apesar de este ser um dos principais pontos de foco na gestão de uma frota de veículos, existem ainda pontos que podem ser explorados para que se consiga extrair todo o potencial de uma frota de veículos, conseguindo ainda reduzir os custos associados aos mesmos. Dados disponibilizados pela centralina do veículo, como por exemplo, o regime do motor, podem ajudar a fazer uma análise mais profunda à frota e, conseqüentemente, ajudar a tomar decisões sobre quais os pontos onde é necessário intervir. Uma vez que os sistemas disponíveis no mercado usam *hardware* construído especificamente para o efeito, não é possível adicionar novas funcionalidades, o que limita bastante a sua possibilidade de receber melhorias.

Com a implementação deste tipo de sistemas usando um smartphone este problema pode facilmente ser contornado, uma vez que este dispõe de interfaces de comunicação com o exterior possibilitando assim a implementação de novos componentes de *hardware* para que se consigam recolher mais dados. Outra grande vantagem é que toda a integração do *hardware* já está feita, quer a parte do processamento quer a interface com o utilizador, o ecrã. Existe ainda uma outra grande vantagem. Usando um telemóvel para fazer a recolha, este telemóvel pode ser aquele que é atribuído ao motorista e que este usa para efetuar contatos com a empresa ou com os clientes. Assim, é apenas necessário fazer um investimento, e uma vez que hoje em dia existem telemóveis com todas as capacidades necessárias à implementação do sistema a preços bastante reduzidos, é possível ainda poupar neste campo.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo desenvolver uma aplicação para *smartphones* Android, aproveitando todas as capacidades que estes possuem como antena GPS, GSM, *Bluetooth*, USB, grande capacidade de armazenamento e ecrã para interação com o utilizador. O facto de todo o *hardware* necessário já estar pronto e de a programação permitir uma abstração do mesmo faz com que o desenvolvimento se torne mais fácil, sendo assim possível reduzir os custos de implementação.

1.2 Motivação

A conjuntura económica atual obriga a que não se possam cometer falhas na gestão de uma frota de veículos, sob pena de perderem grandes quantidades de dinheiro desnecessariamente. Uma correta gestão faz com que tanto a produtividade como os lucros sejam aumentados, dando assim espaço para que a empresa possa crescer e praticar preços mais competitivos.

Para que se possa ter uma melhor perceção de onde se pode intervir, é necessário um sistema de gestão de frotas que permita recolher todos os dados necessários. Estes sistemas são compostos por duas partes: uma que é colocada no veículo para efetuar a recolha dos dados e outra que se situa na empresa para fazer o armazenamento e análise dos mesmos.

Os sistemas que se implementam nos veículos são constituídos por um módulo GPS

para fazer recolha de posição, velocidade e tempos de marcha/paragem, um módulo GSM para permitir que se possa comunicar com o aparelho e obter dados em tempo real, um módulo para armazenar dados temporariamente e uma interface gráfica para o utilizador (tipo PDA). Pode ainda haver uma interface para comunicar com a centralina através da porta ODB (On-Board Diagnostics), permitindo obter dados como consumos, regime do motor ou emissões de poluentes. Do lado da empresa, uma aplicação de computador permite armazenar e organizar os dados, ver gráficos, alertar para possíveis problemas, etc.

Uma vez que para construir o dispositivo a implementar nos veículos são necessários vários módulos independentes, é necessário escolher entre as muitas soluções existentes no mercado e depois proceder à sua montagem e entender os protocolos de comunicação que cada um usa. Isto pode levar a dificuldades de desenvolvimento e, conseqüentemente, problemas de funcionamento e aumento do preço do produto final.

Nesta dissertação tem-se como principal motivação o desenvolvimento de uma infraestrutura tecnológica capaz de recolher todos os dados necessários, tendo como base um *smartphone* Android, uma vez que estes são, atualmente, autênticos computadores em miniatura e já possuem todos os módulos necessários à recolha de dados, facilitando assim o desenvolvimento da solução. Isto, aliado ao facto de se conseguir um *smartphone* com todas estas características por preços bastante reduzidos, tornam esta solução bastante competitiva em relação aos produtos existentes no mercado.

1.3 Objetivos

O principal objetivo desta dissertação é conceber uma nova solução para aquisição de dados em frotas de veículos, capaz de fazer frente às soluções já existentes no mercado, mas com a particularidade de usar apenas um *smartphone* Android, ajudando assim a baixar os custos associados à implementação deste tipo de sistemas.

Para isso, a solução a criar deve ser capaz de registar dados do GPS (latitude, longitude e velocidade), recolher informações da centralina (regime do motor, consumos, emissão de poluentes, etc), conseguir fazer comunicação com o exterior por GSM, ter a capacidade de serem ligados módulos suplementares por USB, que irão permitir ao utilizador ligar, por exemplo, sensores extra que sejam necessários, e ainda possuir uma interface gráfica simples de utilizar para que qualquer pessoa sem qualquer tipo de qualificação a consiga usar.

Pretende-se ainda desenvolver uma aplicação para computador, em Visual Basic, para que se possam visualizar e armazenar os dados recolhidos e uma aplicação Web onde se possa, em tempo real e em qualquer lugar, aceder aos dados provenientes das viaturas.

1.3.1 Objetivos Específicos

Para que se consigam obter todos os requisitos, o protótipo desenvolvido resulta de:

1. Desenvolvimento de uma aplicação Android capaz de adquirir dados do GPS, dados da centralina (via *Bluetooth*), possuir uma interface USB para ligar módulos externos, possuir uma interface gráfica de fácil utilização e ainda permitir o armazenamento de todos os dados.

2. Desenvolvimento de uma aplicação em Visual Basic para que se possa fazer a visualização, tratamento e armazenamento dos dados recolhidos dos veículos, armazenando tudo em base de dados.

1.4 Estrutura da Dissertação

Feita uma breve introdução no início do presente capítulo e após o enquadramento e a definição dos objetivos a serem realizados nesta tese, seguem-se:

- **Capítulo 2 - Gestão de Frotas:** Exploração inicial dos conceitos por detrás da gestão de frotas.

Este capítulo tem como principal objetivo ajudar a compreender melhor para que servem os sistemas de gestão de frotas, como são implementados e como funciona a aquisição de dados. Será ainda feita uma análise aos sistemas já presentes no mercado.

- **Capítulo 3 - Conceptualização e Desenho do Protótipo:** Apresentação do método de desenvolvimento a usar para a criação do protótipo.

Neste capítulo serão descritos os requisitos que o sistema deve possuir, bem como todas as suas funcionalidades. Será também apresentada uma visão geral do funcionamento sistema, incluindo as formas de interação entre cada um dos módulos a serem desenvolvidos.

- **Capítulo 4 - Implementação do Protótipo:** Descrição do processo de implementação do protótipo.

Este capítulo será dedicado à apresentação do trabalho desenvolvido e à forma como foi implementado. Será explicada a forma de funcionamento de cada uma das plataformas desenvolvidas bem como a verificação do cumprimento dos requisitos pré-estabelecidos.

- **Capítulo 5 - Conclusões e Trabalhos Futuros:** Apresentação das conclusões tiradas após a elaboração desta dissertação e apresentação de sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Gestão de Frotas

Gestão de frotas é um termo usado para descrever um conjunto de soluções que podem ser aplicadas a frotas de veículos. Estas soluções são desenvolvidas como forma de corrigir erros que estejam a ser cometidos pela empresa que possui os veículos, permitindo assim otimizar o funcionamento dos mesmos, reduzindo assim desperdícios, quer a nível de mão-de-obra quer a nível de gastos com as viaturas. Estas soluções têm normalmente como base um dispositivo que se coloca no veículo e que faz recolha de dados, como posição ou velocidade, sendo depois essa informação comunicada a uma aplicação que se encontra na empresa permitindo fazer a análise desses mesmos dados.

Os veículos de transporte de mercadorias desempenham um papel fundamental na economia europeia, existindo em circulação 34.6 milhões de veículos comerciais na UE23+2 em 2007. Os camiões de média e grande dimensões representam um total de 75% de todos os transportes de mercadorias realizados por meios terrestres, formando uma industria de mais de 250 mil milhões de euros. Também os veículos ligeiros de mercadorias desempenham um papel de enorme importância, sendo eles responsáveis pelas deslocações de trabalhadores móveis e distribuição de bens, existindo cerca de 27.9 milhões dos mesmos a circular pelas estradas.

Apesar das dificuldades económicas que assolam a Europa, este sector tem vindo a crescer ano após ano. Uma vez que não existe muito dinheiro para investir, é necessário fazer investimentos inteligentes. Aplicar um sistema de gestão de frotas pode ser um desses investimentos, pois pode, a curto prazo, ajudar a rentabilizar e a reduzir custos com as frotas.

Um estudo independente realizado pela Berg Insight prevê um crescimento do uso deste tipo de sistemas situado nos 21.7% ao ano, passando de 1.5 milhões de unidades instaladas em 2009 para 4 milhões em 2014 [4].

Existem já no mercado inúmeras soluções de gestão de frotas. Os benefícios que este tipo de soluções apresentam são bastante significativos, nomeadamente no que mais interessa à maior parte das empresas: redução dos custos com as frotas. Um estudo mostra que, numa empresa, a redução de custos com combustíveis foi de 35%. Estas poupanças foram conseguidas pois passou a haver um maior controlo de rotas e uso dos veículos, permitindo assim acabar com usos indevidos dos veículos por parte dos condutores, bem como, por exemplo, controlo de tempos de paragens, permitindo assim uma maior otimização da frota. [5]. O correto uso dos veículos pode levar ainda a outras poupanças. Se os veículos percorrerem apenas os percursos designados, também os custos com manutenções dos veículos diminuem.

2.1 Tecnologias de Suporte

2.1.1 GPS - Global Positioning System

O GPS foi desenvolvido e é mantido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América. Este sistema foi desenvolvido para fins militares mas pode ser usado por qualquer pessoa, em qualquer parte do mundo, desde que esta possua um receptor GPS.

Tudo começou com o lançamento do *Sputnik 1*, um satélite artificial russo que foi o primeiro criado e posto em órbita pelo Homem, em 1957. Após o lançamento, dois cientistas do Laboratório de Física Aplicada da Universidade Johns Hopkins, Williem Guier e George Weiffenbach, decidiram monitorizar as transmissões de rádio do satélite. Em poucas horas perceberam que, através do efeito de Doppler, eram capazes de saber qual era a posição do mesmo. Este efeito é o mesmo que se pode observar quando existe um objeto em movimento a aproximar-se ou a afastar-se, sendo perceptível a mudança de frequência do som emitido. Este fenómeno pode ser melhor compreendido pela representação na 2.1.

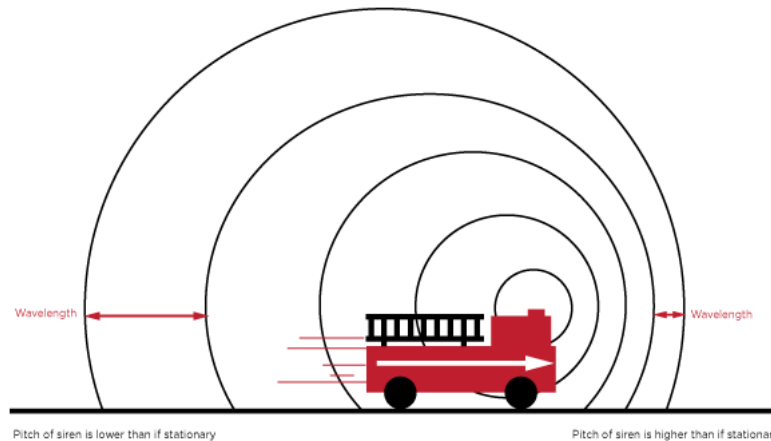


Figura 2.1: Representação esquemática do efeito de Doppler [6].

A partir deste ponto, o objetivo passou a ser conseguir o inverso: sabendo qual a posição do satélite, determinar qual a localização exata na Terra. Esta investigação levou ao aparecimento do primeiro sistema de navegação por satélite, o *Transit*. O desenvolvimento deste sistema começou em 1958, sendo que o primeiro protótipo, o *Transit 1A*, foi lançado em Setembro de 1959 mas a missão falhou pois o satélite não ficou em órbita [7]. Alguns meses após a primeira tentativa, o segundo protótipo, *Transit 1B*, visível na figura 2.2, foi lançado com sucesso em Abril de 1960 [8]. Os testes foram bem sucedidos e o sistema foi posto ao serviço das forças navais em 1964.

Com a crescente corrida ao armamento durante a Guerra Fria, os Estados Unidos viram no GPS um investimento necessário para poderem responder com eficácia à ameaça das armas nucleares soviéticas. Conseguindo fixar com precisão a posição onde se encontravam as armas inimigas e conseguir fazer com que um míssil fosse capaz de acertar nesse preciso local era uma vantagem enorme. Assim, uma vez que os mísseis soviéticos se encontravam maioritariamente em terra, a sua localização era facilmente fixada. Já os EUA possuíam grande parte do seu armamento nuclear nos seus submarinos. Com o



Figura 2.2: Satélite *Transit 1B* [9].

desenvolvimento do GPS, os submarinos, ao emergirem, eram capazes de fixar a sua posição em poucos minutos em qualquer ponto do globo, o lhes dava uma enorme vantagem [10].

Entretanto, os engenheiros Ivan Getting e Bradford Parkinson começaram a liderar um projeto do Departamento de Defesa que tinha como objetivo providenciar informações de navegação contínuas, resultando desse esforço o NAVSTAR GPS, em 1973, que é agora o conhecido GPS. Este sistema é constituído por 24 satélites, cujos lançamentos começaram em 1978 e foram concluídos em 1995. Estes satélites orbitam a terra a cerca de 19300 km de altitude, completando uma volta à Terra a cada 12 horas. Os satélites emitem sinais de rádio para a Terra com informação sobre a sua localização e ainda o tempo exato a que o sinal foi emitido (em cada satélite está presente um relógio atómico). Calculando a diferença de tempo entre os sinais recebidos de quatro ou mais satélites é possível saber qual a posição do recetor com uma precisão de apenas alguns metros ou até menos. A partir do ano 2000, quando os sinais emitidos passaram a poder ser usados por civis, esta tecnologia passou a estar presente em todo o lado, desde barcos de pescas, veículos pessoais de transporte ou mesmo pequenos aparelhos portáteis como telemóveis ou relógios. Existem ainda outras aplicações para o GPS. Os meteorologistas usam-no para medir a velocidade do vento analisando os sinais à medida que estes passam pela atmosfera; os geólogos usam-nos para estudar terremotos; técnicos usam-nos para sincronizarem tempos em redes financeiras.

Rastreamento da Posição do Veículo

O rastreamento da posição de um veículo é conseguido através da implementação no mesmo de um dispositivo com um receptor GPS, conseguindo assim fazer a recolha da posição em que se encontra o veículo, bem como a sua velocidade instantânea. Esta informação é depois enviada para a central da empresa, onde os dados recolhidos são

armazenados para futura análise. Esta é uma das implementações de gestão de frotas mais usadas atualmente pela sua simplicidade e eficácia, uma vez que permite desde logo perceber se os veículos estão a percorrer os trajetos definidos ou se estão a ser usados indevidamente. A figura 2.3 permite ter uma ideia geral do funcionamento de um sistema deste tipo.

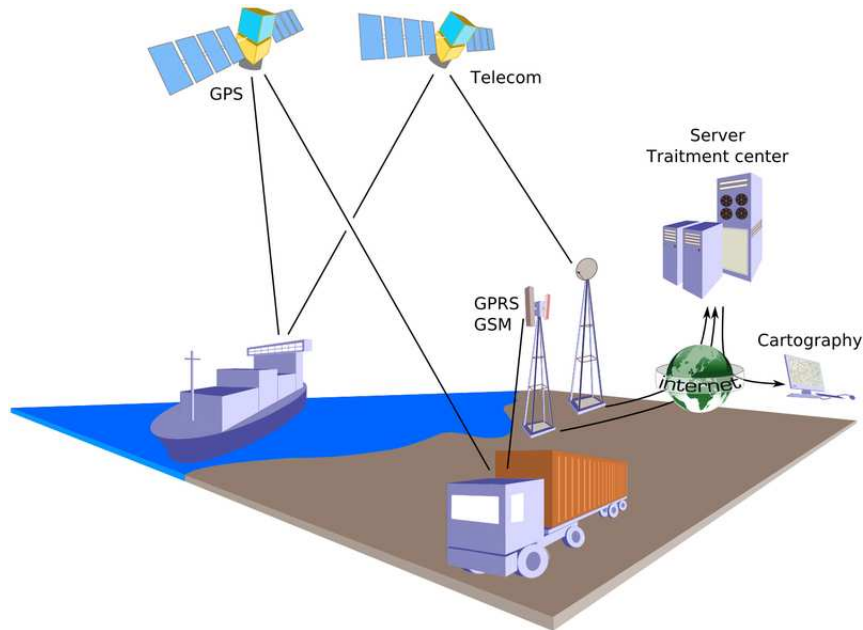


Figura 2.3: Esquema de funcionamento do rastreamento de posição de um veículo [11].

O rastreio pode ser de dois tipos: passivo ou ativo. O rastreio passivo consiste em fazer a recolha de dados em modo *offline*, ou seja, todos os dados recolhidos são armazenados pelo dispositivo presente no veículo e quando este volta à central, o dispositivo é removido e a informação nele contida é descarregada para um computador. Este processo também pode ser feito por *wireless* (caso o dispositivo o permita), podendo essa transferência de dados ser realizada, por exemplo, quando o veículo chega à central e se consegue ligar a uma rede presente na mesma. O rastreio ativo diferencia-se pelo facto de todos os dados recolhidos serem enviados para a central em tempo real, sendo isso conseguido através do uso das redes de comunicações móveis (GPRS ou GSM) ou por satélite. Uma vez que os serviços de transferência de dados por redes móveis são pagos, a maior parte dos dispositivos consegue funcionar tanto em modo ativo como passivo. Caso haja interesse, em certa altura, em saber onde se encontra o veículo, um pedido de localização é enviado ao dispositivo, sendo que depois o mesmo envia a sua posição atual. Durante o resto do tempo os dados são armazenados para se poderem minimizar os custos [11].

Toda esta informação disponibilizada pode ajudar bastante uma empresa a melhorar a sua eficiência. É possível, por exemplo, saber a que horas um veículo começou o seu serviço, qual a rota que percorreu durante o dia ou onde e a que horas parou. A análise cuidada destes dados ajudará e compreender quais os pontos que podem/devem ser cor-

rigidos por forma a aumentar a eficiência e produtividade de cada veículo e funcionário, ajudando assim a empresa a poupar dinheiro e aumentar a sua produtividade.

2.1.2 OBD - *On-Board Diagnostics*

Esta tecnologia foi desenvolvida em 1988 pela CARB (*California Air Resources Board*) com o intuito de controlar as emissões provenientes dos veículos que circulavam nas suas estradas. A partir de 1990, todos os fabricantes de veículos ligeiros e pesados passaram a ser obrigados a instalar este sistema, denominado OBD I. Os requisitos deste sistema eram os seguintes:

- Painel de instrumentos com luzes de aviso e de avarias;
- Capacidade de gravar e transmitir DTCs relacionados com falhas no controlo de emissões;
- Monitorização do sensor de oxigénio, da válvula de recirculação dos gases de escape e do solenoide de purga evaporativa.

No entanto, este sistema tinha várias falhas como a falta de monitorização do conversor catalítico, principal responsável pela redução de emissões de CO, VOC e NOx. Assim, surgiu uma nova geração do OBD, o OBD II, que passou a ser requisito obrigatório em todos os carros construídos a partir de 1996. Este sistema passou a incluir ferramentas de diagnóstico mais avançadas, sendo os seus requisitos os seguintes:

- Detetar o degradamento ou mau funcionamento dos sistemas que estejam relacionados com a redução de emissões;
- Alertar o condutor de qualquer avaria relacionada com esses sistemas;
- Devem usar DTCs estandardizados e funcionar com ferramentas de diagnóstico genéricas.

Também a ligação ao OBD II foi estandardizada, sendo usada uma ficha J1962 de 16 pinos (8x2), sendo requerido que esta esteja a uma distância máxima de 61 cm do volante que seja de fácil alcance para o condutor. Uma representação esquemática da ficha é ilustrada na figura 2.4.

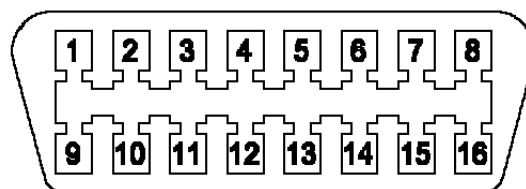


Figura 2.4: Representação esquemática da ficha de ligação ao OBD II [12].

As funções de alguns pinos estão definidas e não podem ser alteradas. Na tabela 2.1 estão presentes os pinos que se encontram nessas condições.

Tabela 2.1: Pinos e respetivas funções

| Pin No. | Função |
|---------|----------------------|
| 2 | BUS+ SAE J1850 |
| 4 | Ground Chassis |
| 5 | Ground Sinal |
| 6 | CAN High (J2284) |
| 7 | Linha K ISO 9141-2 |
| 10 | BUS- SAE J1850 |
| 14 | CAN Low (J2284) |
| 15 | Linha L ISO 9141-2 |
| 16 | Energia da Bateria + |

A função dos restantes pinos fica ao critério de cada fabricante.

Regra geral, é possível determinar qual o protocolo que o veículo usa olhando para a ficha OBD II presente no carro e vendo quais os pinos presentes na mesma. A tabela 2.2.

Tabela 2.2: Pinos necessários a cada protocolo (x - presente; o - opcional)

| Protocolo | 2 | 6 | 7 | 10 | 14 | 15 |
|-----------|---|---|---|----|----|----|
| J1850 PWM | X | | | X | | |
| J1850 VPW | X | | | | | |
| ISO 9141 | | | X | | | o |
| CAN | | X | | | X | |

Embora estes requisitos sejam obrigatórios para todos os fabricantes, os protocolos de comunicação que cada um usa não estão contemplados na standardização do sistema. Existem diversos protocolos que foram usados:

- General Motors - SAE J1850 VPW (*Variable Pulse Width Modulation*);
- Ford - SAE J1850 PWM (*Pulse Width Modulation*);
- Chrysler, Europa e Asia - ISO 9141

2.1.3 Android

Android é um sistema operativo (SO) para dispositivos móveis, como por exemplo telemóveis e tablets. Foi inicialmente desenvolvido pela Android Inc, acabando por ser

comprado pela Google em 2005. O desenvolvimento posterior do software foi realizado pela Open Handset Alliance, liderados pela Google [13].

A Open Handset Alliance é um consorcio de 84 empresas que tem por objectivo desenvolver sistemas standard abertos para dispositivos móveis. Deste consorcio fazem parte empresas como a Google, HTC, Sony, Dell, Intel, Motorola, Qualcomm, Samsung Electronics e LG Electronics [2].

Uma vez que o Android é um SO utilizado por inúmeras marcas de dispositivos móveis, o seu crescimento foi enorme, havendo neste momento mais de 500 milhões de dispositivos a correr este sistemas operativo em Setembro de 2012 [14] e mais de 550 000 aplicações disponíveis no Android Market [15].

Este sistema operativo é facilmente reconhecido pelo seu logo, um pequeno boneco verde, representado na figura 2.5.



Figura 2.5: Logótipo do sistema operativo móvel Android [16].

O Android consiste num kernel baseado no kernel do Linux, com middleware, bibliotecas e APIs (Application Programming Interface) escritas em C.

A arquitetura do SO pode ser melhor compreendida através da figura 2.6.

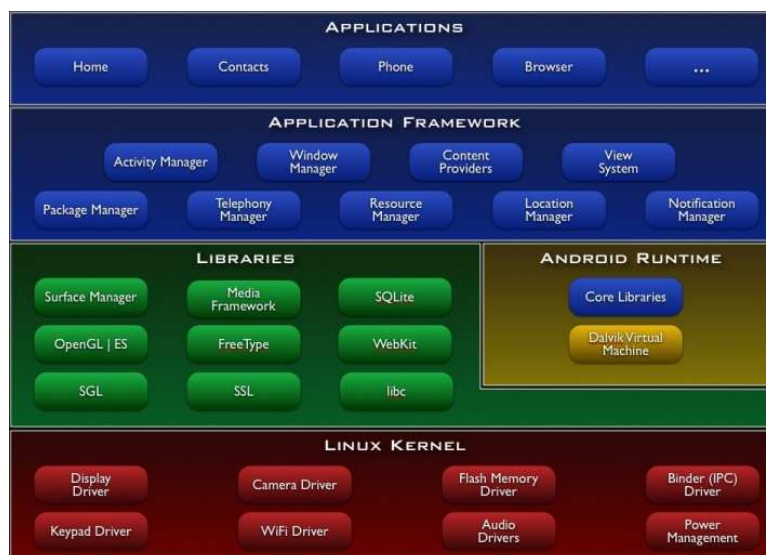


Figura 2.6: Arquitetura do sistema operativo móvel Android [17].

O kernel Linux permite uma abstracção do hardware, permitindo assim que o sis-

tema seja facilmente exportado para diferentes dispositivos, sendo usado para gestão de memória e de processos e por outros serviços do SO.

As bibliotecas (*Libraries*) estão pré-instaladas em cada dispositivo. São escritas em C/C++ e permitem um fácil desenvolvimento de novas aplicações. Estas bibliotecas incluem, por exemplo, comunicação bluetooth, uso do sistema GPS, criação de bases de dados, tratamento de SMS, criação/escrita em ficheiros, entre muitas outras.

O Android Runtime permite que as aplicações corram no Android, usando a Dalvik, que é a máquina virtual (MV) do Android. Dalvik é essencialmente uma MV de Java, mas otimizada para baixos consumos de memória e que permite que várias MV corram em simultâneo, tirando também partido da segurança e do isolamento de processos que o Linux oferece.

A camada do *Application Framework* permite um desenvolvimento de aplicações de mais alto nível, vindo pré-instalado em todos os dispositivos Android. Algumas das *frameworks* mais importantes são a Activity Manager, que controla o ciclo de vida da aplicação, entre outros, e os content providers, nos quais estão presentes das informações que precisão de ser partilhadas entre aplicações, como por exemplo os contactos.

As aplicações (*Applications*) são a camada mais alta, sendo a responsável pela interação com o utilizador. Estas aplicações podem ser full screen ou simples widgets, que são pequenos rectangulos que aparecem no ecrã inicial [18].

2.1.4 Bluetooth

Em 1994 a Ericsson Mobile Communications começou a investigar a viabilidade de uma nova tecnologia de comunicação rádio de baixo consumo e custo para fazer a interação entre os dispositivos móveis e os respetivos periféricos [bluelon.com]. Outras empresas, como a Intel ou a Nokia, tinham também os seus projetos nesta área [19]. Uma vez que todas estas empresas tinham o mesmo objetivo, decidiram juntar-se e formar um *Special Interest Group* (SIG) para promover o desenvolvimento desta nova tecnologia. Em 1998, a Ericsson, a Nokia, a Intel, a IBM e a Toshiba formaram assim o Bluetooth SIG. Bluetooth era o nome de um Rei Dinamarquês do século X que foi responsável pela união entre a Dinamarca e a Noruega. Analogamente, a tecnologia Bluetooth é responsável pela união entre computadores ou telemóveis e os seus periféricos. No ano de 1999 foram lançadas as especificações para o Bluetooth v1.0 e esta tecnologia ganhou ainda o prémio "*Best of Show Technology Award*" na COMDEX [20].

Esta tecnologia transmite dados por radiofrequência de baixa energia, comunicando a frequências que variam entre 2.402 GHz e 2.480 GHz. Para evitar que as comunicações bluetooth entrem em colisão com outras comunicações de radiofrequência, como por exemplo, monitores de bebés ou telefones portáteis, os sinais enviados são de apenas 1mW, enquanto que o sinal de um telefone portátil pode chegar aos 3W. Esta baixa energia representa, no entanto, uma desvantagem, uma vez que o alcance se situa na ordem dos 10m. Com bluetooth, é possível ligar até 8 dispositivos em simultâneo, sem que haja interferências entre eles. Isto é conseguido pois as comunicações bluetooth estão sempre a mudar de frequência, mais precisamente 1600 vezes por segundo. Esta alteração de frequência faz com que seja bastante improvável que dois dispositivos estejam a comunicar na mesma frequência, e mesmo que este se encontrem na mesma frequência, isso vai acontecer apenas por uma fração de segundos. A segurança deste tipo de comunicações é garantida pois é necessário que se seja autorizada a ligação entre dispositivos, o que torna

o acesso às comunicações por parte de um *hacker* um trabalho muito mais complicado [21].

No ano 2000 surgiu o primeiro telemóvel com tecnologia Bluetooth, o Ericsson T36, bem como módulos para computadores e os primeiros protótipos de ratos. Desde então a quantidade de produtos em que o Bluetooth foi integrado não parou de crescer. Impressoras, portáteis, kits mãos-livres para carros, teclados, recetores GPS, leitores de multimédia, relógios, televisões e até mesmo óculos, em todos eles esta tecnologia foi instalada. Também o número de membros da Bluetooth SIG foi aumentando ano após ano, sendo que atualmente mais de 16000 companhias fazem parte da mesma, todas elas procurando contribuir com inovações no uso desta tecnologia..

Desde a sua criação, o Bluetooth tem vindo a receber constantes melhorias, sendo que atualmente já está no mercado o Bluetooth v4.0, tendo a Apple lançado os primeiros computadores com esta tecnologia, em Julho de 2011 [22].

2.1.5 GSM

GSM (*Global System for Mobile Communications*) é uma tecnologia *standard* usada em redes de comunicações de telemóveis. Esta tecnologia, também conhecida como 2G (2ª geração), é digital e funciona em *full duplex* (comunicação simultânea nos dois sentidos), tendo sido criada para substituir a primeira geração, que era analógica. Lançada em 1991 na Finlândia, atualmente cobre 213 países por todo o mundo, representando 82.4% das redes móveis existentes. Isto, ligado ao facto de a maior parte das operadoras móveis terem acordos com operadoras estrangeiras, permite que os dispositivos móveis continuem a funcionar mesmo fora do seu país de origem [23].

Esta tecnologia pode operar em múltiplas frequências, sendo elas 850MHz, 900MHz, 1800MHz e 1900MHz. Cada telemóvel pode ter ou não a capacidade de operar em apenas uma ou em várias dessas frequências. Um telemóvel *Dual-Band* é capaz de operar a 900MHz ou a 1800MHz, um *Tri-Band* tem também a capacidade de operar a 1900MHz e um *Quad-Band* consegue operar a qualquer uma das frequências listadas acima.

Como se pode ver pela figura 2.7, arquitetura da rede GSM é constituída por diversos componentes.

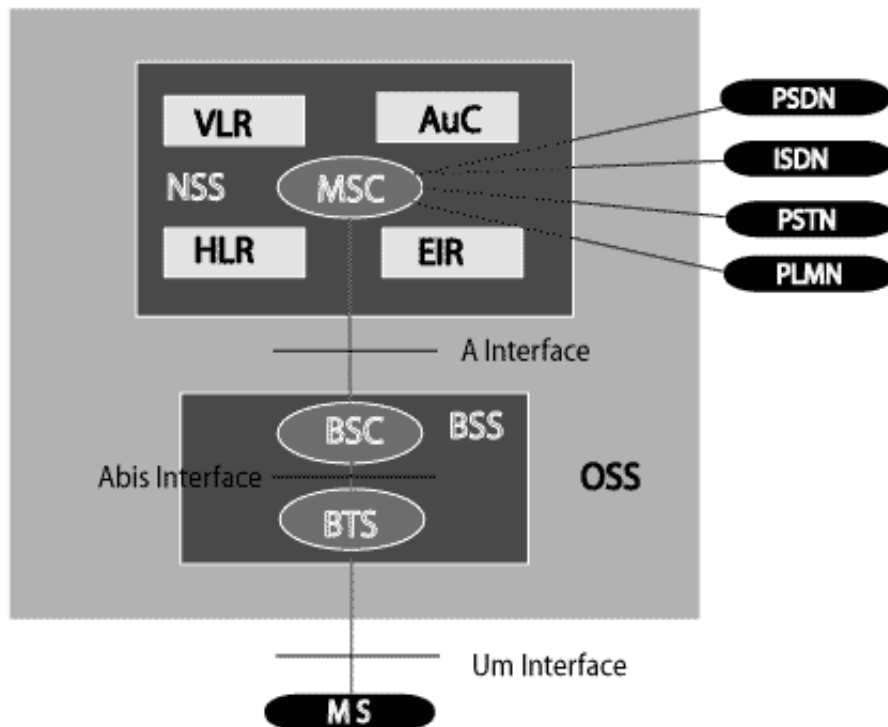


Figura 2.7: Arquitetura da rede GSM [24].

- **Mobile Station (MS)** - Composto por dois componentes distintos: *mobile equipment* (ME) e *Subscriber Identity Module* (SIM). O primeiro refere-se ao telemóvel. Cada telemóvel tem uma identificação única, o IMEI (*International Mobile Equipment Identity*). O segundo componente é um cartão que se coloca no telemóvel e que contém informações específicas que servem para o identificar.
- **Base Transceiver Station (BTS)** - Ponto de acesso do ME à rede. Encontra-se nas torres que estão dispersas por diferentes áreas do globo. Cada BTS cobre apenas 120° pelo que normalmente em cada torre são instalados 3, para assegurar a total cobertura em volta da mesma.
- **Base Station Controller (BSC)** - Responsável pelo controlo de múltiplos BTSs. Funciona como um "funil", reduzindo o número de ligações que são feitas com o *Mobile Switching Center* (MSC), conferindo-lhe, assim, maior capacidade de ligações.
- **Mobile Switching Center (MSC)** - É o centro da rede GSM. Gere múltiplos BSCs e faz a ligação a outros MSCs.
- **Home Location Register (HLR)** - Base de dados que armazena informação dos subscritores.
- **Visitor Location Register (VLR)** - Contém uma parte da informação da HLR como, por exemplo, o indicativo da área onde se encontra.

- **Equipment Identity Register (EIR)** - Faz o rastreamento dos equipamentos da rede usando o IMEI, existindo apenas um por rede.
- **Authentication Center (AuC)** - Responsável pela encriptação da rede. O AuC está normalmente instalado com o o HLR.
- **Gateway Mobile Switching Center (GMSC)** - Funciona como ligação entre duas redes. Se, por exemplo, o subscritor quiser fazer uma ligação à rede de telefones de linha (telefones fixos das casas), essa ligação passa pelo GMSC que por sua vez a encaminha para a *Public Switched Telephone Network (PSTN)*. O mesmo acontece quando se quer fazer uma ligação a outras redes móveis [25].

2.2 Consumo Energético e Emissão de Poluentes

Sendo os transportes rodoviários os mais utilizados tanto no transporte pessoal como no transporte de mercadorias, são também eles um dos principais responsáveis pela emissão de poluentes para a atmosfera. Este tema tem vindo a ganhar cada vez mais destaque no mundo atual pois os problemas causados pelo efeito de estufa provocado por estes gases estão a tornar-se cada vez mais visíveis.

Como se pode ver pela figura 2.8, a par com a indústria, é nos transportes que se consome a maior parte da energia gasta em Portugal e esse valor tem vindo a aumentar ao longo dos últimos anos. De referir ainda que, no setor dos transportes, 80% da energia consumida é destinada aos transportes rodoviários [26].

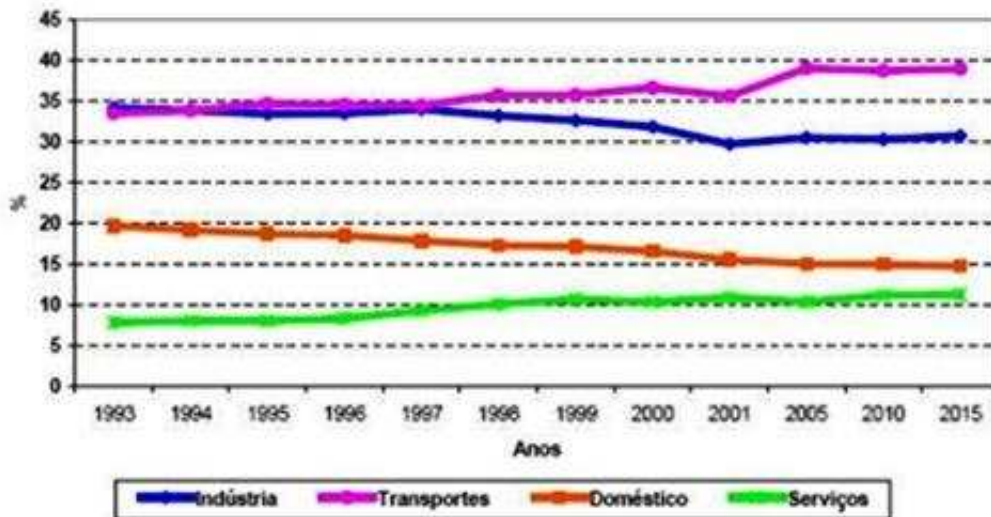


Figura 2.8: Evolução dos consumos de combustíveis ao longo dos anos em Portugal [26].

Também ao nível da emissão de poluentes, e como seria de prever, é o setor das energias o que mais contribui. Como se pode ver pela figura 2.9, mais de 70% do total das emissões são provenientes da geração de energia. A destacar também que o mundo dos transportes representa cerca de 34% dessas emissões, um valor muito semelhante ao das indústrias energéticas.

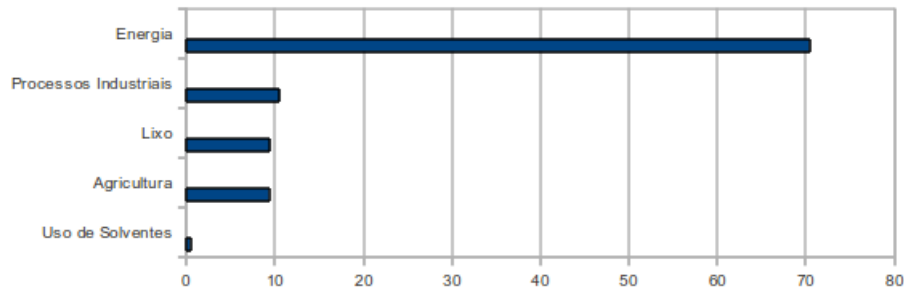


Figura 2.9: Emissões de gases de estufa por setor em Portugal [27].

Uma vez que os transportes são, na sua grande maioria, dependentes de combustíveis fósseis, estes têm um impacto enorme nas emissões de gases que provocam efeito de estufa. Apesar de haver um incentivo cada vez maior à compra de veículos "verdes", estes ainda têm preços elevados e rendimentos abaixo dos veículos convencionais a diesel ou a gasolina, pelo que não são muito apelativos para a população em geral.

Apesar de todos estes problemas, o meio de transporte rodoviário continua a ser o mais utilizado por toda a população, e é dele que depende o sucesso de grande parte da indústria, ajudando a fazer a ligação entre vários processos de fabrico e ao cliente final. Posto isto, e uma vez que não é possível fazer uma mudança radical neste setor, é necessário implementar sistemas que ajudem a otimizar o uso dos veículos para que se consigam reduzir os consumos energéticos e, conseqüentemente, as emissões de poluentes para a atmosfera.

Parte II

Solução Proposta

Capítulo 3

Conceptualização e Desenho do Protótipo

Para o bom funcionamento de um sistema de gestão de frotas é necessário que este possua o maior número de funcionalidades que se consiga desenvolver. Tipo de dados possíveis de serem recolhidos e formas de aquisição, armazenamento e tratamento devem ser o mais completos possíveis para que se consiga tirar o maior partido da implementação deste tipo de sistemas. O protótipo que se pretende desenvolver será constituído por duas partes distintas: uma que é responsável pela recolha de dados no veículo e outra responsável por fazer o tratamento e análise dos mesmos. Uma vista geral do conceito inicial pretendido para o protótipo está representada na figura 3.1.

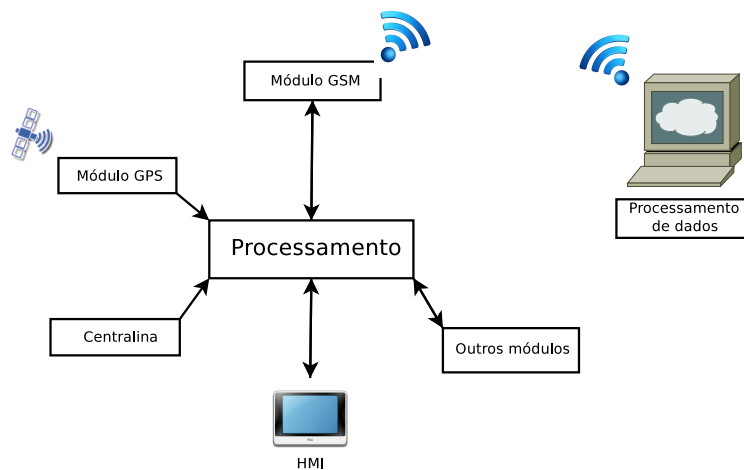


Figura 3.1: Representação geral do protótipo a implementar.

Um smartphone já consegue satisfazer grande parte das necessidades no que à recolha de dados diz respeito uma vez que já possui HMI (Human-Machine Interface), módulos GPS e GSM e é capaz de processar e armazenar todos os dados necessários, sendo apenas necessário adicionar os módulos de conexão com a centralina e com outros sensores, modulo estes que são facultativos.

Assim, o protótipo final deverá ser semelhante ao que se pode ver na figura 3.2.



Figura 3.2: Representação do protótipo pretendido.

3.1 Requisitos do Sistema

São apresentados em seguida os requisitos a implementar em cada uma das partes constituintes do sistema. É a partir destes que todo o processo de desenvolvimento do protótipo irá começar.

3.1.1 Requisitos da aplicação Smartphone

Os requisitos da aplicação para *smartphone* Android são os seguintes:

- Login
- Logout
- Recolha de dados GPS:
 - Posição
 - Velocidade
- Recolha de dados da centralia:
 - Rotações do motor
 - Fluxo de ar
 - Velocidade
 - Carga do motor
- Recolha de dados de outros sensores a instalar no veículo
- Armazenamento dos dados em ficheiro
- Comunicação com a central da empresa

3.1.2 Requisitos da aplicação de PC

A aplicação para PC a desenvolver deve possuir as seguintes funcionalidades:

- Criação de gráficos
- Comparação de dados
- Exportar dados GPS para o Google Maps
- Guardar análise de dados

3.2 Casos de Utilização

Nesta secção serão apresentados os casos de utilização referentes a cada um dos pacotes que constituem o sistema. Toda a descrição será efetuada com auxílio de tabelas que ajudaram a melhor entender o funcionamento de cada um. Serão para isso apresentadas diversas informações, desde o ator, passando pelas pré-condições para que se possa prosseguir, a descrição detalhada da sequência de eventos que cada caso de utilização contempla, bem como o resultado final da ação.

Serão também apresentados, através de diagramas de atividades, os fluxos de eventos que cada caso de utilização gera, ajudando assim à melhor compreensão de cada caso de utilização.

3.2.1 Descrição dos atores

Para melhor se caracterizar cada um dos módulos constituintes do sistema é necessário identificar os seus atores, que são as pessoas responsáveis pelo manuseamento de cada um dos módulos.

Tabela 3.1: Descrição dos atores de cada módulo do sistema.

| Ator | Descrição |
|----------------------------|--|
| Operador <i>Smartphone</i> | Condutor do veículo. Responsável por colocar a aplicação a efetuar a recolha de dados. |
| Operador PC | Empregado na sede da empresa. Responsável por fazer o <i>download</i> dos dados recolhidos no veículo e o tratamento dos mesmos. |

3.2.2 Descrição dos Casos de Utilização

3.2.2.1 Pacote Aplicação Smartphone

O diagrama de casos de utilização da aplicação para smartphone Android está representado na figura 3.3.

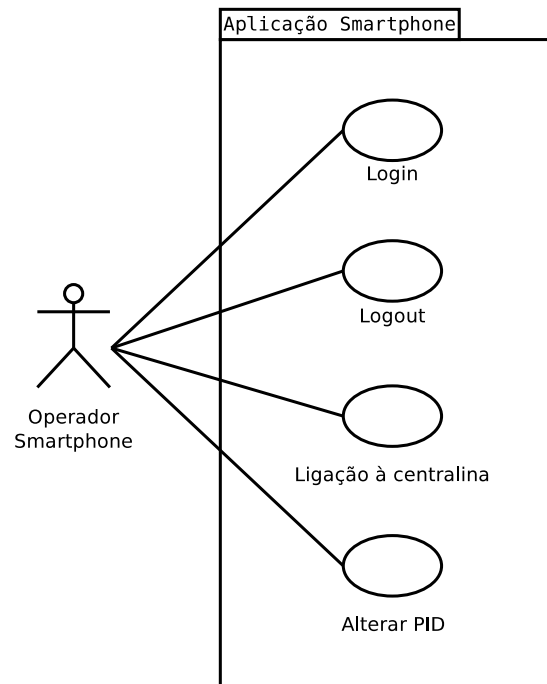


Figura 3.3: Diagrama de casos de utilização da aplicação para smartphone Android.

CaU1 - Login

Tabela 3.2: CaU1 - Login

| | |
|---------------------|--|
| Nome | Login |
| Atores | Operador Smartphone |
| Pré-Condição | O utilizador tem de estar registado no sistema |
| Descrição | <ol style="list-style-type: none"> 1. O operador inicia a aplicação 2. É apresentado o campo de identificação 3. O operador introduz a sua identificação <ol style="list-style-type: none"> a) Se a identificação não for válida a aplicação faz novo pedido da mesma 4. A identificação é validada pelo sistema |
| Pós-Condição | A recolha de dados é iniciada |

CaU2 - Logout

Tabela 3.3: CaU2 - Logout

| | |
|---------------------|--|
| Nome | Logout |
| Atores | Operador Smartphone |
| Pré-Condição | O utilizador tem de ter efetuado o login |
| Descrição | 1. O operador pressiona o botão "STOP" |
| Pós-Condição | A recolha de dados é terminada. |

É em seguida apresentado na figura 3.4 o diagrama de atividade que contempla os casos de utilização "login" e "logout".

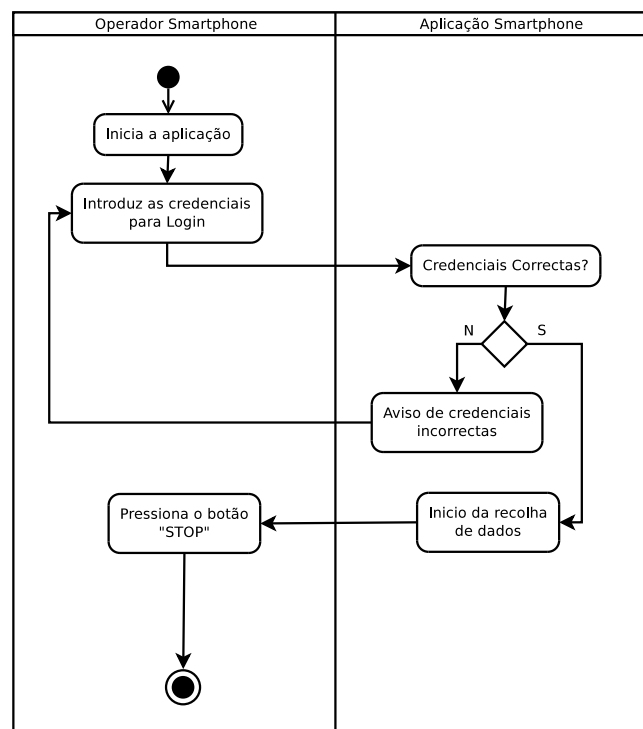


Figura 3.4: Diagrama de atividade dos casos de utilização "login" e "logout".

CaU 3 - Ligação à centralina

Tabela 3.4: CaU3 - Ligação à centralina

| | |
|---------------------|--|
| Nome | Ligação à centralina |
| Atores | Operador Smartphone |
| Pré-Condição | O utilizador tem de ter efetuado o login |
| Descrição | <ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar no botão da opções presente no smartphone 2. Clicar na opção que aparece 3. Selecionar da lista o dispositivo a ser ligado |
| Pós-Condição | A ligação à centralina é efetuada. |

O diagrama de atividade para este caso de utilização pode ser visto na figura 3.5.

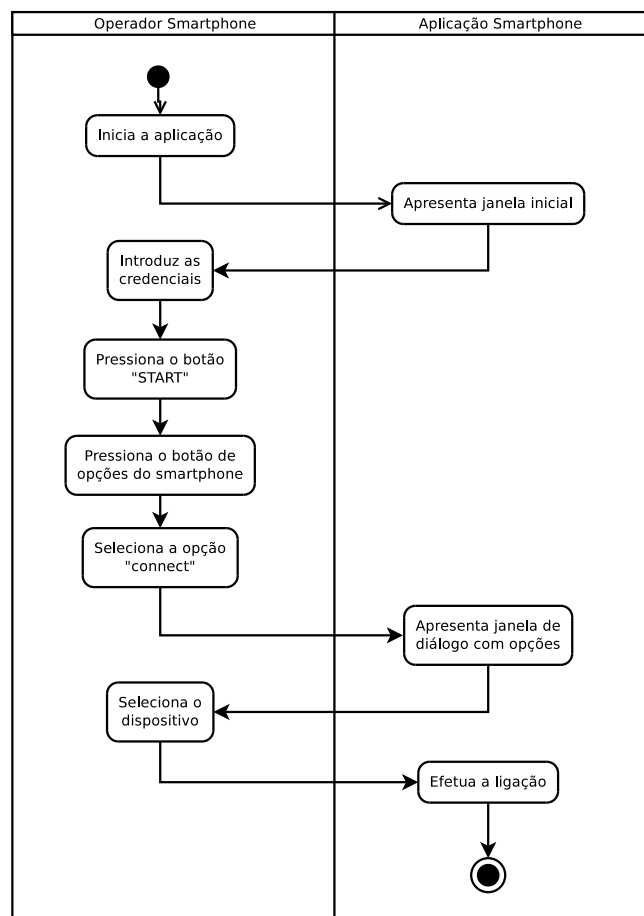


Figura 3.5: Diagrama de atividade do caso de utilização "ligação à centralina".

CaU 4 - Alterar PID

Tabela 3.5: CaU4 - Alterar PID

| | |
|----------------------|---|
| Nome | Ligação à centralina |
| Atores | Operador Smartphone |
| Pré-Condicion | O utilizador tem de ter aplicação iniciada |
| Descrição | <ol style="list-style-type: none"> 1. Clicar no botão "OPTIONS" presente no ecrã 2. Clicar no botão "Change PID" 3. Selecionar da lista o PID pretendido |
| Pós-Condicion | É alterado o tipo de dados a pedir à centralina. |

Para este caso de utilização, o diagrama de atividade pode ser visto na figura 3.6.

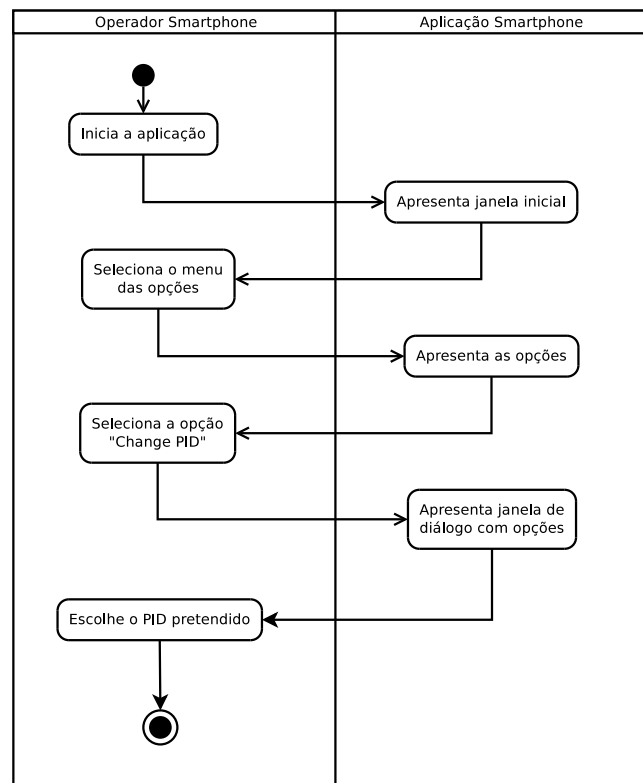


Figura 3.6: Diagrama de atividade do caso de utilização "Alterar PID".

3.2.2.2 Pacote Aplicação PC

O diagrama de casos de utilização da aplicação para PC está representado na figura 3.7.

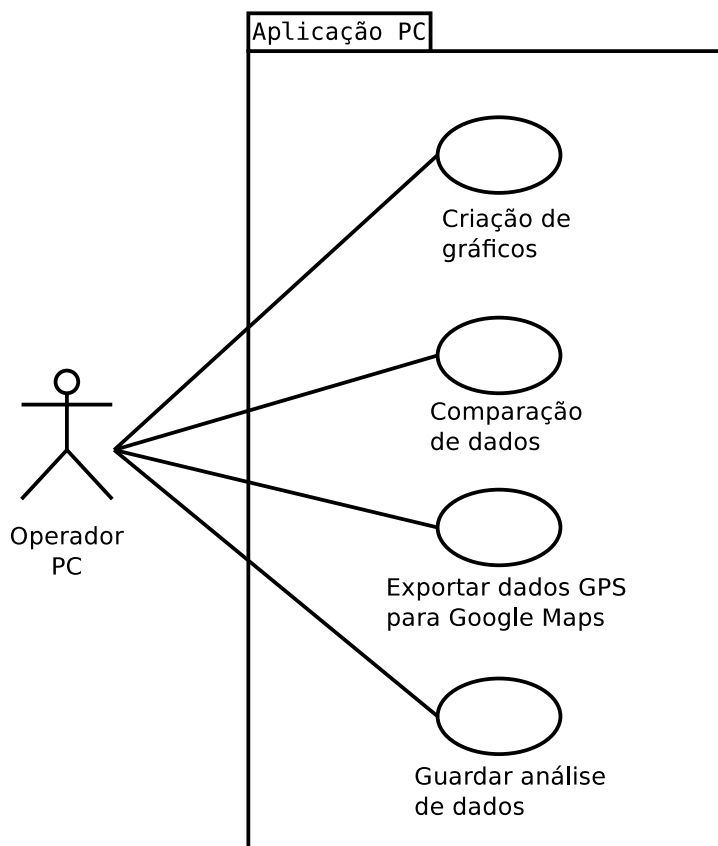


Figura 3.7: Diagrama de casos de utilização da aplicação para PC.

CaU5 - Criação de gráficos

Tabela 3.6: CaU5 - Criação de gráficos

| | |
|---------------------|--|
| Nome | Criação de gráficos |
| Atores | Operador PC |
| Pré-Condição | Possuir a aplicação PC instalada |
| Descrição | <ol style="list-style-type: none"> 1. O operador inicia a aplicação 2. É apresentada a janela inicial da aplicação 3. O operador seleciona a opção "Open" 4. O operador escolhe o ficheiro que pretende abrir e clica "Ok" |
| Pós-Condição | É criado um gráfico de linha com os valores |

O diagrama de atividade referente ao caso de utilização "criação de gráficos" está representado na figura 3.8

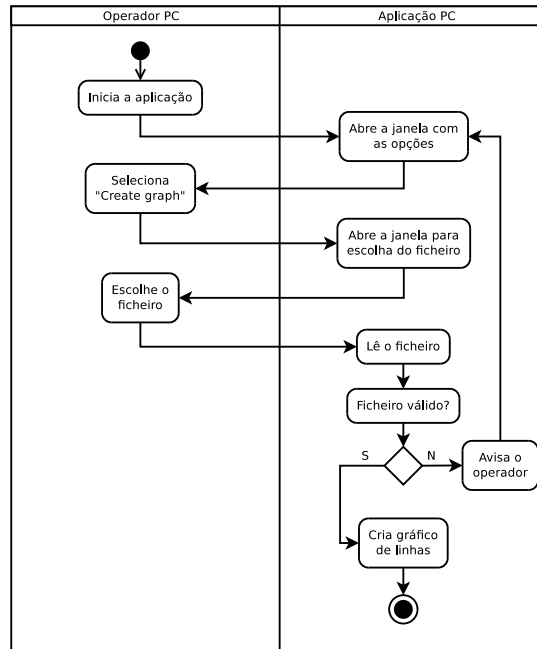


Figura 3.8: Diagrama de atividade do caso de utilização "criação de gráficos".

CaU6 - Comparação de dados

Tabela 3.7: CaU6 - Comparação de dados

| Nome | Comparação de dados |
|--------------|---|
| Atores | Operador PC |
| Pré-Condição | Possuir a aplicação PC instalada |
| Descrição | <ol style="list-style-type: none"> 1. O operador inicia a aplicação 2. É apresentada a janela inicial da aplicação 3. O operador seleciona a opção "Compare" 4. Clica nos botões de seleção de ficheiros para abrir os ficheiros que pretende comparar 5. Clica no botão "Compare" |
| Pós-Condição | São criados gráficos de barras com os diversos valores para comparação |

O diagrama de atividade referente ao caso de utilização "comparação de dados" está representado na figura 3.9

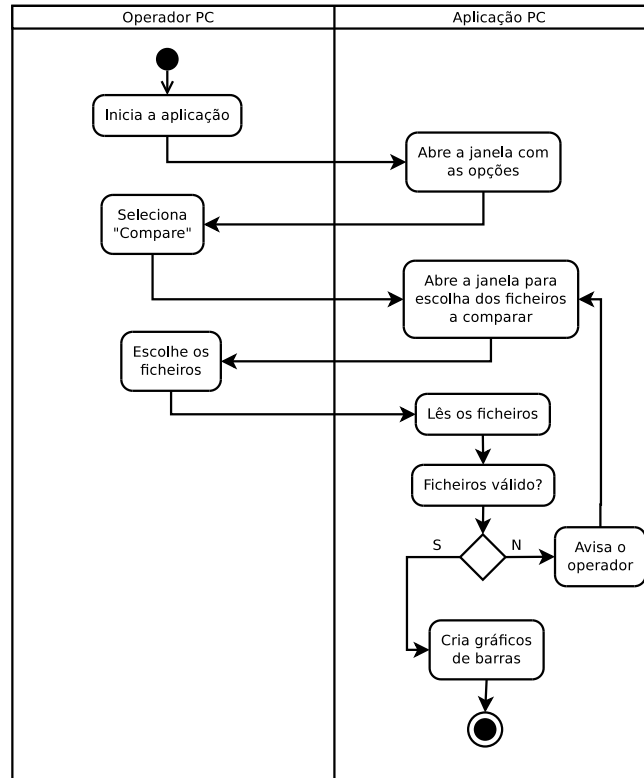


Figura 3.9: Diagrama de atividade do caso de utilização "comparação de dados".

CaU7 - Exportar dados GPS para o Google Maps

Tabela 3.8: CaU7 - Exportar dados GPS para o Google Maps

| | |
|---------------------|---|
| Nome | Exportar dados GPS para o Google Maps |
| Atores | Operador PC |
| Pré-Condição | Possuir a aplicação PC e o Google Maps instalados |
| Descrição | <ol style="list-style-type: none"> 1. O operador inicia a aplicação 2. É apresentada a janela inicial da aplicação 3. O operador seleciona a opção "Export to Google Maps" 4. Escolhe o ficheiro que pretende exportar e clica "Ok" |
| Pós-Condição | O Google Maps é iniciado e o trajeto é desenhado |

O diagrama de atividade referente ao caso de utilização "exportar dados GPS para o Google Maps" está representado na figura 3.10

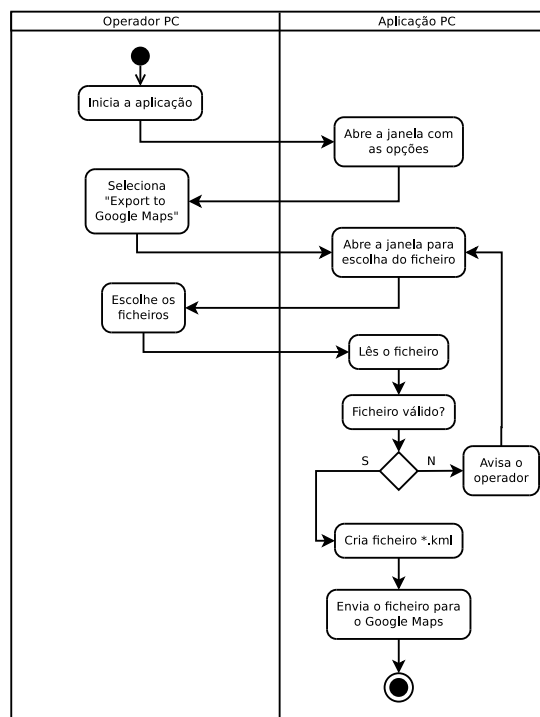


Figura 3.10: Diagrama de atividade do caso de utilização "exportar dados GPS para o Google Maps".

CaU8 - Guardar análise de dados

Tabela 3.9: CaU8 - Guardar análise de dados

| | |
|---------------------|--|
| Nome | Guardar análise de dados |
| Atores | Operador PC |
| Pré-Condição | Possuir a aplicação PC instalada |
| Descrição | <ol style="list-style-type: none"> 1. O operador abre ficheiros para análise <ol style="list-style-type: none"> a) Cria um gráfico b) Faz uma comparação 2. Clica no botão "Save" |
| Pós-Condição | É criado um ficheiro com os valores a guardar |

O diagrama de atividade referente ao caso de utilização "guardar análise de dados" está representado na figura 3.11

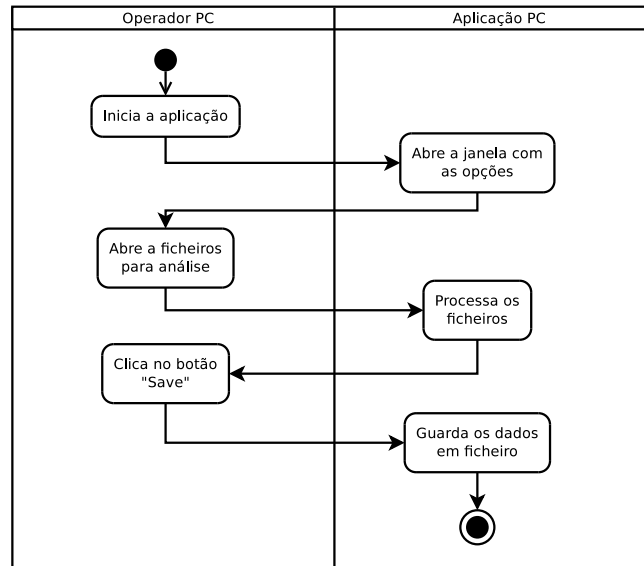


Figura 3.11: Diagrama de de atividade do caso de utilização "guardar análise de dados".

3.2.3 Especificações Suplementares

Funcionalidade comum

Ambas as aplicações que constituem o protótipo do sistema de gestão de frotas devem ser capazes de informar em tempo real o utilizador de tudo o que está a acontecer bem como informar o mesmo sempre que este comete algum erro no processo. Estes avisos devem ser em forma de mensagem, indicando sempre a causa do erro e, se necessário, soluções para o mesmo.

Requisitos de usabilidade

Tabela 3.10: Requisitos de interface e usabilidade

| Requisitos de interface e usabilidade | CaU relacionados |
|---|------------------|
| Uso de fontes e cores que facilitem a legibilidade da informação | Todos |
| Visibilidade do estado do sistema, com mensagens de erro e confirmações de operação | Todos |
| Opções sempre bem visíveis e de fácil alcance ao utilizador | Todos |
| Design estético e minimalista para facilitar o uso por parte do operador | Todos |

Requisitos de hardware

Para a construção deste protótipo são necessários vários requisitos de hardware. No que diz respeito à aplicação para smartphone Android o requisito essencial é um smartphone Android que este possua módulo GPS incorporado. Existem ainda dois módulos extra que podem ser adicionados: um módulo *bluetooth* para fazer a ligação à centralina do veículo através da ficha OBD e um módulo USB que incorpore um microcontrolador com interface USB e que seja capaz de funcionar em modo *Host*. Estes dois módulos não são necessários para que o protótipo funcione, o mesmo funciona tanto sem nenhum deles, com apenas um ou com ambos ligados em simultâneo. Relativamente à aplicação para PC o único requisito é um computador com sistema operativo Microsoft Windows para se instalar e correr a aplicação.

Capítulo 4

Implementação do Protótipo

O protótipo a desenvolver, como já foi referido anteriormente, consiste num sistema capaz de recolher, em tempo real, dados proveniente de um veículo, usando para o efeito um *smartphone* Android e todas as capacidades que estes dispositivos possuem. As principais capacidades do protótipo são a recolha da posição através do módulo GPS, a recolha de dados provenientes da centralina, usando para isso as capacidades do *bluetooth* e ainda a comunicação por USB com um módulo externo que pode ser configurado para serem acoplados outros sensores caso necessário.

Uma das maiores preocupações no desenvolvimento do protótipo foi torná-lo o mais amigo do utilizador possível, para que qualquer pessoa o possa operar com grande facilidade. Para tal, todas as intervenções necessárias do utilizador foram reduzidas ao mínimo para que não haja margem para qualquer equívoco.

4.1 Considerações iniciais

Para proceder ao desenvolvimento do protótipo foi necessário recorrer a diversas ferramentas que permitiram desenvolver cada uma das aplicações necessárias à implementação do mesmo.

Aplicação *smartphone* - desenvolvida em Eclipse, recorrendo para isso às API (*Application Programming Interface*) disponibilizadas pela Google. Estas API permitem ao programador uma abstração do *hardware*, fazendo com que a aplicação funcione em *smartphones* de diversas marcas sem problema. Os únicos requisitos para que a aplicação funcione são sistema operativo Android 4.0 ou mais recente e módulos GPS e *bluetooth* integrados.

Aplicação PC - desenvolvida em *Microsoft Visual Basic 2010* fazendo uso do pacote *MSChart*, que permite a criação de gráficos dos mais diversos tipos. O único requisito para esta aplicação é um computador com Windows instalado.

4.2 Implementação do protótipo

Nesta secção pretende-se mostrar os resultados finais do desenvolvimento de cada uma das aplicações pertencentes ao protótipo, dando para isso a conhecer as interfaces e modos de funcionamento de cada uma.

4.2.1 Aplicação *smartphone*

O principal objetivo desta aplicação é recolher o máximo de dados referentes ao veículo para que se possa depois proceder à sua análise e as medidas corretivas se necessário. Todo o desenvolvimento de interfaces foi desenvolvido em inglês por ser uma língua internacional. No entanto, dada a simplicidade da aplicação, mesmo uma pessoa sem o mínimo de conhecimentos desta língua conseguirá facilmente interagir com a mesma. O ecrã inicial apresentado ao utilizador é a janela de login. Aqui o utilizador terá de introduzir um código para poder avançar. Esse ecrã está representado na figura 4.1.

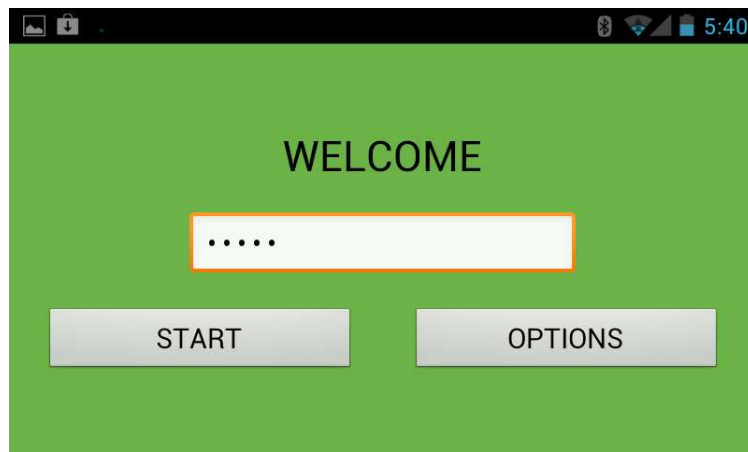


Figura 4.1: Janela de login da aplicação.

Esta é a principal interação que o utilizador vai ter com a aplicação. Assim que o utilizador introduz o seu código e prime o botão "START", todo o processo de recolha de dados é iniciado automaticamente. Uma nova janela vai surgir ao utilizador, onde este pode ver em tempo real os dados que estão a ser recolhidos, como se pode observar pela figura 4.2. Nesta janela aparecem três colunas distintas: "GPS", "ECU" e "SENSORS". A coluna "GPS" contém dos dados referentes à posição geográfica do telemóvel. Na coluna "ECU" aparecem os dados que estão a ser recolhidos da centralina do veículo. Já a coluna "SENSORS" contém a informação ligada pelo módulo USB ligado.

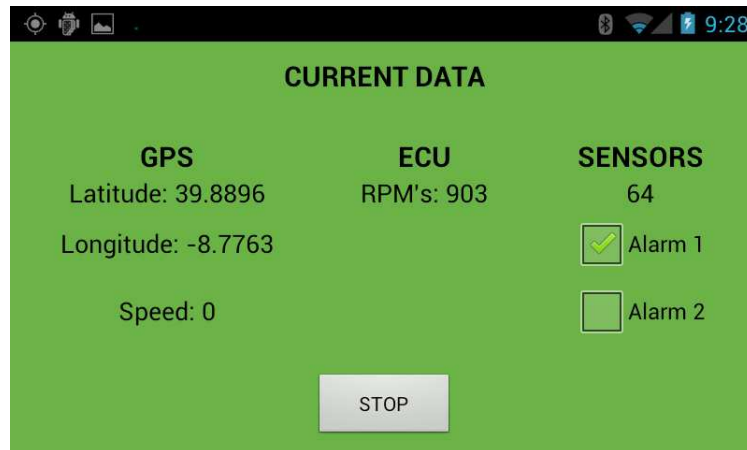


Figura 4.2: Janela de recolha de dados.

A ligação à centralina não é automática, pelo que se o utilizador quiser adquirir dados da mesma vai ter de carregar no botão das opções (presente em todos os telemóveis Android), e vai-lhe ser apresentada a opção de estabelecer uma ligação. Ao premir essa opção, uma janela vai aparecer com os dispositivos que podem ser ligados, como se pode ver na figura 4.3.

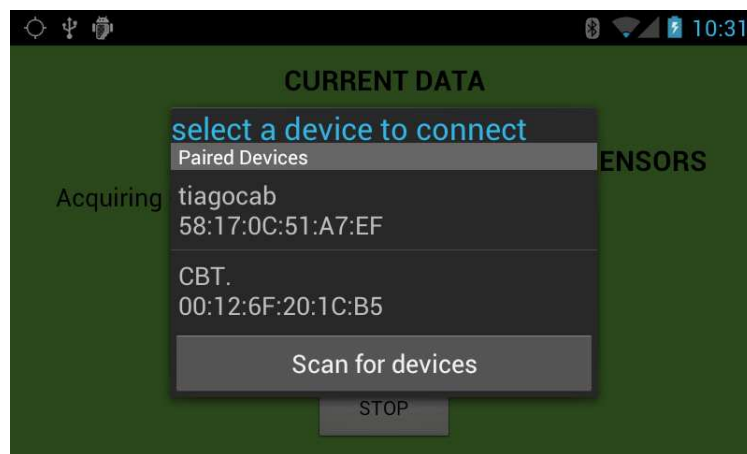


Figura 4.3: Janela com os dispositivos ao alcance do bluetooth.

De notar que no desenvolvimento deste protótipo, o dispositivo bluetooth que foi usado para comunicar com a centralina é o que aparece na lista com o nome "CBT". Este nome pode variar consoante o dispositivo utilizado.

Como é também visível, está presente um botão com a palavra "STOP". Como o próprio nome indica, este botão serve para terminar a recolha de dados quando pretendido. Ao premir este botão, todos os ficheiros de escrita de dados são fechados, todas as ligações são interrompidas e a janela inicial volta a aparecer. A partir daqui todo o processo desenrola-se da mesma maneira que foi explicada anteriormente.

Na janela inicial existe ainda um outro botão, com o nome "OPTIONS". Carregando

neste botão, o utilizador é levado para uma nova janela, apresentada na figura 4.4 . Nesta janela existe a possibilidade de escolher qual o tipo de dados que se quer ler da centralina. Ao carregar no botão "Change PID", uma janela de diálogo, figura 4.5, é apresentada. Aqui é necessário escolher uma das 4 opções apresentadas, passando essa escolha a ser o tipo de dados que são recolhidos.

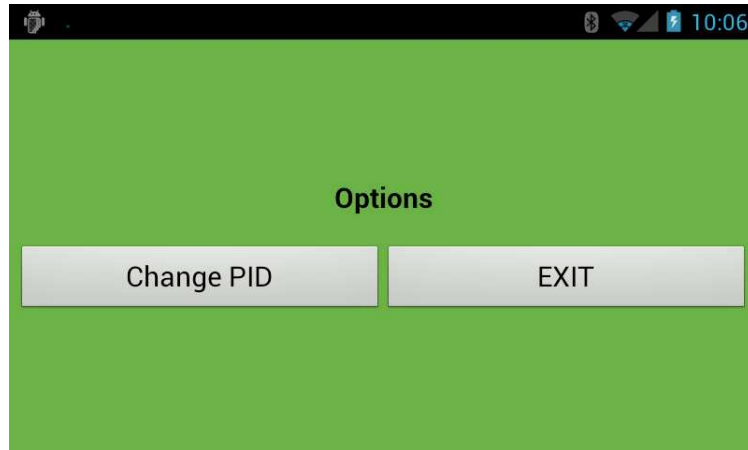


Figura 4.4: Janela das opções.

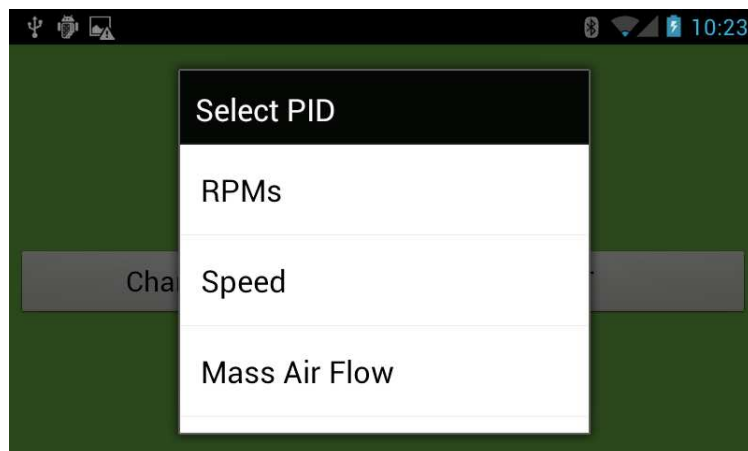


Figura 4.5: Janela de diálogo para escolher quais os dados a recolher da centralina.

Funções extra

1. Informações em tempo real

Uma das vantagens de esta aplicação correr num telemóvel é que este possui também um módulo GSM, pelo que a comunicação com este vinda do exterior está também facilitada. Esta aplicação possui uma função que permite, em tempo real, conhecer o estado do veículo remotamente. Para isso basta enviar uma mensagem de texto para o número de telemóvel do cartão presente no mesmo, com um código pré-definido. Ao

receber a mensagem, a aplicação vai interpretá-la e responder consoante o pedido. As mensagens reconhecidas pela aplicação são:

- **location** - localização atual do veículo;
- **sensors** - estado dos sensores implementados por USB
- **engine** - últimos valores lidos da centralina do veículo.

As respostas que a aplicação envia são remetidas automaticamente para um número pré-definido e não para quem enviou o pedido, para que a segurança da informação não seja comprometida.

Output da aplicação Android

Todos os dados recolhidos pela aplicação são guardados em ficheiros de texto. Para cada um dos módulos presentes no protótipo, GPS, OBD e USB, são criados ficheiros separados, cada um com a sua estrutura. O nome de cada um dos ficheiros é constituído por 3 campos distintos, tendo a seguinte estrutura: "xxxx_ddMMaaaa_hhmmss", sendo que "xxxx" representa o módulo de onde a informação provém, "ddMMaaaa" a data em que foi adquirida a informação e "hhmmss" a hora a que se começou a recolher dados. O campo "xxxx" pode ter 4 nomes diferentes: "GPS", quando se trata de um ficheiro com informação GPS, "OBD" quando contém informação recolhida da centralina, "USBB" e "USBP" quando se trata de informação proveniente do módulo USB. Nos ficheiros USBB são escritos valores de sensores que servem apenas como alarmes, tendo apenas os estados ligado/desligado, Já os ficheiros USBP servem para escrever valores de sensores em que se faz uma leitura dos mesmos em períodos de tempo pré-definidos, como por exemplo leitura de temperaturas.

4.2.2 Aplicação PC

Esta aplicação tem por função ajudar o utilizador na análise dos dados recolhidos pelo telemóvel. O seu desenvolvimento teve como principal objetivo criar uma aplicação simples e de fácil utilização para que qualquer pessoa possa fazer uso da mesma sem dificuldade. Também esta foi desenvolvida em inglês pelas mesmas razões da aplicação para smartphone, mas devido à sua grande simplicidade de funcionamento, qualquer pessoa pode facilmente fazer uso dela.

Quando se inicia a aplicação, é-nos apresentada a janela inicial com quatro botões. Excluindo o botão para fechar a aplicação, o botão "Exit", cada um dos outros leva-nos para um tipo de análise diferente. Esta janela pode ser observada na figura 4.6.

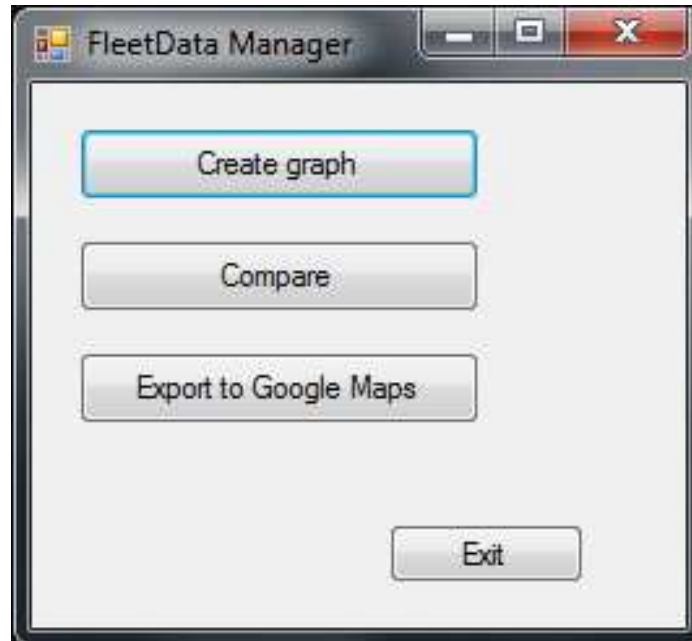


Figura 4.6: Janela inicial da aplicação para PC.

Após a inicialização da aplicação, o utilizador possui três opções: *"Create Graph"*, *"Compare"* e *"Export to Google Earth"*.

Na primeira opção, "Create graph", o utilizador pode criar um gráfico de linha onde pode visualizar e evolução ao longo do tempo dos seguintes dados recolhidos pelo smartphone:

- Rotações do motor
- Velocidade
- Valor lido por sensores extra

Quando o utilizador clica no botão é-lhe apresentada uma janela de diálogo onde este terá de selecionar um ficheiro válido para analisar. Em seguida, este ficheiro é lido pela aplicação e o gráfico é criado numa nova janela. Quando o ficheiro é lido, é também feito o cálculo da média dos valores, bem como apresentado os valores máximo e mínimo. Esta nova janela é a apresentada na figura 4.7.

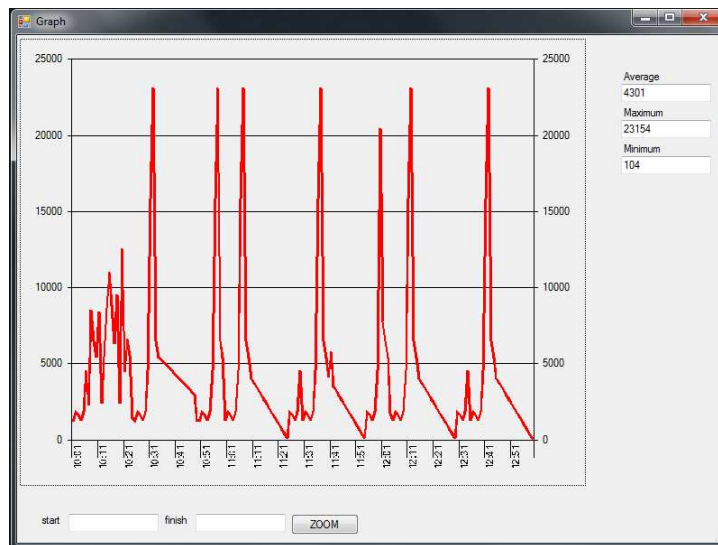


Figura 4.7: Janela de apresentação de gráficos.

Nesta existe ainda uma opção: fazer zoom. Isto permite que se limite o gráfico a intervalos de tempo pretendidos para que se possa fazer uma análise mais pormenorizada, bastando para isso que o utilizador introduza manualmente nas caixas de texto para o efeito o intervalo de tempo que pretende analisar, indicando o início e o fim. Ao selecionar o intervalo de tempo pretendido, são também calculados de novo a média, máximo e mínimo, para que se possa ter mais informação acerca desse período específico, como se pode ver na figura 4.8.

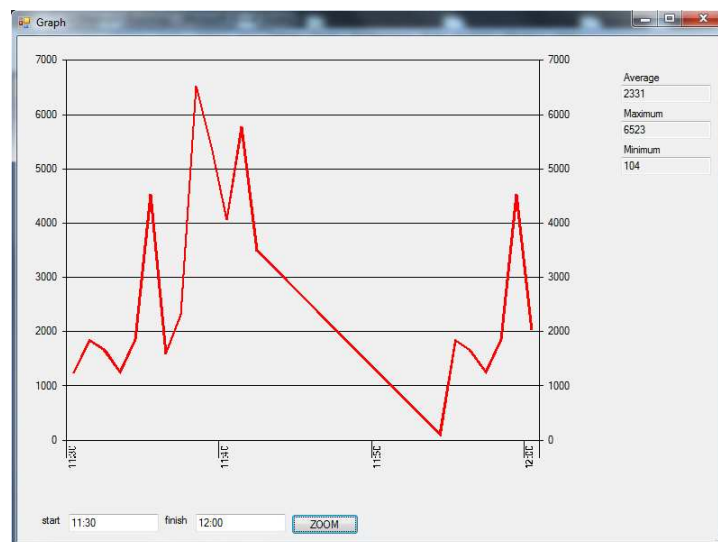


Figura 4.8: Janela de gráficos com zoom definido.

Voltando à janela inicial, a segunda opção, "Compare", permite ao utilizador comparar média, máximo e mínimo de até três ficheiros distintos. Esta função poderá ser útil

nos casos em que se pretendem, por exemplo, confrontar dois ou três condutores para um mesmo percurso ou analisar diferenças entre dois percursos diferentes. Nesta janela o utilizador precisa apenas de clicar em cada um dos botões presentes na parte de cima da mesma para selecionar os diferentes ficheiros. Ao clicar nos botões, é apresentada uma caixa de diálogo onde se pode escolher cada um dos ficheiros. Esta janela pode ser vista na figura 4.9.

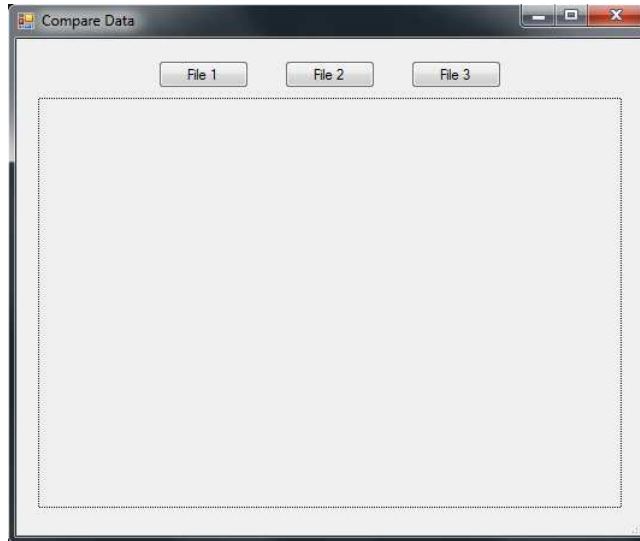


Figura 4.9: Janela de comparação sem ficheiros escolhidos.

Após serem escolhidos os ficheiros, é criado um gráfico de barras para que facilmente se consiga fazer uma análise comparativa entre ficheiros, como se pode ver na figura 4.10.

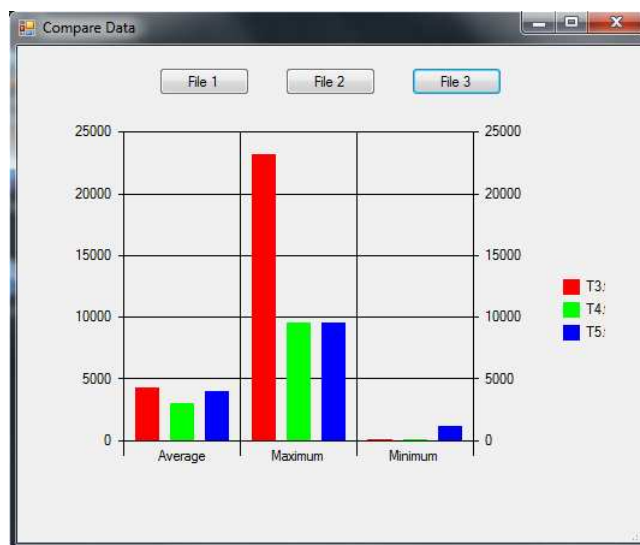


Figura 4.10: Janela de comparação com dados.

Por fim, temos a opção de exportar os dados para o Google Earth, clicando no botão "Export to Google Earth". Esta opção serve para que utilizador possa pegar num ficheiro de recolha de dados GPS e conseguir obter uma visualização da mesma num mapa, ajudando assim a perceber qual o trajeto percorrido pelo veículo. Ao clicar no botão, surge uma janela de diálogo para que se possa selecionar o ficheiro a exportar. Caso o ficheiro seja válido, a aplicação cria um novo ficheiro, ficheiro este que possui uma extensão *.kml. Em seguida, basta abrir este ficheiro com o Google Earth e o trajeto é automaticamente desenhado no mapa, como se pode ver pela figura 4.11.

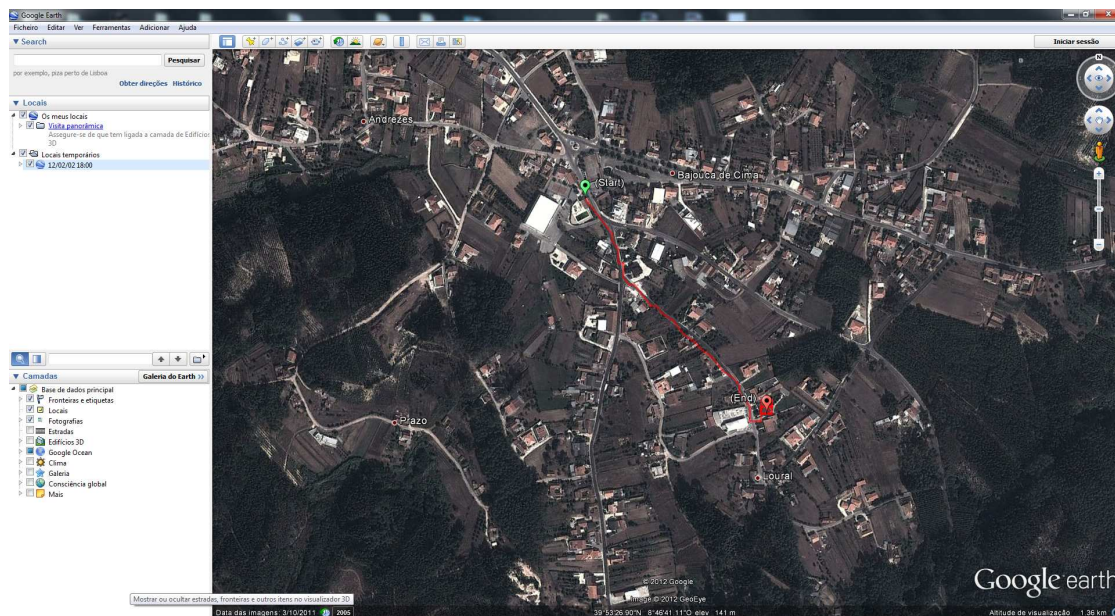


Figura 4.11: Trajeto desenhado no Google Maps.

Parte III

Conclusões e Trabalhos Futuros

Capítulo 5

Conclusões

Olhando para a conjuntura económica atual e ao elevado preço dos combustíveis, o presente trabalho teve como principal objetivo desenvolver e implementar um protótipo que fosse capaz de auxiliar uma empresa na gestão da sua frota de veículos, permitindo que esta tivesse acesso a dados referentes à utilização do mesmo, como por exemplo velocidades, regimes do motor ou percursos efetuados. Com esta informação é possível intervir de forma corretiva para que se consiga minimizar ao máximo gastos desnecessários e assim tornar a empresa mais sustentável. Para isso foram desenvolvidas duas aplicações distintas, uma aplicação para recolha de dados e uma para análise dos mesmos.

Este objetivo foi conseguido uma vez que se conseguiu implementar com sucesso tanto a aplicação para smartphone Android como a de PC, resultando assim na criação de uma nova forma de empresas gerirem as suas frotas de forma mais eficaz. Um dos principais desafios era criar um protótipo simples e de fácil utilização para que qualquer pessoa o conseguir operar sem problemas, evitando assim o uso de mão-de-obra qualificada para o processo. Isto foi conseguido pois como se pode constatar a aplicação para telemóvel faz tudo sozinha, sendo apenas preciso fazer o login para que esta comece automaticamente a recolher dados. No que diz respeito à aplicação para PC, também o seu uso é bastante simples, não sendo necessário ao utilizador fazer mais do que escolher o tipo de análise que quer fazer e quais os ficheiros que quer analisar.

Uma vez que a parte de aquisição de dados faz uso de um telemóvel, isto traduz-se numa grande vantagem devido à sua portabilidade, permitindo assim a troca de veículo sem qualquer problema, podendo ainda este funcionar como o telemóvel da empresa atribuído ao funcionário.

Toda a implementação deste protótipo pode ser conseguida de forma bastante económica, uma vez que hoje em dia já é possível adquirir um smartphone com todas as capacidades necessárias à sua implementação no protótipo por preços bastante acessíveis, bem como todos os outros componentes extra como o caso de um dispositivo Bluetooth para ligar à centralina e permitir a recolha de dados da mesma.

Capítulo 6

Trabalhos Futuros

O protótipo desenvolvido encontra-se em perfeitamente operacional, estando em funcionamento todas as funções descritas ao longo do documento. Os testes realizados mostraram indicativos que este protótipo tem a capacidade de passar a ser um produto de mercado com valor comercial pois passou os mesmos sem problemas. No entanto, existem ainda aspectos a melhorar ou novas funções que podem ser adicionadas:

- Implementar um sistema que permita, em tempo real, desenhar os trajetos que os veículos em serviço estão a percorrer, acrescentando ainda alarmes caso os veículos se desviem das rotas programadas.
- Visualização de estatísticas diretamente no telemóvel
- Implementação de uma plataforma que permita comunicar com o telemóvel presente no veículo através do computador, sem ser necessário o uso de outro telemóvel
- Criação de uma aplicação WEB para que se possa aceder a todos os dados remotamente

Bibliografia

- [1] Instituto Nacional de Estatísticas. Estatísticas dos transportes 2009. 2010.
- [2] Resistir. http://resistir.info/e_rosa/transportes_18mar11.html - Visitado a 14/06/2012.
- [3] Alberto Perez Jr. The use of onboard diagnostics to reduce emissions in automobiles. June 2009.
- [4] Berg Insight. Fleet management and wireless m2m. 2010.
- [5] Convergence. http://convergence.com.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=91:inofrota-da-inosat-poupa-35-em-combustivel-a-serragel-&catid=31:geral&Itemid=46 - Visitado a 23/07/2012
- [6] Strymon. <http://www.strymon.net/tag/white-paper/> - Visitado a 15/06/2012.
- [7] Transit 1A. <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=TRAN1> - Visitado a 15/06/2012.
- [8] Transit 1B. <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=1960-003B> - Visitado a 15/06/2012.
- [9] Transit 1. http://space.skyrocket.de/doc_sdat/transit-1.htm - Visitado a 15/06/2012.
- [10] Trimble. <http://web.archive.org/web/20071018151253/http://www.trimble.com/gps/whygps.shtml#0> - Visitado a 17/09/2012.
- [11] Fleet Tracking. <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Geolocation.png> - Visitado a 15/06/2012.
- [12] Ficha ODB. <http://www.justanswer.com/honda/4uhb9-honda-civic-2000-honda-civic-just-failed-emissions.html> - Visitado a 17/06/2012.
- [13] Android. <http://source.android.com/about/philosophy.html> - Visitado a 23/05/2012.
- [14] Adnroid. <https://plus.google.com/u/0/110023707389740934545/posts/R5YdRRyeTHM> - Visitado a 20/10/2012.
- [15] Android. <http://www.appbrain.com/stats/number-of-android-apps> - Visitado a 20/10/2012.

-
- [16] Android. <http://www.realmdigital.co.za/service/android-applications/> - Visitado a 23/05/2012.
- [17] Arquitetura Android. http://elinux.org/Android_Architecture - Visitado a 23/05/2012.
- [18] Arquitectura Android. <http://www.android-app-market.com/android-architecture.html> - Visitado a 23/05/2012.
- [19] EE Times. <http://www.eetimes.com/electronics-news/4182202/Tech-History-How-Bluetooth-got-its-name> - Visitado a 10/08/2012.
- [20] Mobic. http://www.mobic.com/oldnews/9911/bluetooth_awarded_best_of_show_t.htm - Visitado a 10/08/2012
- [21] How Stuff Works. <http://electronics.howstuffworks.com/bluetooth2.htm> - Visitado a 10/08/2012
- [22] Bluetooth. <http://www.bluetooth.com/Pages/History-of-Bluetooth.aspx> - Visitado a 10/08/2012
- [23] Search Mobile Computing. <http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/GSM> - Visitado a 30/10/2012
- [24] Tutorials Point. http://www.tutorialspoint.com/gsm/gsm_architecture.htm - Visitado a 30/10/2012
- [25] GSM For Dummies. <http://gsmfordummies.com/architecture/arch.shtml> - Visitado a 30/10/2012
- [26] Diogo Santos. Otimização de rotas para diminuição de consumos e emissões. 2011.
- [27] Agência Portuguesa do Ambiente. Evolução da qualidade do ar em Portugal entre 2001 e 2005. 2008

Capítulo 7

Anexos

1. Controle do GPS na aplicação

Implementar a classe *LocationListener*:

```
public class DataAcquisitionActivity extends Activity implements LocationListener
```

Criar um objeto com referência à classe *LocationManager*:

```
private LocationManager locationManager ;
```

Fazer pedido pelo serviço de localização:

```
locationManager = (LocationManager) getSystemService  
                (Context.LOCATION_SERVICE);
```

Verificar se o GPS está ligado:

```
isGPSEnabled = locationManager.isProviderEnabled  
                (LocationManager.GPS_PROVIDER);
```

Se o GPS estiver ligado, faz-se o pedido de mudanças de localização:

```
locationManager.requestLocationUpdates  
                (LocationManager.GPS_PROVIDER,  
                2000 ,  
                5 ,  
                this );
```

- **LocationManager.GPS_PROVIDER** - fornecedor dos dados GPS
- **2000** - tempo entre cada notificação
- **5** - distância mínima entre cada notificação
- **this** - classe que faz os pedidos de notificação

Sempre que há uma notificação de localização é necessário tomar ações. O método a implementar é:

```
public void onLocationChanged(Location location) {  
    \\ adquirir dados GPS  
    location.getLatitude();  
    location.getLongitude();  
    location.getSpeed();  
  
    \\ A partir daqui faz-se o que se quiser com estes dados  
}
```


2. Controlo da comunicação Bluetooth

Criar objetos das classes necessárias para estabelecer a comunicação:

- *String buffer* para mensagens a enviar:

```
private StringBuffer mOutStringBuffer;
```

- Módulo de bluetooth local:

```
private BluetoothAdapter mBluetoothAdapter = null;
```

- Classe que gere as comunicações por bluetooth:

```
private BluetoothChatService mChatService = null;
```

Adquirir o módulo de bluetooth local

```
mBluetoothAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();
```

Instanciar a classe de comunicação Bluetooth:

```
mChatService = new BluetoothChatService(this, mHandler);
```

Iniciar o *buffer* para enviar mensagens:

```
mOutStringBuffer = new StringBuffer("");
```

Criação de um *handler* para processar as mensagens

```
private final Handler mHandler = new Handler() {  
    @Override  
    public void handleMessage(Message msg) {  
        switch (msg.what) {  
            case MESSAGE_READ:  
                // ler a mensagem recebida e processá-la  
            case MESSAGE_DEVICE_NAME:  
                // gravar o nome do dispositivo conectado  
        }  
    }  
};
```

3. Controlo do USB na aplicação

Criar um objeto com referência à classe de controlo do USB

```
public USBAccessoryManager accessoryManager ;
```

Instanciar a classe de comunicação por USB

```
accessoryManager = new USBAccessoryManager(handler ,
                                           USBAccessoryWhat );
```

Fazer a ligação

```
accessoryManager.enable(this , getIntent ())
```

Criação de um *handler* para gerir as mensagens trocadas

```
private Handler handler = new Handler() {
    @Override
    public void handleMessage(Message msg) {
        byte [] commandPacket = new byte [2];

        switch(msg.what) {
            case USBAccessoryWhat :
                switch((( USBAccessoryManagerMessage )msg.obj).type) {
                    case READ:
                        if(accessoryManager.isConnected() == false) {
                            return ;
                        }
                        while(true) {
                            if(accessoryManager.available() < 2) {
                                // Verificar se a mensagem que chegou tem os dois bytes
                                break ;
                            }

                            accessoryManager.read(commandPacket); // ler a mensagem
                            switch(commandPacket[0]) {
                                case POT_STATUS_CHANGE:
                                    // Tratamento dos dados recebidos do potenciómetro
                                    // presente na placa
                                    break ;
                                case PUSHBUTTON_STATUS_CHANGE:
                                    // Tratamentos dos dados recebidos dos botões
                                    // presentes na placa
                                    break ;
                            }
                        }
                    }
        }
    }
}
```

```

        break;
    case CONNECTED:
        break;
    case READY:
        String version = ((USBAccessoryManagerMessage)msg.obj)
            .accessory.getVersion();

        // Pedido de protocolo de firmware
        firmwareProtocol = getFirmwareProtocol(version);

        switch(firmwareProtocol){
        case 1:
            deviceAttached = true;
            break;
        case 2:
            deviceAttached = true;
            commandPacket[0] = (byte) APP_CONNECT;
            commandPacket[1] = 0;

            // Envio de mensagem a pedir a ligação
            accessoryManager.write(commandPacket);

            break;
        default:
            break;
        }
        break;
    case DISCONNECTED:
        break;
    }
    break;
default:
    break;
}
};

```

Pedido de protocolo do firmware

```

private int getFirmwareProtocol(String version) {

    String major = "0";

    int positionOfDot;

    positionOfDot = version.indexOf('.');
    if(positionOfDot != -1) {

```

```
    major = version.substring(0, positionOfDot);  
}  
  
return new Integer(major).intValue();  
}
```

4. Exemplo de um ficheiro com informação GPS

"hora", "latitude", "longitude", "velocidade"

23:42:55,39.8696,-8.78,25
23:42:56,39.8697,-8.7799,35
23:42:57,39.8698,-8.7799,35
23:42:58,39.8699,-8.7799,35
23:42:59,39.87,-8.7798,35
23:43:00,39.8701,-8.7798,35
23:43:01,39.8701,-8.7798,34
23:43:02,39.8702,-8.7797,34
23:43:03,39.8703,-8.7797,34
23:43:04,39.8704,-8.7797,34
23:43:05,39.8705,-8.7798,34
23:43:06,39.8705,-8.7798,34
23:43:07,39.8706,-8.7798,34
23:43:08,39.8707,-8.7798,42
23:43:09,39.8709,-8.7799,42
23:43:10,39.871,-8.7799,42
23:43:11,39.8711,-8.7799,42
23:43:12,39.8712,-8.78,42
23:43:13,39.8713,-8.78,41
23:43:14,39.8714,-8.78,40
23:43:15,39.8715,-8.78,28
23:43:18,39.8715,-8.78,18
23:43:21,39.8716,-8.78,14
23:43:22,39.8716,-8.78,16
23:43:23,39.8717,-8.7801,18
23:43:24,39.8717,-8.7801,23
23:43:25,39.8718,-8.7802,23
23:43:26,39.8718,-8.7803,25
23:43:27,39.8718,-8.7804,26
23:43:28,39.8719,-8.7805,30
23:43:29,39.8719,-8.7807,33
23:43:30,39.8719,-8.7808,35
23:43:31,39.872,-8.781,38
23:43:32,39.872,-8.7811,40
23:43:33,39.8721,-8.7813,42
23:43:34,39.8721,-8.7814,44
23:43:35,39.8722,-8.7816,44
23:43:36,39.8722,-8.7817,44
23:43:37,39.8723,-8.7819,44

5. Exemplo de um ficheiro com informação OBD

"hora", "rpms"

23:42:56,1614
23:42:58,1619
23:43:02,1754
23:43:06,1900
23:43:08,1878
23:43:12,1013
23:43:14,1514
23:43:16,895
23:43:18,1708
23:43:20,1349
23:43:26,1860
23:43:28,1445
23:43:30,1527
23:43:34,1478
23:43:36,1454
23:43:38,1452
23:43:40,1524
23:43:42,1558
23:43:44,1606
23:43:46,1657
23:43:48,1689
23:43:52,1641
23:43:54,774
23:43:56,1741
23:43:58,1791
23:44:00,1847
23:44:02,1872
23:44:04,1874
23:44:06,1892
23:44:08,1889
23:44:10,1845
23:44:12,1822
23:44:14,1732
23:44:16,1607
23:44:18,1501
23:44:20,1516
23:44:26,1806
23:44:28,1897
23:44:30,1900

6. Exemplo de um ficheiro com informação de sensores USB

"hora", "valor sensor"

21:28:19,40
21:28:21,40
21:28:23,40
21:28:25,55
21:28:27,64
21:28:29,64
21:28:31,64
21:28:33,64
21:28:35,64
21:28:37,64
21:28:39,64
21:28:41,64
21:28:43,64
21:28:45,64
21:28:47,64
21:28:49,64
21:28:51,64
21:28:53,64
21:28:55,63
21:28:57,30
21:28:59,75
21:29:01,60
21:29:03,63
21:29:05,52
21:29:07,73
21:29:09,73
21:29:11,56
21:29:13,62

7. Exemplo de um ficheiro com informação de alarmes USB

"hora","estado alarme 1", "estado alarme 2"

21:28:20,Alarm 1: ON , Alarm 2: OFF
21:28:20,Alarm 1: OFF, Alarm 2: OFF
21:28:25,Alarm 1: ON , Alarm 2: OFF
21:28:32,Alarm 1: OFF, Alarm 2: OFF
21:28:40,Alarm 1: ON , Alarm 2: OFF
21:28:46,Alarm 1: OFF, Alarm 2: OFF
21:28:51,Alarm 1: ON , Alarm 2: OFF
21:28:52,Alarm 1: OFF, Alarm 2: OFF
21:28:53,Alarm 1: ON , Alarm 2: OFF
21:28:53,Alarm 1: OFF, Alarm 2: OFF
21:28:54,Alarm 1: OFF, Alarm 2: ON
21:28:57,Alarm 1: OFF, Alarm 2: OFF
21:28:58,Alarm 1: ON , Alarm 2: OFF
21:28:59,Alarm 1: ON , Alarm 2: ON
21:29:00,Alarm 1: OFF, Alarm 2: ON
21:29:01,Alarm 1: ON , Alarm 2: ON
21:29:03,Alarm 1: OFF, Alarm 2: ON
21:29:04,Alarm 1: OFF, Alarm 2: OFF
21:29:07,Alarm 1: ON , Alarm 2: OFF
21:29:09,Alarm 1: OFF, Alarm 2: OFF
21:29:10,Alarm 1: OFF, Alarm 2: ON

8. Lista de PID's relevantes

| PID | Nº de Bytes | Descrição | Mínimo | Máximo | Unidades | Fórmula |
|-----|-------------|-----------------------|--------|----------|----------|-----------------------|
| 01 | 1 | Carga do motor | 0 | 100 | % | $A * 100 / 255$ |
| 0C | 2 | rotações do motor | 0 | 16383.75 | rpm | $((A * 256) + B) / 4$ |
| 0D | 1 | Velocidade do veículo | 0 | 255 | km/h | A |
| 10 | 2 | Admissão de ar | 0 | 655.35 | g/sec | $((A * 256) + B) 100$ |