



Universidade do Porto  
Faculdade de Engenharia

**FEUP**



José Pedro Moreira de Barros

# SISTEMA PARA GESTÃO DE UM PARQUE DE ESTAÇÃO DE RECOLHA

17.3)  
C5202  
BARj

ro, 2005

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Licenciatura em Engenharia Informática e Computação**



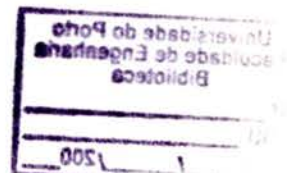
**Sistema para gestão de um parque de recolha de viaturas (GESVIA)  
na  
OPT (Optimização e Planeamento de Transportes, SA)**

**Relatório do Estágio Curricular da LEIC 2004/2005**

*José Pedro Moreira de Barros*

Orientador na FEUP: Dr<sup>a</sup> Teresa Galvão Dias  
Orientador na OPT: Dr<sup>o</sup> Fernando da Gama Vieira

Setembro de 2005



004(0473)1LEIC1E1E3202 2005/BARJ

Universidade do Porto	
Faculdade de Engenharia	
Biblioteca	
Nº	81414
CDU	
Data	15 / 03 / 2006

*À minha família*



## Resumo

Este documento descreve o trabalho realizado durante o estágio curricular da Licenciatura em Engenharia Informática e Computação, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, que decorreu na OPT, SA (Optimização e Planeamento de Transportes, SA).

O estágio decorreu no âmbito do projecto GESVIA cujo objectivo é o desenvolvimento de um “Sistema para Gestão de um Parque de Recolha de Viaturas - GESBUS”. De entre os vários módulos do sistema, foi dada particular ênfase ao problema de afectação de viaturas aos serviços de empresas de transportes colectivos e ao problema de gestão de viaturas (plano de manutenção, etc).

O projecto tem a duração de um ano, tendo este estágio sido realizado nos primeiros seis meses e focado, em termos de desenvolvimento, o primeiro módulo da solução que inclui escalamento e gestão de viaturas.

Foi desenvolvida uma aplicação que utiliza a rede privada de uma empresa (intranet) de forma a aumentar a eficácia e eficiência dos processos de fluxo de informação entre os vários departamentos numa empresa de transportes colectivos.

A aplicação, dividida em módulos, permite o planeamento de intervenções, escalamento, gestão de viaturas e consulta de serviços dos motoristas.

Através do estágio realizado, o estagiário não só ganhou experiência profissional como conhecimentos de diversas áreas e ferramentas, como são exemplo disso a linguagem OQL e o software arcGis. Estes conhecimentos serão fundamentais para a valorização do principal produto da empresa (o Sistema GIST).

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que contribuíram para o sucesso do estágio realizado na OPT. Desde o primeiro minuto que senti apoio por parte de todos os membros da empresa e agradeço-lhes por isso.

Gostaria também de agradecer à minha família por todo o meu percurso académico.

Aos meus amigos, a minha gratidão pelo apoio em todos os momentos.

## Índice de conteúdos

1	Introdução .....	7
1.1	Apresentação da instituição de estágio OPT .....	7
1.2	O projecto GESBUS na instituição de estágio OPT .....	8
1.3	Estudo e desenvolvimento do protótipo GESBUS do projecto GESVIA .....	11
1.4	Organização e Temas Abordados no Presente Relatório .....	12
2	O problema de gestão de viaturas em empresas de transporte colectivo.....	13
2.1	Contexto do problema.....	13
2.2	Descrição do processo funcional na estação .....	14
2.3	Processo actual de distribuição de viaturas .....	15
2.4	Conclusões .....	16
3	Tecnologias .....	17
3.1	Global positioning system (GPS) .....	17
3.2	ArcGIS.....	18
3.3	Versant - Object-relational Mapping for .NET.....	19
4	Especificação de requisitos.....	22
4.1	Módulo Gestão do Parque .....	22
4.1.1	Requisitos funcionais .....	22
4.1.1.1	Criar/Alterar/Remover Viaturas.....	22
4.1.1.2	Alterar estado de disponibilidade das viaturas .....	23
4.1.1.3	Definir Parque da Estação.....	23
4.1.1.4	Localizar Viatura.....	24
4.1.1.5	Tipos de Viatura /Grupos de viaturas .....	24
4.1.1.6	Manipular Práticas .....	24
4.1.1.7	Formações.....	25
4.1.1.8	Intervenções .....	27
4.1.1.9	Operações de Manutenção .....	28
4.1.1.10	Entrada e saída de viaturas.....	29
4.1.1.11	Mapa da Estação.....	31
4.2	Módulo Planeamento de Intervenções.....	32
4.2.1	Requisitos funcionais .....	32
4.2.1.1	Aceder ao histórico das viaturas.....	32
4.2.1.2	Fornecer mapas anuais de manutenção .....	32
4.2.1.3	Fornecer mapas mensais de manutenção.....	32
4.2.1.4	Fornecer mapas semanais de manutenção.....	33
4.2.1.5	Fornecer mapas diários de manutenção .....	33
4.2.1.6	Fornecer folha de pedidos de recolha .....	33
4.2.1.7	Ajuste da periodicidade da mudança de óleo .....	33
4.2.1.8	Construir planos semanais de manutenção.....	33
4.2.1.9	Identificar Viaturas disponíveis .....	33
4.2.1.10	Alterar estado de disponibilidade das Viaturas.....	34
4.2.1.11	Receber informação de sistemas externos (início/fim de intervenções).....	34

4.2.1.12	Aceder histórico das viaturas.....	34
4.2.1.13	Fornecer mapas anuais de manutenção .....	34
4.2.2	Especificação das Interfaces.....	35
4.2.2.1	Configuração Planos de Manutenção.....	35
4.2.2.2	Planos de Manutenção.....	35
4.2.2.3	Mapas Anuais de Manutenção .....	36
4.2.2.4	Intervenções .....	37
4.3	Módulo Escalamento de Viaturas.....	38
4.3.1	Requisitos funcionais .....	38
4.3.1.1	Criar Escalas Diárias de Viaturas .....	38
4.3.1.2	Identificar Turnos a realizar em cada dia.....	38
4.3.1.3	Identificar Turnos que ainda não estejam totalmente cobertos .....	39
4.3.1.4	Identificar Viaturas disponíveis .....	39
4.3.1.5	Criar/Alterar/Remover Turnos.....	39
4.3.1.6	Emprestar/Importar Viaturas.....	39
4.3.1.7	Alterar estado de disponibilidade das Viaturas.....	40
4.3.2	Especificação das Interfaces.....	40
4.3.2.1	Escala Diária de Viatura .....	40
4.3.2.2	Escala Modelo de Viaturas .....	42
4.4	Módulo Quiosques de Consulta .....	44
4.4.1	Requisitos funcionais .....	44
4.4.1.1	Identificação do Tripulante.....	45
4.4.1.2	Identificar Serviço/Viatura.....	45
4.4.2	Diagrama Funcional .....	45
4.4.3	Especificação das Interfaces.....	46
4.4.3.1	Login.....	46
4.4.3.2	Identificação Serviços/Viaturas.....	46
5	Implementação do GESBUS.....	47
5.1	Base de Dados.....	47
5.2	Desenvolvimento em .net.....	50
5.3	Escalamento .....	50
5.4	Utilização do versant.....	52
5.5	Teste do ArcGIS.....	52
6	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro .....	55
6.1	Projecto .....	55
6.2	Trabalho futuro.....	55
6.3	Estágio .....	56
	Referências e Bibliografia .....	57
	ANEXO A: Definições, acrónimos e abreviaturas .....	58
	ANEXO B: Estudo de soluções GPS.....	61
	ANEXO C: Normas para desenvolvimento em .NET C# .....	77



## 1 Introdução

Neste capítulo é apresentado o projecto de estágio sendo para tal apresentada primeiro a empresa onde decorreu o estágio, os objectivos do estágio e as motivações para a realização do projecto em causa. Por fim é descrita a organização do presente relatório.

### 1.1 Apresentação da instituição de estágio OPT

A empresa OPT – Optimização e Planeamento de Transportes, SA, foi criada de modo a potenciar a actividade comercial do Sistema GIST. Na génese deste processo estiveram as actividades de dois grupos universitários, em meados da década de 80. Na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) esta actividade teve lugar em torno de três projectos de mestrado (Pinho de Sousa e Guimarães, 1986; Freire de Sousa, 1991; e Vasconcelos Ferreira e Guimarães, 1995). Nestes projectos, foi desenvolvido para os então Serviços de Transportes Colectivos do Porto (STCP) um sistema de apoio à decisão relativamente elementar, com o qual se pretendia “reproduzir” no computador os procedimentos tradicionais, manuais, e apoiar o processo de decisão através de um pequeno conjunto de heurísticas para os problemas mais estruturados. Este sistema de apoio à decisão reorganizava já o processo de planeamento num conjunto de fases, que serviriam, mais tarde, para estruturar os módulos do sistema GIST, e apoiava-se num conjunto de interfaces que lhe conferiam algum potencial de interacção com o utilizador. Por outro lado, na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) desenvolvia-se, nessa altura, uma grande actividade no mesmo sector, mas com particular ênfase no desenvolvimento de algoritmos, baseados em métodos de optimização, para os problemas de geração dos horários das viaturas e de geração de serviços de tripulações. Esta actividade centrou-se na Rodoviária Nacional a partir de 1984. Os trabalhos realizados pelos dois grupos universitários eram, em parte, complementares, e constituíram por isso uma boa base para a concepção do novo sistema, que representava em relação aos anteriores um avanço significativo. Como consequência, foi proposta publicamente a criação de um projecto de âmbito nacional, para a concepção de um sistema de apoio à decisão que cobrisse uma parte significativa dos problemas de planeamento operacional em empresas de transportes colectivos. Esta ideia, divulgada junto de um número representativo de empresas de transporte, teve como resultado a formação do consórcio GIST, envolvendo, por um lado, as empresas STCP, CARRIS, Horários do Funchal, Barraqueiro e Vimeca e, por outro, os dois grupos universitários representados pelo INEGI e pelo ICAT.

O sistema GIST é um sistema de apoio à decisão no processo de planeamento operacional das empresas de transportes públicos de passageiros. É um conjunto de módulos de

software, independentes mas integrados entre si, em que cada um deles é dedicado a um sub-problema do planeamento. O crescimento do GIST traduziu-se num processo faseado, iniciado com o desenvolvimento e disponibilização de um conjunto de módulos relativos à primeira etapa do processo de planeamento operacional, onde são definidos em abstracto o trabalho diário de viaturas e tripulantes. Mais tarde, procedeu-se à sofisticação da versão inicial, através da disponibilização de novas funcionalidades e do enriquecimento da base de modelos de optimização, e ainda da introdução de um novo conjunto de módulos relativos ao Escalamento de tripulantes, aproveitando-se a oportunidade para fazer o sistema transitar de WS's para PC's.

## 1.2 O projecto GESBUS na instituição de estágio OPT

As empresas de transporte público de passageiros precisam, cada vez mais, de recorrer às novas tecnologias de informação para conseguirem prestar um serviço melhor, mais eficaz e controlado. Na OPT sabe-se que cada empresa de transporte público tem a sua identidade própria. Neste sentido é importante que cada módulo do GIST permita a adequação a cada situação específica e não imponha regras particulares ao funcionamento de cada empresa. O sistema GIST permite responder de forma segura, articulada e funcional às necessidades das empresas de transporte, integrando as diferentes visões e os diferentes objectivos envolvidos. Permite ainda contemplar de raiz as vertentes de gestão, administração e de carácter funcional, com a necessária descentralização da informação e a sua constante actualização.

Tendo em conta os aspectos referidos, o sistema foi concebido por forma a ser modular, interactivo, flexível e fácil de expandir. Na prática, procurou-se que a cada fase do problema correspondesse a um módulo do sistema, ao qual podem, em qualquer momento, ser acrescentados novos desenvolvimentos, com uma interferência mínima nos restantes módulos. Do ponto de vista da plataforma informática, o sistema GIST é um sistema aberto, construído em ambiente Windows, recorrendo a interfaces gráficas programadas em Visual Basic. A sua arquitectura assenta no modelo cliente-servidor e no sistema de gestão de bases de dados relacional Oracle.

Os recursos humanos representam um factor com custos importantes no funcionamento de qualquer empresa, facto que tem ainda maior relevância nas empresas de transportes colectivos, uma vez que estas necessitam de um número significativo de motoristas. Se juntar ao referido o facto de o escalamento ser a única operação do planeamento operacional que tem de ser efectuada diariamente, facilmente se conclui que, da informatização deste processo podem resultar grandes ganhos em eficiência para a empresa.

Relativamente ao módulo de escalamento de pessoal tripulante, que tem como objectivo a afectação dos motoristas disponíveis aos serviços de transporte que se pretendem assegurar num determinado dia, convém referir que, dada a complexidade deste problema, resultante das regras de gestão diferentes de empresa para empresa, se procuraram identificar e tratar os aspectos comuns às diversas situações. O sistema está projectado para admitir a integração posterior de módulos específicos de cada empresa que possibilitem uma automatização crescente nos processos de geração de escalas e de afectação de motoristas e viaturas a serviços.

De seguida são apresentados os módulos aplicativos que constituem o sistema GIST:

### **Módulo Rede**

No Módulo Rede é feita a definição da rede de transportes da empresa. A rede é definida especificando os seus pontos mais importantes (por exemplo, estações de recolha de viaturas, terminos das linhas e pontos de rendição de motoristas) e as ligações existentes entre esses pontos. A cada ligação, está associada informação sobre os tipos de viaturas que nela podem ser utilizados, e a duração média do trajecto respectivo ao longo do dia, que permite caracterizar as condições de trânsito (por exemplo, identificar as horas de ponta).

### **Módulo Megalinhas**

Neste módulo são definidos os percursos, as linhas e as megalinhas. Um percurso é um conjunto ordenado de ligações entre pontos da rede sobre o qual são definidas viagens. Uma linha é um conjunto de percursos (no caso mais simples um percurso de ida e um percurso de volta) e corresponde à unidade na qual é dividida a oferta ao público. As megalinhas agrupam linhas e percursos de ligação, e são a unidade de planeamento do Sistema GIST, sobre as quais é feito o planeamento dos horários ao público e a gestão das viaturas e dos serviços do pessoal tripulante.

### **Módulo Viagens e Viaturas**

No Módulo Viagens e Viaturas são criados, em primeiro lugar, os horários das viagens que constituem a oferta ao público. Cada horário é definido para uma megalinha, época do ano e para um tipo de dia (dias úteis, Sábados, Domingos, etc.).

**Em seguida**, é feita a afectação das viagens a turnos. Um turno corresponde ao horário de uma viatura. Esta afectação é feita com o objectivo de minimizar os custos para a empresa e pode ser feita utilizando algoritmos de optimização parametrizáveis, manualmente pelo utilizador do sistema, ou através de uma combinação dos dois métodos.

### **Módulo Serviços**

No Módulo Serviços são criados os serviços dos motoristas. De um modo semelhante ao Módulo Viagens e Viaturas, este módulo conjuga algoritmos de optimização com a definição manual dos serviços feita pelo utilizador. No entanto, o problema de definição de serviços é bastante mais complexo do que o problema de definição de turnos, devido à natureza das restrições aplicadas ao trabalho dos motoristas.

### **Módulo Escalamento**

O escalamento consiste na afectação de motoristas aos serviços definidos no Módulo Serviços. O processo de escalamento de motoristas tem que assegurar a realização dos serviços definidos tendo em conta os motoristas disponíveis (um motorista pode estar indisponível por motivos de férias, folga, doença, etc.). É importante notar que, ao contrário das fases anteriores, o escalamento é uma actividade executada diariamente.

O Módulo Escalamento encontra-se dividido em quatro sub-módulos, que serão descritos em seguida:

- **Módulo Gestão de Pessoal Tripulante**

Permite gerir a informação relativa aos tripulantes tais como dados pessoais, funções que podem desempenhar, históricos e estatísticas.

- **Pré-escalamento**

Permite com base na informação definida no Módulo Serviços, a criação de escalas modelo que servirão de base à criação de escalas de trabalho diárias.

- **Geração de escalas**

Neste módulo são definidas as escalas de trabalho diárias com a informação sobre o trabalho de cada motorista para cada dia.

- **Pós-escalamento**

Permite registar as alterações à escala diária feitas durante o dia, isto é, permite comparar o trabalho planeado com o trabalho realmente realizado. Esta informação pode também ser disponibilizada para aplicações exteriores ao Sistema GIST como, por exemplo, para aplicações de contabilidade de salários e facturação ao cliente (no caso de empresas que fazem alugueres).

Para que o processo de escalamento fique completamente definido é necessário afectar viaturas reais aos horários e aos serviços diários dos motoristas. É neste contexto que surge o projecto GESBUS, cujo objectivo é o desenvolvimento de um módulo semelhante ao de escalamento de pessoal, mas neste caso adaptado à gestão de viaturas.



### 1.3 Estudo e desenvolvimento do protótipo GESBUS do projecto GESVIA

No início do estágio foi elaborado um plano de trabalhos de acordo com os objectivos da empresa e do estágio. Este plano, apresentado na Figura 1, foi aprovado por ambos os orientadores.

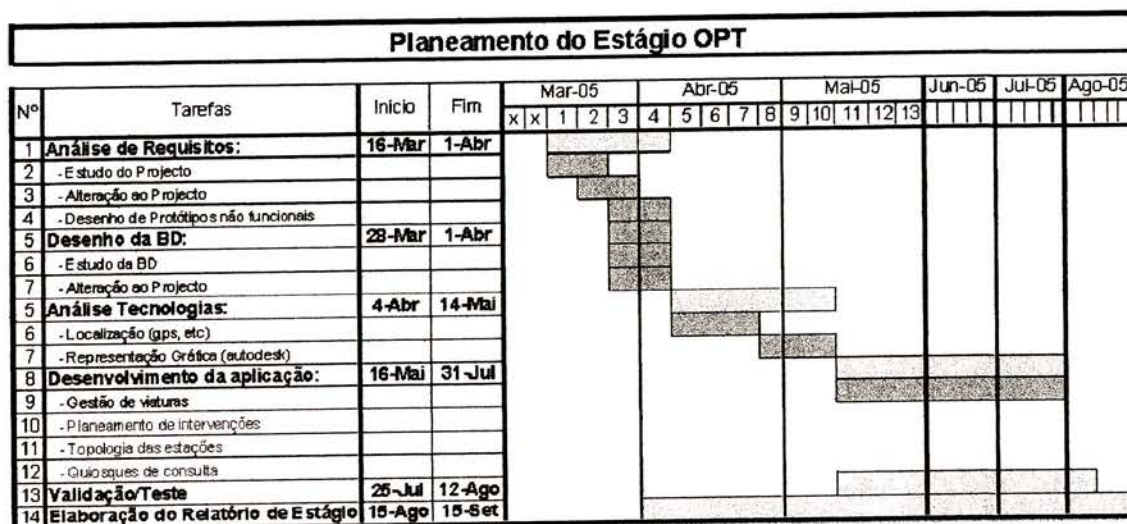


Figura 1: Planeamento do estágio

Foram identificadas as seguintes fases: análise de requisitos, desenho da base dados, análise de tecnologias e desenvolvimento/teste. Na Figura 1 pode ver-se as fases e sub-fases do projecto e respectivas projecções de calendarização. Como se pode constatar, o desenvolvimento da aplicação não estará completo após os seis meses de estágio. O período de estágio era extremamente limitado para a envergadura do projecto em questão pelo que os módulos assinalados a vermelho fazem parte do projecto GESVIA mas não da proposta inicial de estágio. De realçar que apesar de o desenvolvimento e teste desses módulos não ser incluído no estágio, as restantes fases do planeamento foram executadas para todos os módulos: análise de requisitos, desenho da bd e análise de tecnologias.

#### **1.4 Organização e Temas Abordados no Presente Relatório**

Este relatório encontra-se dividido em seis capítulos. No primeiro capítulo é feita a introdução da empresa onde decorreu o estágio e dos respectivos projectos.

No segundo capítulo, o problema e respectivo contexto são descritos e analisados.

No terceiro capítulo é apresentada uma revisão das tecnologias utilizadas e qual o seu papel no projecto.

No quarto capítulo é apresentada a especificação de requisitos e interfaces do sistema desenvolvido.

No quinto capítulo são descritos os passos de desenvolvimento do protótipo, suas dificuldades e o estado da implementação..

Finalmente, no capítulo final são apresentadas as conclusões.

Em anexo encontra-se um glossário dos termos utilizados no contexto do problema, o relatório de estudo de soluções GPS e o documento com as normas de desenvolvimento em .NET C#.

## 2 O problema de gestão de viaturas em empresas de transporte colectivo

Neste capítulo será apresentado o problema de gestão de viaturas em empresas de transporte colectivo, enquadrando-o num contexto mais global. Em particular são apresentados os pressupostos do problema, os principais objectivos e os vários sub-problemas em que se pode desdobrar.

### 2.1 Contexto do problema

Apesar da proliferação de aplicações informáticas destinadas a apoiar o planeamento operacional numa ou noutra empresa, apenas alguns sistemas abrangem a globalidade do problema, sendo ainda mais raros os que tentam uma abordagem universal, capaz de ser usada em empresas com as mais variadas envolventes. Mesmo estes, entre os quais se destaca o sistema canadiano HASTUS [1], autêntica referência a nível mundial, resistem o mais possível à necessidade de adaptações, recorrendo ao estatuto que ostentam para impor a pretensa racionalidade das suas soluções. De qualquer modo, o custo da sua aquisição, acrescido pelo custo do esforço relativo a qualquer adaptação, é incomportável para as empresas portuguesas do sector, as quais, por outro lado, não possuem *know-how* suficiente para desenvolver internamente um sistema deste tipo.

Por outro lado, a proliferação de aplicações informáticas tende a gerar um certo grau de ansiedade nas pessoas que não estão habituadas a estas tecnologias. Esta ansiedade, em parte, é causada pelo desconhecimento dos benefícios que um computador pode trazer e também pelo receio de entrar num terreno desconhecido. Tal facto evidencia-se ainda mais nas profissões onde o contacto diário com computadores é quase inexistente. Também na área dos transportes há outra agravante: os funcionários, em geral, têm dificuldade em encontrar tempo para aprender a trabalhar com o computador. Não obstante, é cada vez mais frequente o uso de computadores no registo e armazenamento de dados da empresa. Nestes casos, o computador permite uma leitura mais rápida e correcta das informações. As escalas e os horários são mais legíveis e personalizados. Hoje em dia o objectivo principal da informática destinada à área dos transportes, é colocar o computador no chamado ponto de assistência e gestão, ou seja, num único ponto de entrada de dados onde todo o movimento de uma estação pode estar centralizado. Assim, o computador, quando utilizado adequadamente, transforma-se em “distribuidor” de serviços, escalas, motoristas, viaturas e horários, com várias vantagens evidentes relativamente aos procedimentos manuais.

Neste caso descreve-se um sistema informático de gestão de viaturas de um parque de uma estação de recolha, cujo principal objectivo consiste em fornecer mais e melhor informação sobre a gestão das viaturas da estação, aproveitando os meios informáticos para uma melhor gestão dos custos e do tempo envolvidos. Assim, durante o projecto de desenvolvimento do sistema informático foi definida uma metodologia de planeamento que enquadra a sua utilização nas empresas portuguesas e lhe garante a flexibilidade necessária para permitir a sua exportação para outros mercados.

O carácter inovador deste sistema passa, essencialmente, pelo seu elevado nível de interactividade com o utilizador, pelas facilidades de parametrização, pela automatização dos processos de planeamento e pela gestão integrada dos dados. De acordo com a metodologia de desenvolvimento definida pela OPT, foram realizadas várias reuniões nas diferentes estações de recolha da STCP, envolvendo os responsáveis pelo projecto na OPT e na STCP, assim como os futuros utilizadores do sistema. De modo a responder às necessidades de um parque de viaturas deste tipo surge a necessidade de criar, de raiz, uma solução universal configurável, capaz de lidar com casos particulares. Com o objectivo de responder de forma segura, articulada e funcional, às necessidades da gestão de viaturas foram efectuadas deslocações periódicas às várias estações de modo a conhecer o processo actual de controlo de distribuição das viaturas pelos serviços a efectuar.

## 2.2 Descrição do processo funcional na estação

O processo de planeamento operacional de transportes colectivos de passageiros é definido com o auxílio do sistema GIST. Em particular, o trabalho abstracto das viaturas (os horários das viaturas) é definido no módulo Viagens e Viaturas. No módulo Gestão de Viaturas procura-se auxiliar o processo da gestão das viaturas concretas que deverão ser atribuídas aos serviços previamente definidos.

Esta última etapa pode, por sua vez, ser dividida em duas partes, uma relativa à associação entre tripulantes concretos e serviços de escala (serviços diários dos motoristas), e outra relativa à associação entre viaturas concretas e turnos de escala (horários diários das viaturas). Cada uma destas partes unifica-se num documento que recebe o nome de escala, o qual está na origem da palavra escalamento. É precisamente o escalamento de viaturas que constitui o problema central deste projecto. Trata-se, de facto, não de um mas de vários problemas, cuja resolução se desenvolve em três momentos distintos, correspondentes às seguintes fases:

- Importação dos turnos planeados (horários abstractos das viaturas) e a sua transformação em turnos de escala (horários diários das viaturas), organização



dos turnos de escala em grupos e afectação de médio/longo prazo dos turnos de escalas a viaturas concretas;

- Introdução dos registos relativos ao trabalho efectivamente realizado pelas viaturas, transformando as afectações planeadas em afectações reais;
- Integração de informação entretanto surgida e do resultado das subseqüentes tomadas de decisão, provocando alterações nas afectações existentes e dando origem à versão final das afectações planeadas;

### 2.3 Processo actual de distribuição de viaturas

Actualmente, o processo de distribuição de viaturas é feito com base na informação sobre a disponibilidade das viaturas. O processo desenvolve-se da seguinte forma: quando a viatura regressa à estação de recolha depois de ter efectuado um determinado serviço, são efectuadas várias operações sobre esta, tais como lavagem e manutenção programada. Em seguida, a Secção de Manutenção informa o chefe de turno sobre as viaturas que estão disponíveis. O chefe de turno executa a afectação de viaturas com base na informação fornecida pela Secção de Manutenção e da própria estação. Esta informação é transmitida ao expedidor que indica quais as viaturas disponíveis e onde é que elas estão estacionadas. Os autocarros vindos da manutenção são estacionados mais perto do local de distribuição na estação, de modo a serem os primeiros a arrancar para o serviço. As viaturas são divididas no estacionamento por categorias ou por serviços a realizar. Para facilitar a procura das viaturas por parte dos motoristas, é feita a divisão dos vários locais de estacionamento por zonas, facilitando a sua rápida localização na estação. É normal que a viatura não tenha uma posição fixa no parque. As viaturas, por vezes, são estacionadas por ordem de chegada, que normalmente não coincide com a ordem de saída.

A disponibilidade das viaturas para o serviço depende de vários factores, alguns específicos de cada estação, tais como o tipo de viatura, as características do piso, as horas de ponta, a autonomia e a manutenção. As operações de manutenção programada são repartidas em operações mensais, trimestrais e anuais. Existe também a manutenção com base nos quilómetros para efeitos de lubrificação. Uma operação de manutenção é efectuada de acordo com as seguintes fases: pré-teste, operação e lavagem. De salientar que, por vezes, existem épocas específicas para pequenas reparações devido a factores externos.

Outro problema associado ao processo de gestão de viaturas é a colocação das viaturas no parque de modo a não impedir o deslocamento rápido de outras viaturas seleccionadas

para os serviços. Para não haver bloqueios e obstruções nas manobras, o expedidor tem que controlar a disposição das viaturas de modo a haver uma rápida movimentação oportuna da viatura seleccionada.

Cada estação tem um funcionamento próprio de gestão das viaturas que está a seu cargo. As características das viaturas, e respectivas práticas exigidas aos motoristas, são também condicionantes neste processo.

## **2.4 Conclusões**

Neste capítulo foram abordadas as principais características do projecto a desenvolver, enquadrando a necessidade deste tipo de soluções em parques de estações de empresas de transportes. Descreveu-se o processo actual de distribuição e gestão das viaturas. Salientou-se que a gestão de viaturas no parque de uma estação constitui o problema central deste projecto. Um dos objectivos fundamentais da aplicação a desenvolver é a redução das ineficiências associadas ao processo manual, além, de uma melhor organização da distribuição das viaturas disponíveis para o serviço, executada pelo chefe de turno e pelo expedidor. Com esta aplicação, tanto o chefe de turno como o expedidor podem executar a distribuição das viaturas de uma maneira mais fácil e rápida. O parque de viaturas torna-se mais eficiente e organizado. Deste modo é possível ter um melhor aproveitamento do espaço de estacionamento e uma menor perda de tempo na localização e distribuição das viaturas ao motoristas.

### 3 Tecnologias

Neste capítulo serão abordadas as tecnologias utilizadas no projecto. Será feita uma descrição das suas potencialidades e o seu papel no sistema.

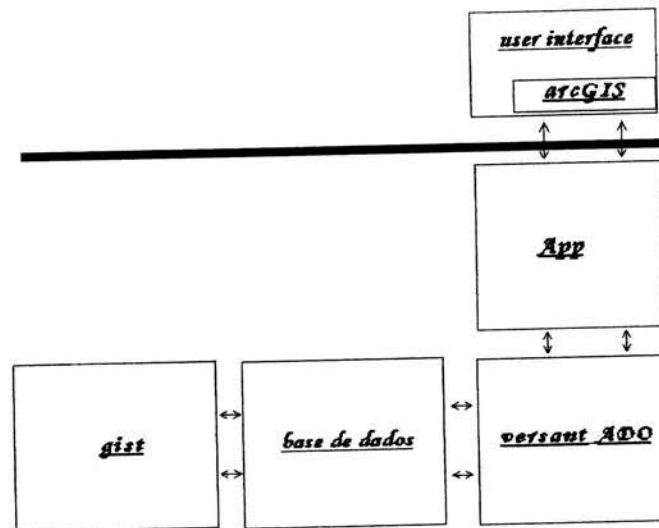


Figura 2: Tecnologias e sua interligação no sistema

#### 3.1 Global positioning system (GPS)

No projecto GESBUS, a comunicação com sistemas GPS para controlo de localização de viaturas é um grande passo para a automatização de processos. Actualmente a monitorização das viaturas requer visitas periódicas ao parque da estação de forma a determinar quais as viaturas disponíveis para expedição.

A inclusão de mecanismos de controlo da frota através de GPS permitiria a automatização de processos ligados a todas as movimentações das viaturas no parque de uma estação de recolha.

Para determinar qual a solução GPS que melhor se enquadraria no projecto e na empresa foi efectuado um estudo das soluções existentes no mercado. Esse documento encontra-se em anexo a este documento. (ver Anexo B)

O sistema de GPS , apesar de não estar presente na figura das tecnologias no sistema atrás exibida, será implementado assim que existam as condições para tal. De momento, este foi substituído por uma interface de simulação de registo de movimentação de viaturas no parque de recolha. Com a implementação do mecanismo GPS este passará a comunicar directamente com a base de dados, nela constando todas as informações devidamente actualizadas.

### 3.2 ArcGIS

O ArcGIS da ESRI [3] é uma colecção integrada de produtos de software para construir um GIS (Geographic Information System). Permite aos utilizadores imbuir estas funcionalidades em aplicações em desenvolvimento, entre outras alternativas, sendo portanto altamente customizável. Esta ferramenta fornece uma plataforma de software genérica de suporte à utilização dos elementos de conhecimento assim como utilitários para armazenamento, edição, análise e visualização. De facto, é também possível a criação e utilização de serviços na internet tal como num computador de trabalho.

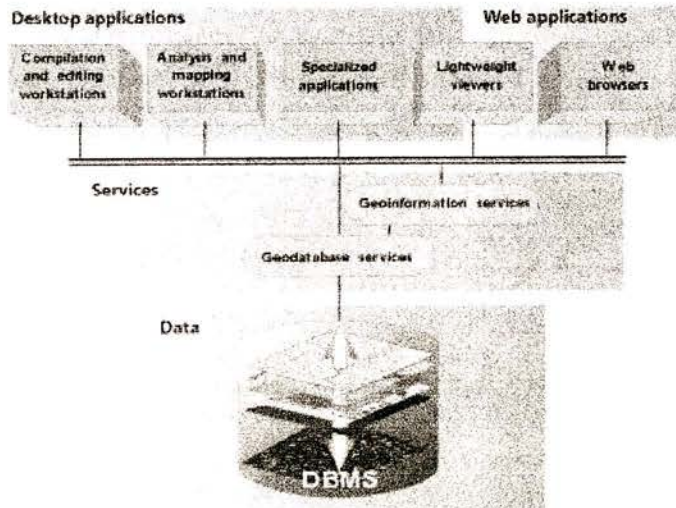


Figura 3: Arquitectura e aplicações tipo

No âmbito do projecto GESVIA, os objectivos que se pretendem atingir e que deverão direccionar o teste ao software estão ligados aos requisitos funcionais 4.1.1.3 e 4.1.1.4, referentes ao mapa da estação e à localização de viaturas. A inclusão de uma ferramenta



auxiliar que permita a visualização e edição gráfica das informações do parque de uma estação contribui para a usabilidade da aplicação e para a sua consequente valorização.

### 3.3 Versant - Object-relational Mapping for .NET

A falta de um produto standard de mapeamento objecto-relacional de alto desempenho atrai os programadores e arquitectos rumo a abordagens de transacção mais rígidas (abordagem tradicional). O produto disponibilizado pela Versant [2] (Open Access for Microsoft .NET framework) é uma escolha interessante para a persistência de objectos, já que o seu código de mapeamento é uma funcionalidade especializada e complexa. De facto, devido à complexidade da ferramenta e funcionalidades disponibilizadas, o tempo de desenvolvimento de uma solução equivalente seria extremamente elevado tendo-se optado pela aquisição de uma licença do Versant Open Access .NET.

Os arquitectos da Microsoft anunciaram a solução “ObjectSpaces” que irá tratar a persistência de objectos. No entanto, esta solução ainda não existe nem será para breve enquanto a Versant disponibiliza presentemente solução para o mesmo problema, sendo esta a mais rápida de todas as implementações disponíveis, além de permitir *caching* de objectos e de *queries*.

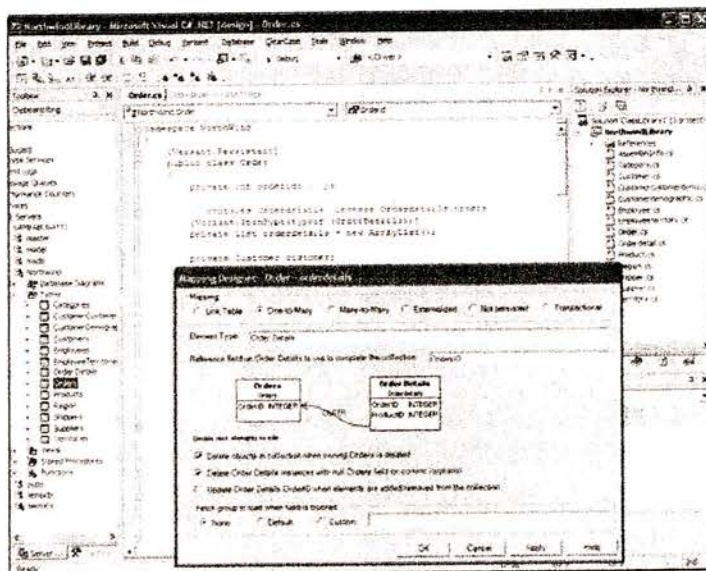


Figura 4: Ambiente de trabalho Versant Open Access integrado em .NET

Totalmente integrado no ambiente de desenvolvimento Microsoft Visual Studio, Versant Open Access .NET oferece uma solução de mapeamento objecto-relacional para a plataforma .NET. Ou seja, garante a comunicação entre os objectos de negócio (business objects) e a base de dados relacional. Em seguida descrevemos algumas das suas principais características.

### **Persistência transparente e gestão de estado através de optimização de código**

O Versant Open Access .NET é uma framework de mapeamento objecto-relacional que oferece persistência transparente através de optimização pós-compilação. Assim, a adição de funcionalidade persistence não é intrusivo ao modelo de objectos.

Atributos customizados são usados para adicionar atributos às classes. Através de atributos customizados as classes podem ser declaradas como persistentes, e podem, por exemplo, ser definidos índices para campos de uma classe. Com o Versant Open Access .NET as classes não têm que herdar de uma classe específica ou implementar uma interface específica para serem persistentes. O Versant Open Access .NET não põe nenhuma limitações sobre o modelo de objectos e suporta herança, interfaces e colecções da estrutura do NET.

A optimização de código pós-compilação permite também a gestão de estados. Os objectos são lidos de forma transparente da base de dados e o mecanismo interno de controle garante que apenas aqueles que foram modificados ou criados são escritos na base de dados.

### **Orientação a objectos**

O FastObjects .NET, base de dados transaccional configurável de alta performance, suporta o paradigma de orientação a objectos para interfaces, herança, polimorfismo e encapsulamento para objectos e conjuntos de objectos. O conceito de código re-utilizável é finalmente posto em prática.

### **Alta performance**

A geração optimizada de código SQL, o *caching* de dados ao nível de objectos e a ligação à base de dados, entre outras funcionalidades, faz desta ferramenta o sistema de mapeamento objecto relacional mais rápido de todos os existentes no mercado.

### **Gestão dinâmica de dados complexos**

O optimizador de código intermédio do Versant Open Access .NET extrai automaticamente toda a informação necessária sobre o esquema de base de dados a partir das declarações de classes. As declarações especiais do atributo de *class/member* no código-fonte das classes indicam se uma classe é *persistence-capable* e definem os seus vários artefactos de persistência.

### **Modos conectado e desconectado**

Em muitos casos não é possível manter uma ligação à base de dados durante toda uma transacção. Para esta situação, o Versant Open Access.NET disponibiliza o ObjectContainer, o qual permite libertar os objectos da base de dados e usa transacções optimistas. Efectua também a verificação de quais os objectos novos ou que foram alterados para poder actualizar a base de dados. Qualquer conflito pode ser resolvido com *callback*.

### **Consultas**

As consultas à base de dados podem ser feitas ao nível dos objectos usando OQL (Object Query Language) ou em SQL (Structured Query Language) se necessário. A utilização de OQL permite também a navegação em grafo através das ligações entre objectos persistentes.



## **4 Especificação de requisitos**

O sistema GESVIA é composto por quatro módulos integrados: Gestão do Parque, Planeamento de intervenções, Escalamento de viaturas e Quiosques de consulta.

Neste capítulo é apresentada a especificação dos requisitos funcionais e das principais interfaces de cada um dos módulos da aplicação. De realçar que se partiu de uma especificação de requisitos inicial, sobre a qual se desenvolveu trabalho crítico e de investigação, não só junto dos restantes membros da OPT como também junto de funcionários da STCP ligados aos diferentes departamentos envolvidos. As interfaces são funcionais estando incluídas no protótipo do primeiro módulo.

### **4.1 Módulo Gestão do Parque**

Este módulo tem como objectivo a gestão do parque das estações de recolha, assim como a definição de alguns dos conceitos de base que irão ser utilizados pelos restantes módulos do sistema. Algumas das suas funcionalidades poderão ser reutilizadas por outros módulos, principalmente aquelas que dizem respeito à localização de viaturas.

Este módulo deverá ser disponibilizado ao Gabinete de Apoio de cada estação de recolha.

#### **4.1.1 Requisitos funcionais**

Em seguida são descritos os requisitos funcionais do módulo Gestão do Parque.

##### **4.1.1.1 Criar/Alterar/Remover Viaturas**

O módulo deve disponibilizar formas de criar, alterar e remover fichas de viaturas. A remoção apenas pode ser efectuada quando a viatura não estiver associada a nenhuma Escala. Poderá ser necessário definir interfaces com outros sistemas (como por exemplo, o SAP) os quais permitem que a manipulação desta informação seja feita por um único sistema informático. Deve ser mantido o histórico de cada viatura (ex: associação a estações). Na Figura 5 é apresentada a interface que permite a edição de uma ficha de viatura.

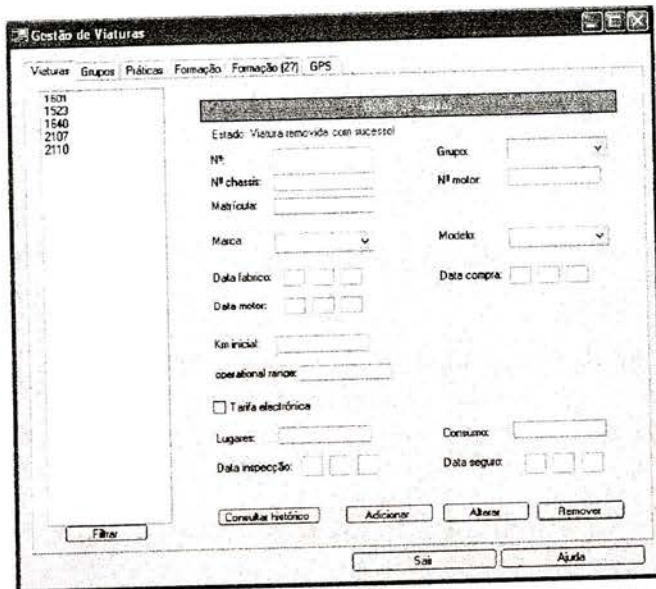


Figura 5: Gestão de viaturas

#### 4.1.1.2 Alterar estado de disponibilidade das viaturas

Deve ser possível alterar o estado de disponibilidade de uma viatura. A indisponibilidade de uma viatura poderá verificar-se para períodos com duração inferior a um dia. Esta funcionalidade é importante para sinalizar a presença das viaturas no parque de recolha mas com um registo de indisponibilidade por razão diversa. Ex: lavagem diária, deteção de avaria.

#### 4.1.1.3 Definir Parque da Estação

O módulo deve fornecer interfaces de definição da configuração do parque de cada estação. Estas definições serão posteriormente utilizadas, em conjunto com um sistema de localização, para fornecer aos utilizadores a localização das viaturas que se encontram dentro da estação. Esta configuração inclui a definição dos lugares de estacionamento e das zonas de manutenção (oficinas, lavagem). A cada lugar estarão associadas características como a localização, a lotação e o tipo de viatura.

#### 4.1.1.4 Localizar Viatura

Deve ser possível identificar as viaturas que se encontram em cada zona. De forma semelhante, deve ser possível identificar a zona em que se encontra cada viatura.

#### 4.1.1.5 Tipos de Viatura /Grupos de viaturas

O sistema deve fornecer métodos de introdução e manipulação dos tipos de viatura (ex: articulado, rebaixado). A cada tipo de viatura deve poder ser associado um conjunto de práticas de condução, um conjunto de características, um conjunto de linhas onde as viaturas estão habilitadas a circular e um plano de manutenção. Na Figura 6 apresenta-se uma interface onde é possível editar as propriedades de um dado tipo de viatura.

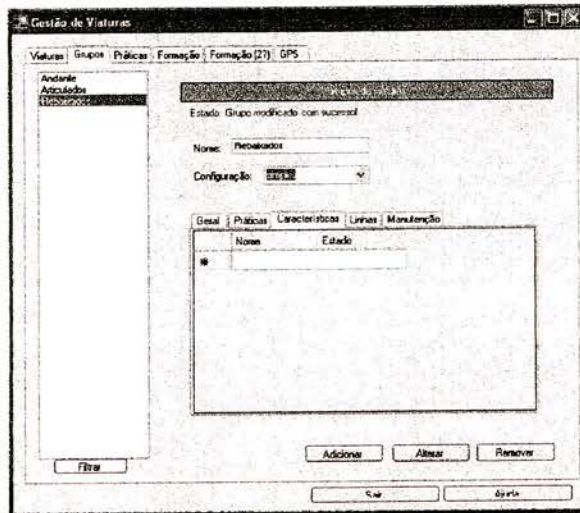


Figura 6: Tipos de Viatura

#### 4.1.1.6 Manipular Práticas

O sistema deve permitir a criação e manipulação de práticas de condução, que consistem em habilitações específicas de condução. A cada Tripulante está associado um conjunto de Práticas. A este conjunto serão adicionadas as Práticas obtidas após uma Formação. Paralelamente, a cada tipo de Viatura é associado um conjunto de Práticas. É este



conjunto que define as habilitações que um Tripulante deverá possuir para conduzir uma viatura do Tipo de Viatura em questão.

Estas Práticas serão posteriormente associadas aos diferentes Tipos de Viatura e às formações. Na Figura 7 é apresentada uma interface onde é possível definir Práticas de Condução.

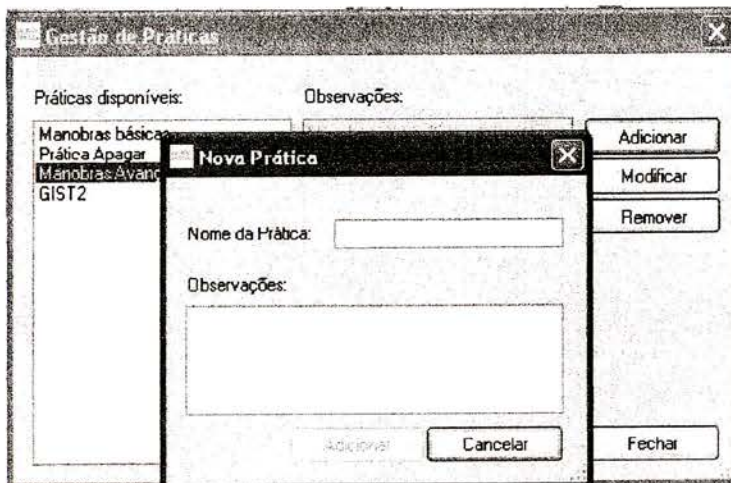


Figura: 7 Gestão de práticas

#### 4.1.1.7 Formações

O sistema deve permitir a introdução e manipulação de Formações de condução. Uma Formação é definida por um conjunto de Práticas que serão atribuídas aos Tripulantes que frequentem uma acção de Formação. Embora a presença numa acção de Formação fique associada aos Tripulantes, a informação utilizada para verificar a exequibilidade das afectações será a do conjunto de Práticas que o Tripulante possui. A cada Formação será associado o conjunto das práticas que serão oferecidos aos formandos associados à acção de Formação. Após a frequência de uma formação, serão atribuídas aos formandos as práticas que definem a formação frequentada. Na Figura 8 é apresentada uma interface onde é possível marcar uma Formação e associar as práticas correspondentes, assim como os tripulantes envolvidos.

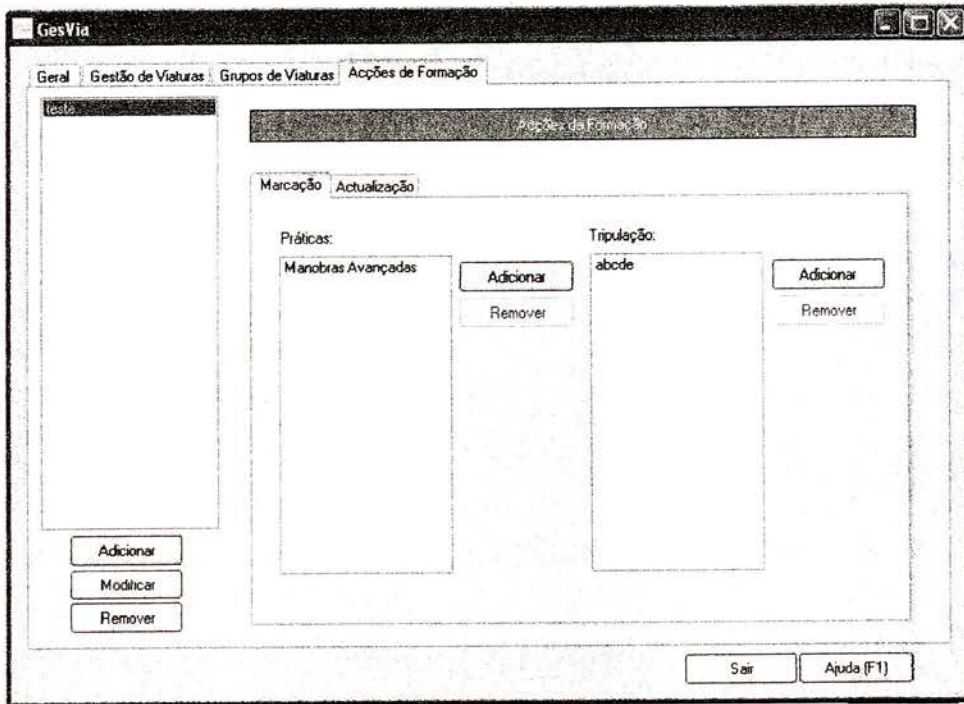


Figura 8A: Gestão de acções de formação / Marcação

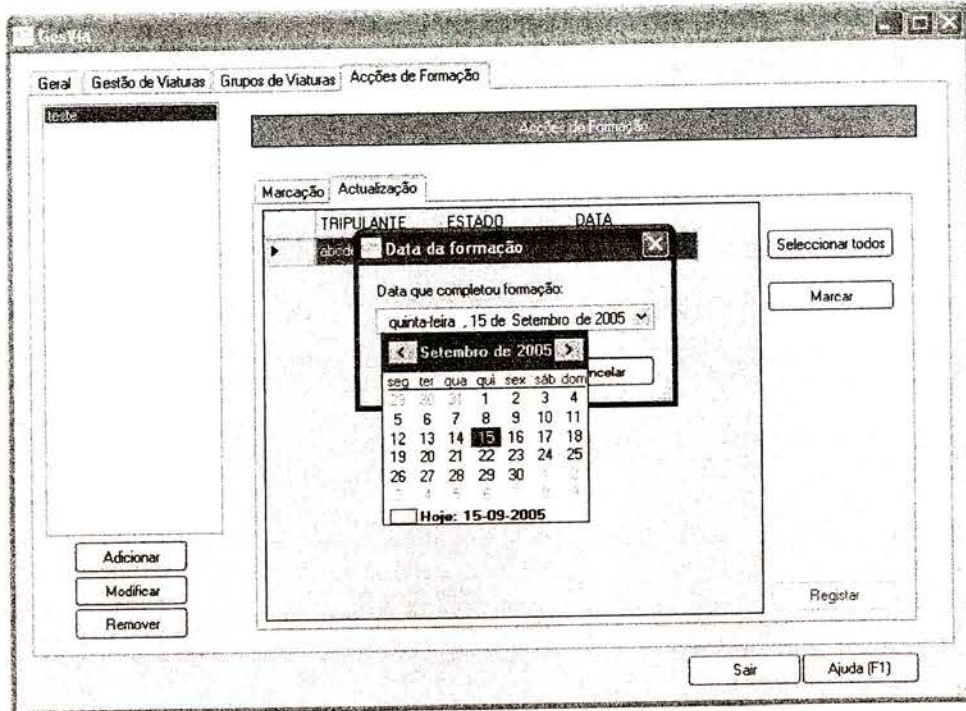


Figura 8B: Gestão de acções de formação / registo de presenças

Na Figura 8B é apresentada uma interface para actualizar a data de realização de uma Formação por um determinado tripulante .

#### 4.1.1.8 Intervenções

O módulo deve permitir a criação e manipulação de Tipos de Intervenção disponíveis. Um tipo de intervenção é a caracterização de um conjunto de operações de manutenção (preventiva ou correctiva) a ser realizado sobre um tipo viatura. A cada Tipo de Intervenção serão associadas operações de Manutenção ou Tipos de Operações. (Ex: a uma manutenção semestral será associada a mudança de lubrificantes).

Na Figura 9 apresenta-se a interface 'Tipos de Intervenção'. Através desta interface será definido o tipo de situação associado ao tipo de intervenção bem como as operações

genéricas (Famílias de Operações) e específicas que deverão ser efectuadas quando uma intervenção deste tipo é agendada.

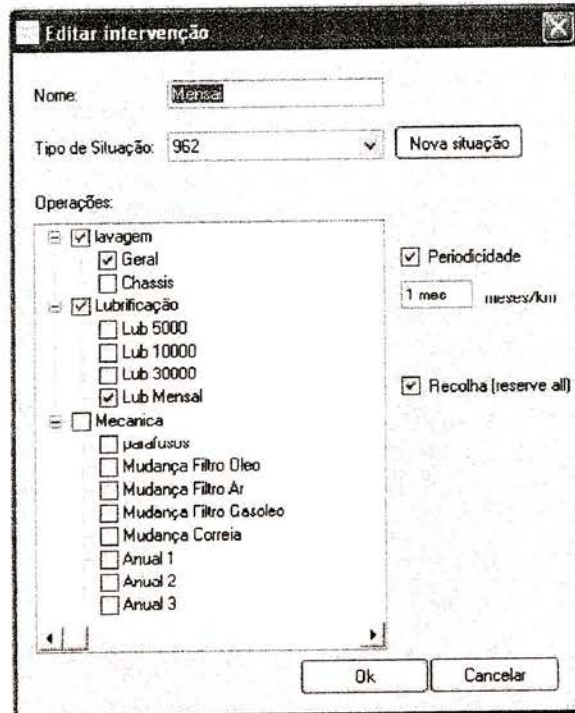


Figura 9: Tipos de Intervenção

#### 4.1.1.9 Operações de Manutenção

Deverá ser possível definir e manipular operações de manutenção. Cada uma destas operações deverá ser associada a um tipo (por exemplo, a lubrificação que ocorre aos 5000 Km deverá ser uma operação que pertence ao tipo Lubrificação). Os tipos de operação de manutenção deverão também poder ser definidos neste módulo. Na Figura 10 apresenta-se uma interface que permite definir os tipos de operações existentes.



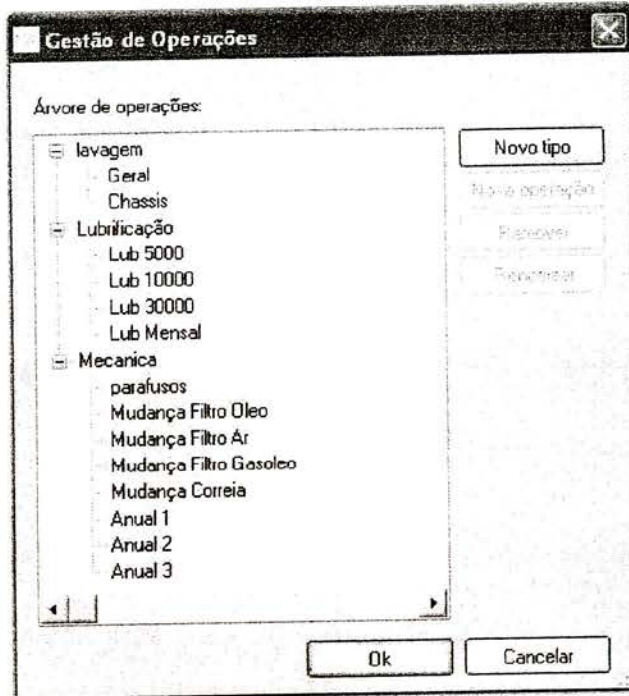


Figura 10: Tipos

de Operações

#### 4.1.1.10 Entrada e saída de viaturas

Deverá ser incluída uma interface encarregue do registo da entrada e saída de viaturas, já que o GPS ainda está numa fase de estudo. Na Figura 11 apresenta-se uma interface que permite registar a entrada e saída de viaturas, assim como uma lista das viaturas que se encontram no parque e aquelas que se encontram indisponíveis.

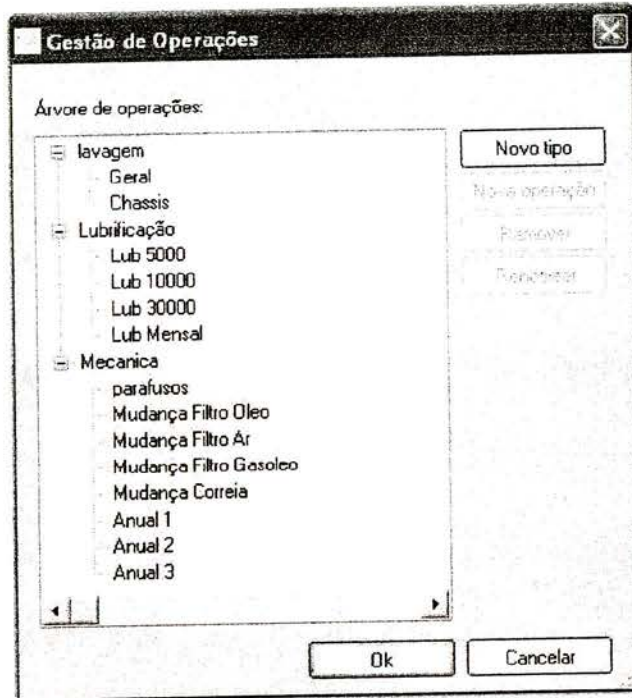


Figura 10: Tipos

de Operações

#### 4.1.1.10 Entrada e saída de viaturas

Deverá ser incluída uma interface encarregue do registo da entrada e saída de viaturas, já que o GPS ainda está numa fase de estudo. Na Figura 11 apresenta-se uma interface que permite registar a entrada e saída de viaturas, assim como uma lista das viaturas que se encontram no parque e aquelas que se encontram indisponíveis.



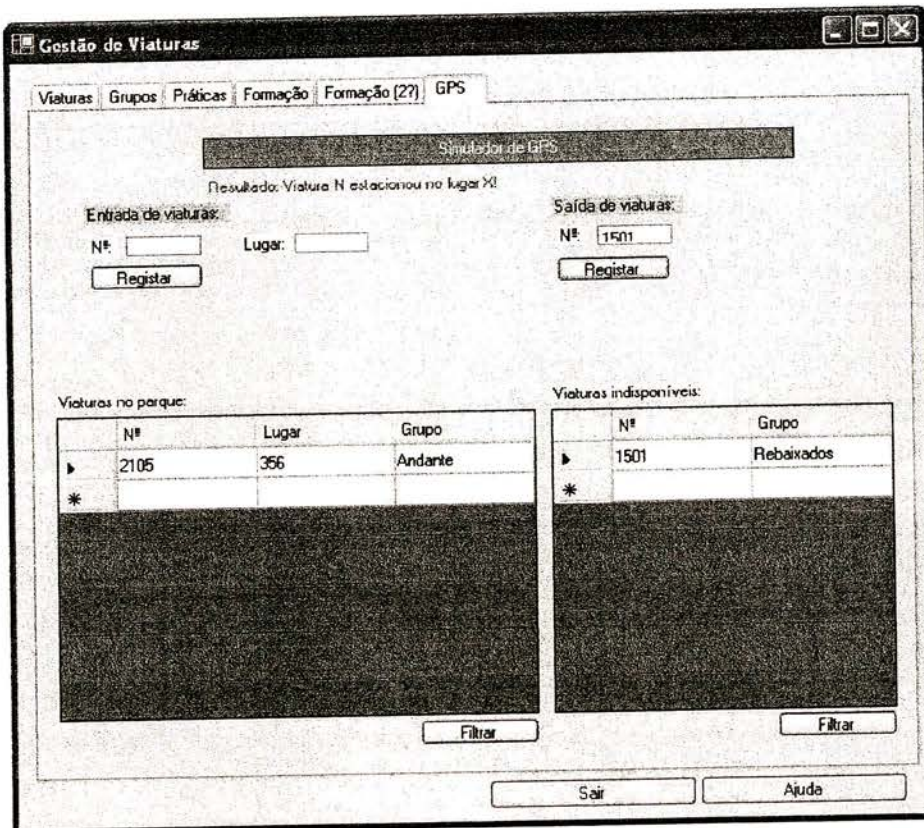


Figura 11: Simulador de GPS / movimentação de viaturas

#### 4.1.1.11 Mapa da Estação

Na Figura 12 apresenta-se a interface 'Mapa da Estação'. Através desta interface deverá ser possível localizar viaturas, consultar informações sobre o estado do parque de estacionamento e obter relatórios referentes às movimentações das viaturas.

A representação gráfica apresentada nesta interface é apenas uma ilustração (quer em conteúdo quer na forma). A formalização das interfaces relevantes para a apresentação e definição da topologia dos parques de estacionamento está dependente da aquisição de ferramentas externas. Deverão ser disponibilizadas formas de importação da informação relativa à configuração do parque.

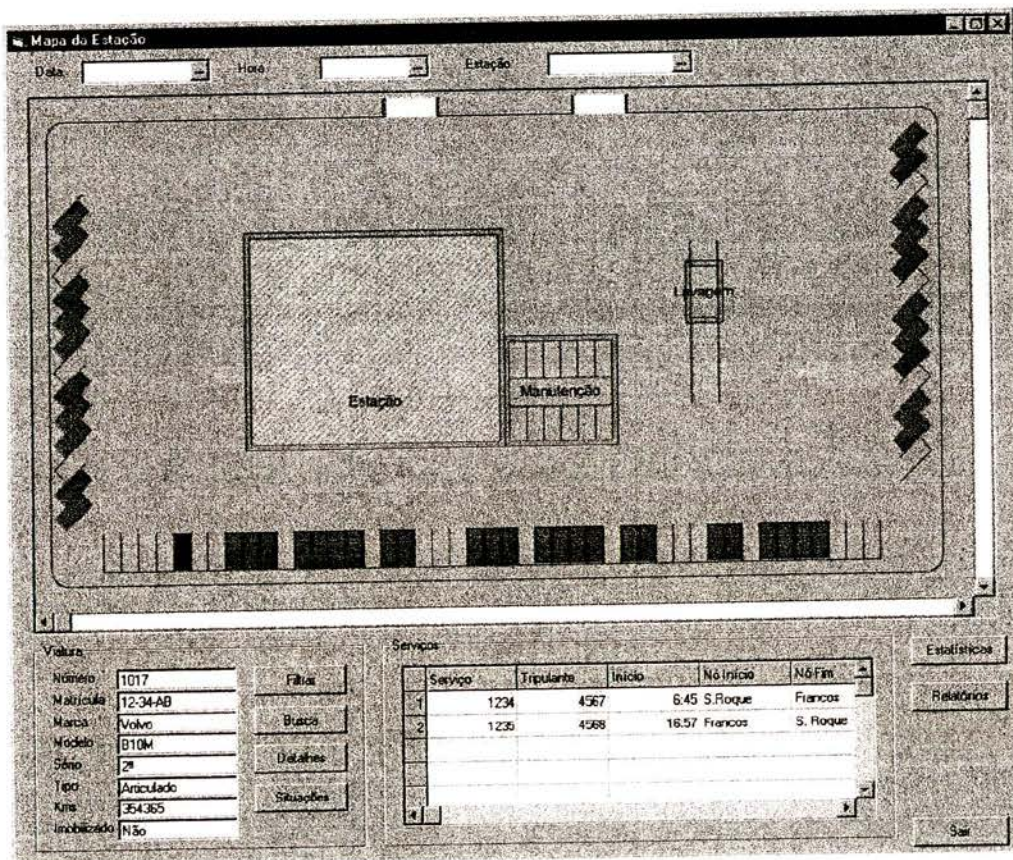


Figura 12: Mapa da estação



## **4.2 Módulo Planeamento de Intervenções**

O objectivo principal deste módulo é o de suportar a construção dos planos semanais de intervenção que irão regular a execução das tarefas de manutenção preventiva que o parque automóvel da estação necessita.

Este módulo deverá ser disponibilizado ao Sector de Manutenção e ao Gabinete de Apoio.

### **4.2.1 Requisitos funcionais**

Neste ponto serão apresentados os requisitos funcionais do módulo Planeamento de Intervenções.

#### **4.2.1.1 *Aceder ao histórico das viaturas***

Deve ser possível aceder ao histórico das viaturas. Este acesso reveste-se de maior importância uma vez que é com base no histórico que se tomará decisões sobre o tipo de operações de manutenção que deverão ser efectuadas em cada viatura. Deve incluir todos os registos de situações e operações na viatura. Deve ser possível filtrar o período de visualização.

#### **4.2.1.2 *Fornecer mapas anuais de manutenção***

O sistema deve fornecer estes mapas devendo, sobre estes, ser possível efectuar contabilizações de viaturas e das diversas situações verificadas.

Algumas das operações com limites temporais obrigatórios podem ser antecipadas até dois meses. Para evitar a sobrecarga de alguns períodos do ano, a marcação destas Intervenções deve ter em conta o panorama anual de Intervenções.

#### **4.2.1.3 *Fornecer mapas mensais de manutenção***

O sistema deve fornecer estes mapas mensais de manutenção a partir dos mapas anuais para uma melhor observação da distribuição da carga de trabalho.

#### **4.2.1.4 Fornecer mapas semanais de manutenção**

O sistema deve fornecer estes mapas semanais de manutenção a partir dos mapas mensais para uma melhor observação da distribuição da carga de trabalho.

#### **4.2.1.5 Fornecer mapas diários de manutenção**

O sistema deve fornecer estes mapas diários de manutenção a partir dos mapas semanais para uma melhor observação da distribuição da carga de trabalho.

#### **4.2.1.6 Fornecer folha de pedidos de recolha**

O sistema deve permitir a criação de folha de pedidos de recolha, a partir do mapa diário de manutenção para posterior alteração final pelo gabinete de apoio e consequente publicação.

#### **4.2.1.7 Ajuste da periodicidade da mudança de óleo**

O sistema deve permitir flexibilidade na programação da próxima lubrificação. Frequentemente a operação é antecipada ou adiada devendo o sistema englobar essas situações.

#### **4.2.1.8 Construir planos semanais de manutenção**

O sistema deve tornar possível a construção de Planos Semanais de Manutenção. Deve ser possível definir a fase de construção em que se encontra cada plano. A cada utilizador deverá ser possível associar quais os estados deste documento que está autorizado a trabalhar.

#### **4.2.1.9 Identificar Viaturas disponíveis**

É necessário identificar as Viaturas que podem ser utilizadas nas operações de Manutenção. Embora seja um acto de boa gestão juntar operações de Reparação com operações de Manutenção, nem sempre esta junção será viável.

#### **4.2.1.10 Alterar estado de disponibilidade das Viaturas**

A construção dos Planos de Manutenção é elaborada com situações que alteram o estado de disponibilidade de uma Viatura. Adicionalmente, poderá ser necessário acrescentar outro tipo de Situações. Por exemplo, da ficha da Viatura poderão constar algumas reparações de que a Viatura necessita. O planeador poderá marcar as reparações de forma a que coincidam com a operação de manutenção, minimizando desta forma o tempo total de indisponibilidade da viatura.

#### **4.2.1.11 Receber informação de sistemas externos (início/fim de intervenções)**

Para que uma reparação tenha início é necessário abrir uma Folha de Obra. Esta operação marca o início da indisponibilidade de uma viatura. Da mesma forma o fecho da Folha de Obra marca o retorno à disponibilidade da viatura. Ambos deverão ser comunicados ao expedidor para que este possa construir as escalas de viaturas tendo por base o número real de viaturas à sua disposição.

#### **4.2.1.12 Aceder histórico das viaturas**

Deve ser possível aceder ao histórico das viaturas. Este acesso reveste-se de maior importância uma vez que é com base no histórico que se tomará decisões sobre o tipo de operações de manutenção que deverão ser efectuadas em cada viatura. Deve incluir todos os registos de situações e operações na viatura. Deve ser possível filtrar o período de visualização.

#### **4.2.1.13 Fornecer mapas anuais de manutenção**

O sistema deve fornecer estes mapas, devendo, sobre estes, ser possível efectuar contabilizações de viaturas, situações.

Algumas das operações com limites temporais obrigatórios podem ser antecipadas até dois meses. Para evitar a sobrecarga de alguns períodos do ano, a marcação destas Intervenções deve ter em conta o panorama anual de Intervenções.



#### 4.2.2 Especificação das Interfaces

Nas interfaces a seguir apresentadas, apenas figuram as mais relevantes para o funcionamento do módulo.

##### 4.2.2.1 Configuração Planos de Manutenção

Na Figura 13: apresenta-se a interface ‘Configurar Planos de Manutenção’.

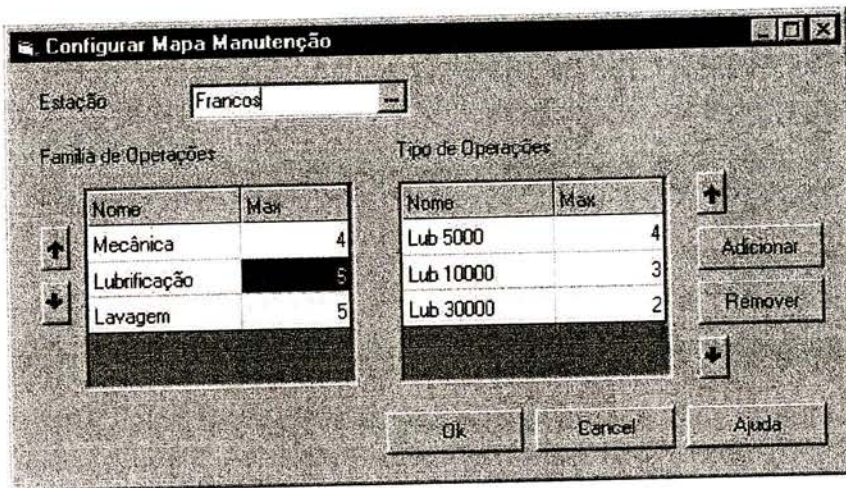


Figura 13: Configurar Planos de Manutenção

Cada estação de recolha deverá criar uma configuração dos mapas de manutenção. Esta configuração consiste na caracterização dos tipos de operação que irão ser planeados. Para cada tipo de operação e/ou família de operações será possível definir um numero máximo diário.

##### 4.2.2.2 Planos de Manutenção

Na Figura 14: apresenta-se a interface ‘Planos de Manutenção’. Através desta interface deverá ser possível para além de lançar Intervenções e proceder à marcação das Operações de Manutenção respectivas, aceder ao Mapa Anual de Manutenção e ao histórico das Viaturas. O sistema deverá lançar alertas quando a construção do plano violar as regras preestabelecidas. Deverão ser sempre visíveis as intervenções que ainda têm operações para marcar. Esta característica permitirá que as Operações associadas a uma Intervenção se realizem em mais que um Plano.

The screenshot shows a software window titled "Plano de Manutenção" with the following data:

Periodo: De 2004-04-12 a 2004-04-18 Estação: Francoe

Família	Tipo	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom
Manutenção	Semestral	1215	1215	956	975	1212		
			956	975	1506	1212		
	Anual	1468	1468					
				987	976		1857	
Lubrificação	Lub 5000		1105	1506		1314		
		1215	1025	1515	1212			
	Lub 15000							
		1468	956				1613	
Lub 30000								

Chapa	Matricula	Km	Prov. Int.	Data
1345	34-674-D	1045790	Semestral 2	2004-05-20
578	12-63-AV	2500462	Anual	2004-04-20
1015	13-33-FG	1987312	Semestral	2004-04-15

Figura 14: Planos de Manutenção

#### 4.2.2.3 Mapas Anuais de Manutenção

Na Figura 15: apresenta-se a interface 'Mapas Anuais de Manutenção'. Esta interface é apenas de consulta. Sobre ela deverão ser disponibilizados mecanismos de obtenção de totais. Estes mecanismos deverão poder ser configurados pelo utilizador e as configurações armazenadas entre sessões.



**Mapa Anual do Manutenção**

Ano: 2004 Estação: Francos

Viaturas:	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Out	Nov	Dez
1567	Ava	Ava	Ava						Sem			
989	Lub				Lub		Lub	Sem				
1037	Ava	Ava	Ava	Ava	Ava	Ava	Ava	Ava	Ava	Ava	Ava	
1050			Lub		Vis	Anu	Ava	Lub		Lub		
1100		Lub		Lub		Anu		Lub		Lub		
1150		Vis	Lub		Sem		Lub			Lub		

Totais:

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Out	Nov	Dez
1 mês	0	0	1	0	1	2	0	1	1	0	0	0
2 meses	0	1	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0
3 meses	1	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0

Figura 15: Mapas anuais de manutenção

#### 4.2.2.4 Intervenções

Na Figura 16: apresenta-se a interface 'Intervenções'.

**Intervenções**

Viatura: 1025

Tipo Intervenção: Serenidad

Período:  
Inicio: 2004-10-01 Fim: 2004-10-05

Marcações:

Operações Associadas		Operações Agendadas	
Nome	Família	Tipo	Família
Genal	Lubrificação	Lub 10000	Lubrificação
Frente	Lavagem		
	Suspensão		

Buttons: Marcar, Alterar, Remover

Buttons: Ok, Cancel, Ajuda

Figura 16: Intervenções

No momento de criação de uma Intervenção, o utilizador pode marcar as Operações que estão associadas ao Tipo de Intervenção definido.

### **4.3 Módulo Escalamento de Viaturas**

O objectivo deste módulo é a construção de Escalas Diárias de Viaturas com base na informação sobre os serviços a efectuar pelos tripulantes e as viaturas disponíveis

Este módulo deverá ser disponibilizado ao pessoal de expedição.

#### **4.3.1 Requisitos funcionais**

Neste ponto serão apresentados os requisitos funcionais do módulo Escalamento de Viaturas.

##### **4.3.1.1 Criar Escalas Diárias de Viaturas**

O sistema deve permitir a construção e manipulação de Escalas Diárias de Viaturas. As Escalas poderão ser construídas com base na Escala Diária ou Escala Modelo de Tripulantes ou ainda com base numa Escala Modelo de Viaturas.

A construção de Escalas Diárias de Viaturas com base nas Escalas Diárias de Tripulantes passa pela construção de Escalas Modelo de Viaturas. A construção destas Escalas Modelo poderá ser realizada de forma automática com base na Escala Modelo de Tripulantes.

Deverá ser considerada a quilometragem para efeitos de rotação de viaturas.

##### **4.3.1.2 Identificar Turnos a realizar em cada dia**

Quando uma Escala Diária de Viaturas é construída com base na Escala Diária de Tripulantes devem ser actualizadas as definições dos Turnos que foram alterados na Escala original. Por exemplo, é frequente partir serviços de tripulantes para posteriormente atribuir as partes em serviço extraordinário. Uma vez que se pretende identificar as viaturas associadas a estas partes será necessário actualizar as definições dos turnos e dos serviços afectados.

Quando o utilizador selecciona uma Escala Diária de Tripulantes para gerar uma Escala de Viaturas, o sistema irá verificar se já existe alguma Escala Modelo de Viaturas associada à Escala Modelo de Tripulantes seleccionada. Se não existir, o sistema deverá criar a Escala Modelo necessária. Após a identificação ou criação da Escala Modelo de Viaturas necessária, deverão ser examinados os Turnos e Serviços da Escala Diária para verificar se houve alterações ao modelo utilizado. Quando existirem alterações, o sistema cria os registos necessários para que a Escala de Viaturas fique coerente com a Escala de Tripulantes.

#### **4.3.1.3 Identificar Turnos que ainda não estejam totalmente cobertos**

Quando uma escala é construída com base na Escala de Tripulantes, é importante poder identificar os Turnos que ainda têm Serviços sem Tripulante associado. Estes Turnos deverão ser alterados, caso não seja associado nenhum Tripulante aos Serviços em falta, e os titulares dos Serviços afectados terão que ser avisados.

#### **4.3.1.4 Identificar Viaturas disponíveis**

O sistema deve permitir identificar as Viaturas que podem ser utilizadas em cada dia para realizar o Serviço planeado. Pode ser necessário identificar as Viaturas disponíveis em períodos específicos do dia. (por exemplo, ao afectar Viaturas a um Turno pretende-se identificar as Viaturas que estejam disponíveis no período correspondente à duração do Turno).

#### **4.3.1.5 Criar/Alterar/Remover Turnos**

É necessário conceder flexibilidade no tratamento das Escalas de Viaturas. Embora o cenário ideal implique que não sejam feitas alterações ao que foi planeado, poderá ser conveniente efectuar determinadas alterações. Nestes casos é indispensável informar os Tripulantes cujos Serviços foram afectados pelas alterações;

#### **4.3.1.6 Emprestar/Importar Viaturas**

Quando o número de Viaturas não é suficiente para cobrir todas as necessidades poderá ser necessário recorrer ao empréstimo de Viaturas a outras estações de recolha.



#### **4.3.1.7 Alterar estado de disponibilidade das Viaturas**

Durante o processo de criação de uma Escala de Viaturas poderá ser necessário alterar o estado de disponibilidade das Viaturas. A possibilidade de utilização de Escalas de Viaturas desligadas da realidade, obriga a que estas alterações tenham que ser armazenadas de forma diferente das alterações de disponibilidade normais.

### **4.3.2 Especificação das Interfaces**

Nas interfaces a seguir apresentadas, apenas figuram as mais relevantes para ilustrar o funcionamento do módulo.

#### **4.3.2.1 Escala Diária de Viatura**

Na Figura 17: apresenta-se a interface 'Escala Diária de Viatura'. Nesta interface a lista de Viaturas disponíveis deverá ser actualizada com a maior frequência possível. O ideal será que esteja sempre actualizada, no entanto a implementação de uma solução deste género dependerá fortemente das características das ferramentas de desenvolvimento, bem como do Sistema de Localização de Viaturas utilizado.

A alteração do estado de disponibilidade de uma Viatura que já esteja associada a um Turno deverá lançar um aviso para que o utilizador possa tomar as medidas de correcção necessárias.

A abertura de uma Escala Diária de Viaturas construída previamente deverá desencadear a execução de um processo que verifique se as associações de Viaturas a Turnos ainda são exequíveis. Esta verificação apenas deverá acontecer nas Escalas que ainda não se tenham realizado.

Linha	Turno	Viatura	Hora In	Ser. In	Tip. In	Hora Fin	Ser. Fin	Tro. Fin
20	1	1024	04:20	2001	10195	17:25	2007	6896
13	1	589	06:15	1301	7801	22:15	1303	8125
76	1		07:45	7901	10195	17:30	7901	10195
20	2	1036	07:46	2002		16:15	1101	9215
93	1		14:25	1405	8824	24:25	2007	6896
20	3	543	14:25	2005	8952	22:30	1105	6325
17	2	496	14:50	1302	1121	23:58	1402	717

Matricula	Chapa	Linha	H. Planeada	Situacao	H. Inicio
13-25-AU	567	C3		Manut	11:30
88-51-05	685		05:30		
FD-17-04	231	A2	12:00		
23-03-11	725				
43-34-AB	401	06		Manut	

Figura 17: Escala Diária de Viaturas

Na Figura 18: apresenta-se a interface 'Visualização Gráfica de uma Escala Diária de Viaturas', e consiste numa forma visualmente mais apelativa de apresentar a informação de uma escala de viaturas.

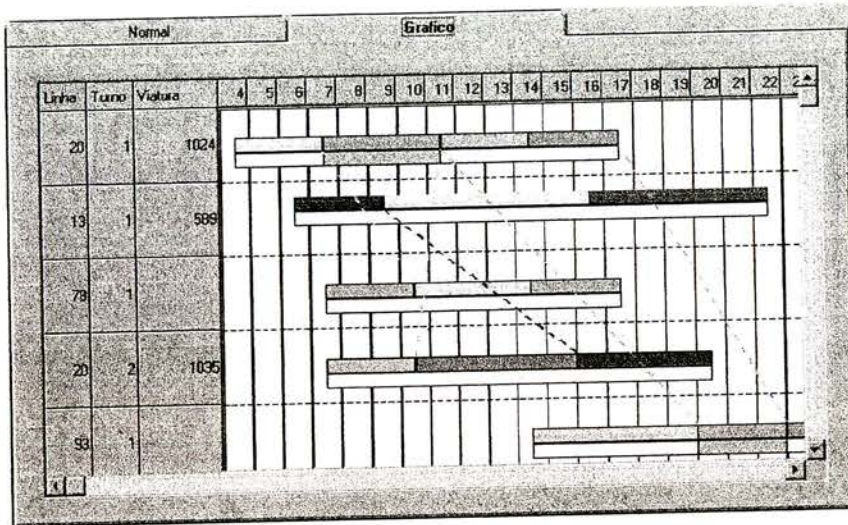


Figura 18: Visualização Gráfica de uma Escala Diária de Viaturas

#### 4.3.2.2 Escala Modelo de Viaturas

Apesar de a construção de uma Escala Diária de Viaturas com base na Escala Diária de Tripulantes correspondentes implicar a construção automática de uma Escala Modelo de Viaturas (caso esta ainda não exista), o sistema deve permitir a criação de uma Escala Modelo de Viaturas com base numa Escala Modelo de Tripulantes. As Escalas Modelo de Viaturas poderão ser alteradas posteriormente pelos utilizadores. No limite, uma Escala Modelo de Viaturas poderá ser totalmente construída neste modulo.

Desta forma, a interface deve disponibilizar ferramentas que possibilitem a criação, remoção e alteração de Turnos. Um ponto importante relacionado com a alteração de Turnos prende-se com a manutenção das ligações dos Serviços associados aos Turnos alterados.

A interface apresentada nas figuras seguintes (Figura 19: Figura 21: ) fornece uma alternativa à construção automática de Escalas Modelo de Viaturas (ver requisito 4.3.1.2). Por seu intermédio será possível construir e manipular Escalas Modelo de Viaturas antes que estas sejam utilizadas como base de geração de Escalas Diárias de Viaturas.



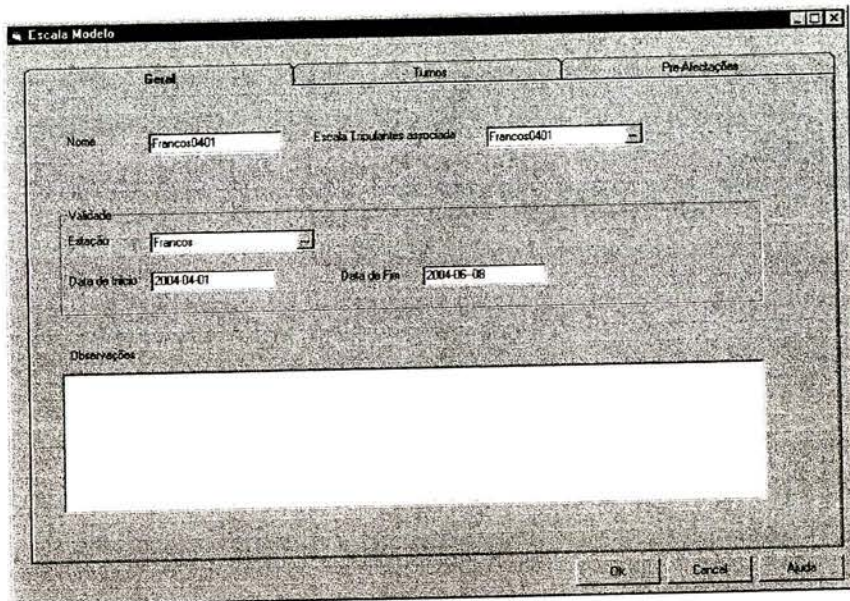


Figura 19: Escala Modelo – Geral

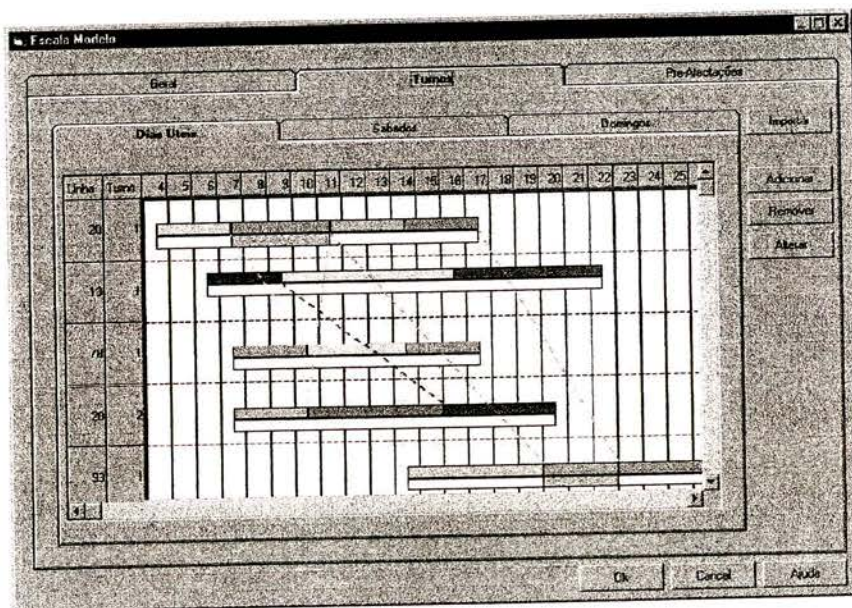


Figura 20: Escala Modelo – Turnos

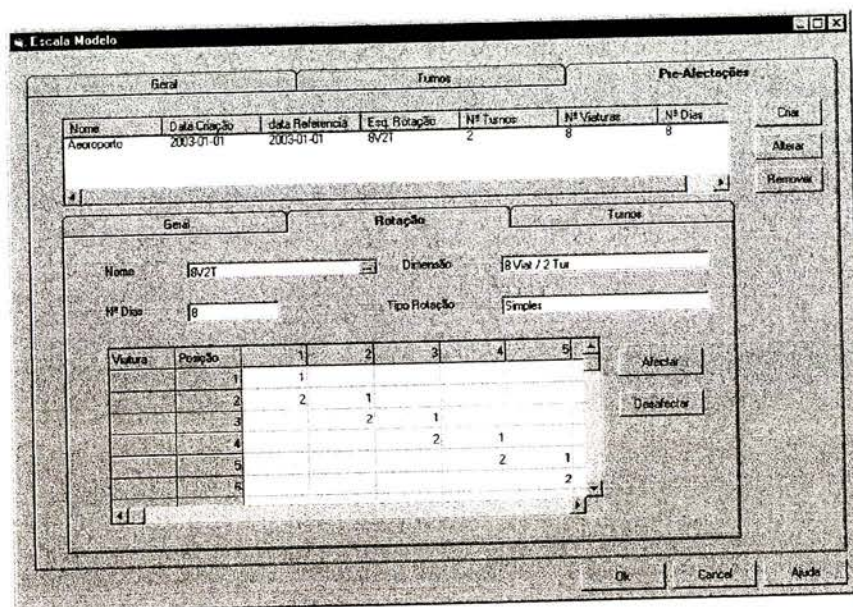


Figura 21: Escala Modelo – Pré-afectações

A possibilidade de criação de novos Turnos e de manipulação de Turnos importados das Escalas de Tripulantes permitirá que no limite estes módulos possam funcionar sem ligação aos módulos de planeamento do Sistema Gist.

As escalas modelo deverão permitir a definição de grupos de pré-afecção semelhantes aos utilizados nas Escalas de Tripulantes que originarão necessariamente um redução do volume de trabalho necessário para a construção de uma Escala Diária de Viaturas.

#### 4.4 Módulo Quiosques de Consulta

O módulo Quiosque permite aos tripulantes o acesso directo à localização da Viatura que irão utilizar, assim como a alguns detalhes sobre o seu Serviço.

Os utilizadores alvo deste módulo são os próprios Tripulantes.

##### 4.4.1 Requisitos funcionais

Neste ponto serão apresentados os requisitos funcionais do módulo Quiosques de Consulta.



#### 4.4.1.1 Identificação do Tripulante

O sistema deve fornecer um método de identificação do Tripulante que pretende efectuar uma consulta.

#### 4.4.1.2 Identificar Serviço/Viatura

Este requisito apenas poderá ser verificável quando as Escalas de Viaturas forem construídas com base nas Escalas de Tripulantes. Só assim será possível identificar os pares Serviço/Turno e as Viaturas correspondentes.

O sistema deverá fornecer ao Tripulante a descrição dos Serviços a que está associado no dia, bem como as Viaturas com que deverá operar (caso estas já tenham sido definidas). Se o Serviço iniciar na estação, deverá ser indicado o Lugar onde se encontra estacionada a Viatura que irá ser utilizada.

#### 4.4.2 Diagrama Funcional

Na Fig. 22 apresenta-se o diagrama funcional do módulo 'Quiosques de Consulta'.

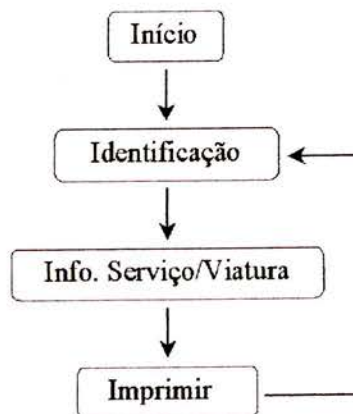


Fig. 22 Quiosques de Consulta - Diagrama Funcional

#### **4.4.3 Especificação das Interfaces**

Em relação a este módulo apenas é feita uma descrição dos interfaces que serão desenvolvidos. O interface que permite ao tripulante localizar a viatura que deverá utilizar é em tudo semelhante ao apresentado para o mapa da estação.

##### **4.4.3.1 Login**

A identificação do utilizador poderá ser feita através do seu cartão ou então através da introdução de uma identificação e da correspondente *'password'*.

##### **4.4.3.2 Identificação Serviços/Viaturas**

Este interface disponibiliza a informação referente aos Serviços associados ao utilizador bem como as Viaturas que lhe estão destinadas. O interface deverá permitir que o utilizador imprima a informação apresentada. Para além da informação apresentada deverá ser impressa a data e a hora em que foi efectuada a consulta.

## 5 Implementação do GESBUS

A implementação dos módulos descritos no capítulo anterior será efectuada em quatro fases. Numa primeira fase foi desenvolvida uma parte do módulo Gestão de Viaturas (criação e alteração de Viaturas e Grupos de Viaturas, criação de situações, Acções de Formação) e a construção de Escalas. Numa segunda fase foi desenvolvida um módulo de visualização e edição gráfica da topologia de estações de recolha.

Após o estágio concluído, dar-se-á início à terceira fase que consiste na implementação relacionada com planeamento de intervenções. Por fim serão implementados os quiosques de consulta, nesta fase deverá ser dada uma atenção especial às acções de formação e sensibilização, devido ao número elevado de trabalhadores afectados.

### 5.1 Base de Dados

Para que os módulos possam funcionar de acordo com os requisitos apresentados no capítulo anterior será necessário definir a estrutura que apoie o funcionamento pretendido. Em relação às Escalas Diárias de Viaturas e à sua construção com base nas Escalas Diárias de Tripulantes será necessário definir uma estrutura que armazene a informação que potencialmente se mantém inalterada entre Escalas Diárias. No fundo corresponde a construir Escalas Modelo de Viaturas.

Já no que refere à implementação de mecanismos de localização de viaturas foi necessário definir uma estrutura de armazenamento de dados que pudesse ser facilmente adaptável às diversas tecnologias de localização que são passíveis de serem utilizadas no âmbito deste projecto.

A partir de um desenho da base de dados existente foi elaborado um novo esquema, para tal foi utilizado o *Oracle 9i Designer*.

Na Figura 23 pode observar-se o esquema relacional da base de dados para a gestão de grupos de viaturas. Por questões de eficiência de consulta, devido à quantidade de informação na base de dados, foi ainda adicionada uma ligação redundante entre as tabelas *CREW\_MEMBERS* e *PRACTICES*. Deste modo a consulta desta informação está imediatamente disponível, sendo desnecessário passar por mais tabelas.

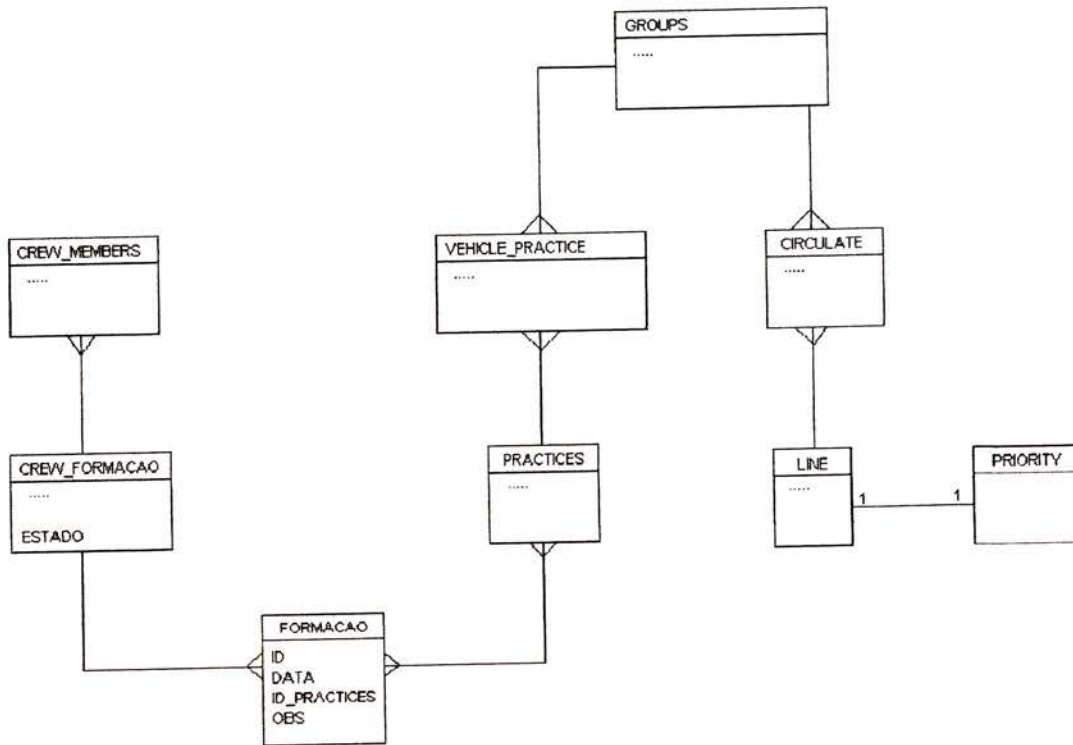


Figura 23: Esquema de suporte à gestão de grupos

Na Figura 24 está patente o esquema de suporte às escalas modelo e diária. Como se pode observar, a atribuição de serviços às viaturas é feita através da tabela “PERFORMS” que une etapas de turnos com viaturas.



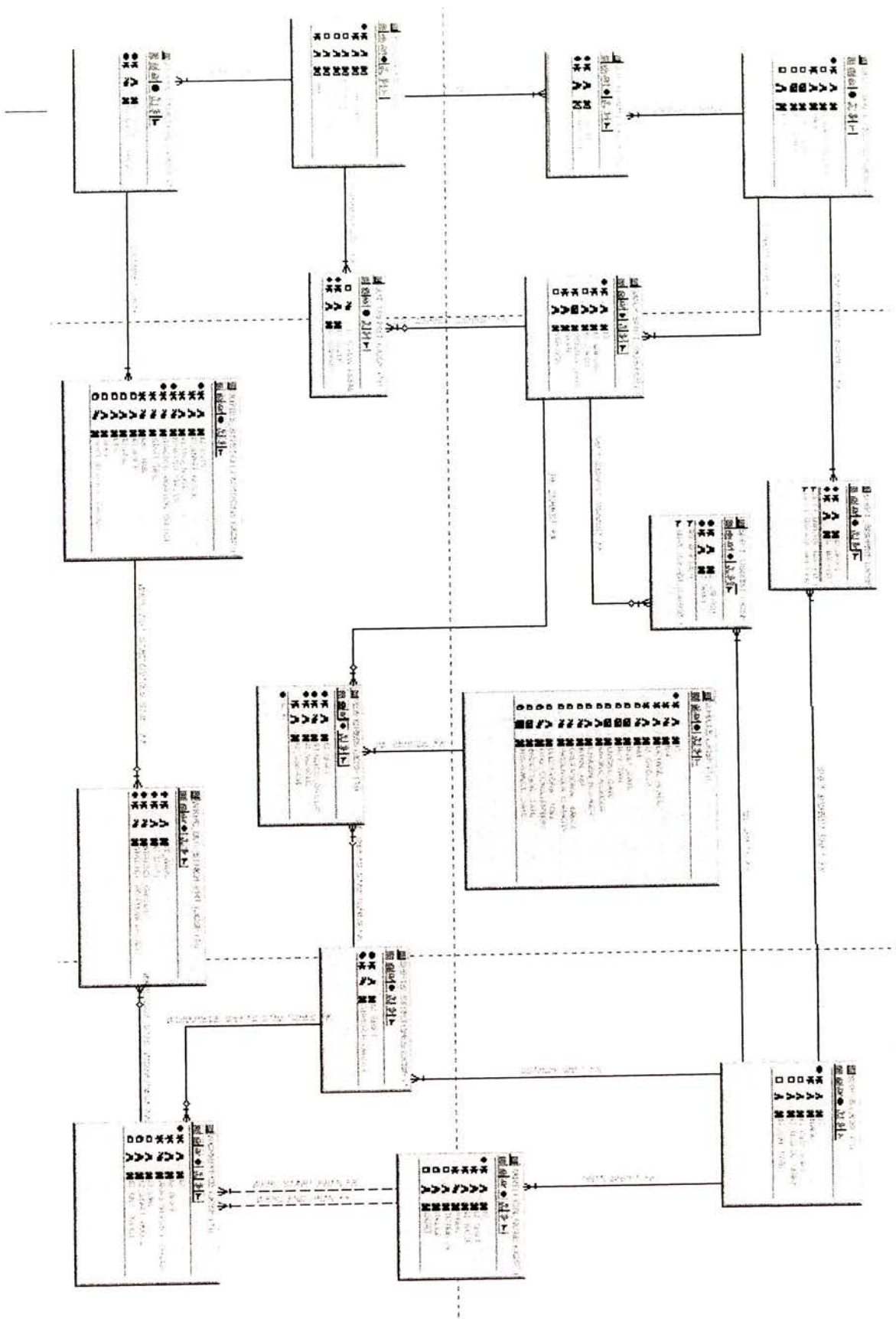


Figura 24: Esquema de suporte às escalas modelo e diárias

## 5.2 Desenvolvimento em .net

Com o intuito de normalizar o desenvolvimento de projectos em .NET C#, e visto este ser o primeiro projecto da OPT com essa tecnologia, foi elaborado um documento de normas de desenvolvimento em .NET C#. (ver anexo C)

Nesta fase foi desenvolvida a aplicação protótipo, tendo como linhas de guia os desenhos das interfaces desenvolvidas anteriormente na análise de requisitos. Foi estabelecida ligação com a estrutura de armazenamento de dados definida e efectuados testes de validação à aplicação.

No final da primeira fase de desenvolvimento o protótipo continha as funcionalidades definidas para o Módulo Gestão do Parque, nomeadamente:

- Painel geral (manipulação de práticas, características, operações e situações)
- Gestão de grupos de viaturas
- Acções de formação

A certa altura, o desenvolvimento do protótipo foi interrompido, não só para minimizar futuras adaptações de código às tecnologias que se pretendia utilizar como também para efectuar os estudos e testes necessários a essas ferramentas.

No entanto, as aplicações de teste desenvolvidas nesses desenvolvimentos paralelos contribuem para a visão geral da aplicação pelo que se pode e deve considerar como trabalho importante para o protótipo.

De realçar a estruturação do código em camadas, havendo clara distinção entre camada de dados e camada lógica. Houve também preocupação em produzir código comentado.

## 5.3 Escalamento

Ao nível do escalamento foram desenvolvidos procedimentos do lado da base de dados, capazes de efectuar a geração da escala de viaturas a partir da escala de tripulantes do sistema GIST.

Os procedimentos foram desenvolvidos em PL/SQL, linguagem suportada pelo Oracle 9i.

Foram desenvolvidos testes aos resultados de forma a encontrar e retirar qualquer tipo de erros ao processo.

Escalas:

SHIFT_ID	SHIFT_NAME	SHIFT_ORDER	START_TIME	START_DUTY	END_TIME	END_DL
7848	11-14	1	0	1162	375	1162
7848	11-14	2	1040	1158	1440	1158
7849	12-9	1	15	1263	395	1263
7849	12-9	2	1080	1260	1455	1260
7850	13-6	1	13	1364	375	1364
7850	13-6	2	1063	1361	1453	1361
7851	21-1	1	365	2112	1300	2109
7852	21-2	1	388	2122	1255	2119

Serviços da etapa de turno

ID	NAME	ID_DAY_TYPE	STRETCH_ORDEF	STRETCH_PORTI	START_TIME	END_TIME
53805	2112	3	1	1	385	733
53807	2115	3	1	1	733	980
53803	2109	3	1	1	980	1300

Filtar

Figura 25: Screenshot da aplicação de visualização de escalas modelo

O resultado deste processo é visível na figura anterior. Na janela principal, pode-se observar a escala modelo constituída por etapas de turnos e respectivas informações. Na janela pop-up, aberta através de um duplo clique numa etapa de turno, pode-se ainda aceder aos serviços a serem executados nessa etapa de turno.



#### **5.4 Utilização do versant**

Após a aquisição da licença do software “Versant ADO” o desenvolvimento prosseguiu com a estruturação e alteração do código para suportar esta nova tecnologia. Na altura, não se encontrava disponível o plugin da Versant para o .NET 2005 pelo que se utilizou temporariamente e para fins de teste e treino o plugin para o .NET 2003.

Com o procedimento de geração de escalas de viaturas definido do lado da base de dados , foi desenvolvida uma interface de teste da consulta de escalas. Esta etapa não só permitiu o treino com a tecnologia da Versant como também o teste dos resultados da geração de escalas.

Nos teste efectuados ao arcGIS foi novamente utilizada esta tecnologia.

#### **5.5 Teste do ArcGIS**

Para testar o software “arcGIS” da ESRI, cuja aquisição de licença carecia de apreciação, foi iniciada uma fase de teste às suas funcionalidades. Pretendia-se aproveitar as potencialidades desta ferramenta na visualização gráfica de diversas informações ligadas ao parque de recolha, assim como a definição da sua topologia.

Estava prevista uma acção de formação para os dois estagiários sobre esta ferramenta, mas esta só se viria a realizar em caso afirmativo de aquisição de licença.

Devido à complexidade do software e à quantidade de soluções disponibilizadas, foi iniciado um trabalho de conhecimento da ferramenta que envolveu documentação, o gabinete de apoio da ESRI Portugal e o gabinete de desenho técnico da STCP.

No final deste período, obteu-se uma aplicação de teste capaz de visualizar e editar o mapa da estação de recolha, definição e selecção de lugares de estacionamento, entre outras funcionalidades, tendo a ferramenta em teste sido de grande utilidade para esse fim. Estabeleceu-se também ligação à base de dados para que pudesse haver fluxo de informação.



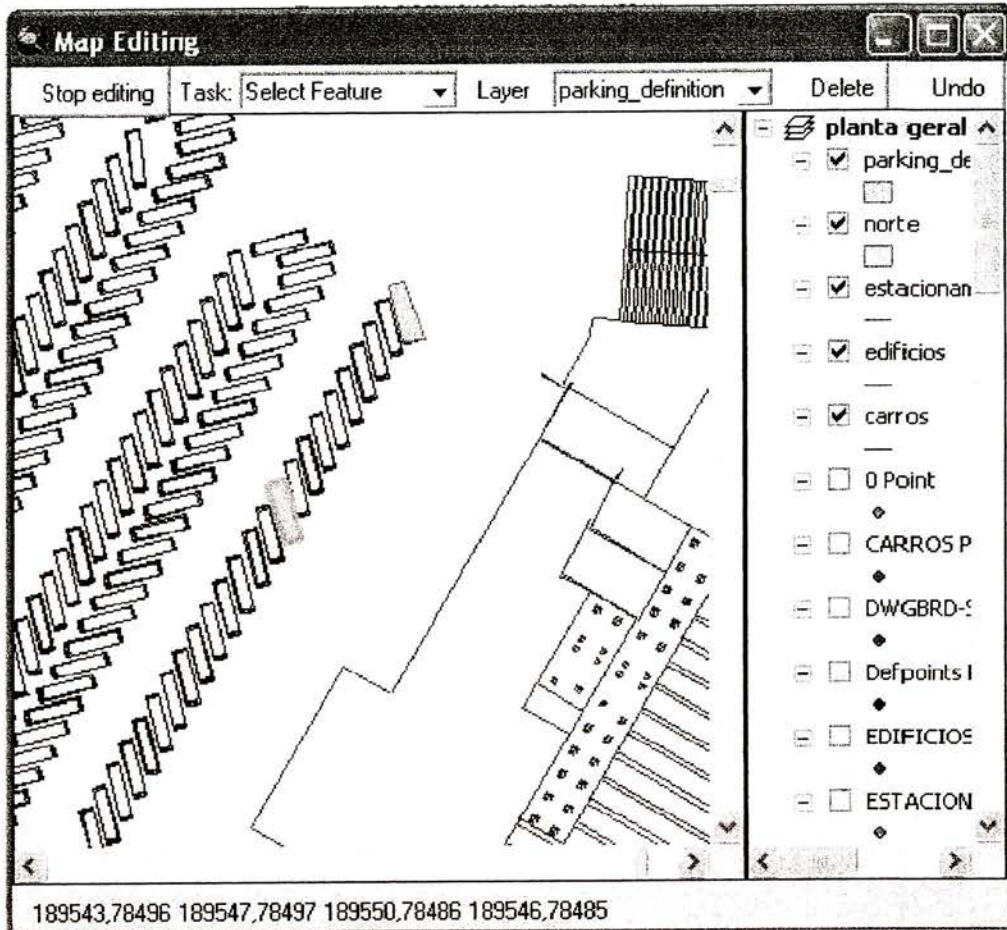


Figura 26: Screenshot da aplicação de teste ao arcGIS – selecção de lugar

As funcionalidades implementadas foram:

- Importação de ficheiro CAD
- Visualização do mapa da estação
- Definição das áreas de estações de recolha, zonas e lugares de estacionamento (Criação, selecção, modificação e remoção)
- Validação do desenho
- Comunicação com base de dados ORACLE

- Consultas por atributos e espaciais

## 6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões a retirar deste estágio realizado na OPT. Primeiro é abordado o projecto de estágio, trabalho realizado e futuro, sendo de seguida abordado o estágio como primeira experiência profissional.

### 6.1 Projecto

Após tomar conhecimento da política da OPT e seus principais projectos, nomeadamente o sistema GIST, o estagiário participou nas diferentes fases de desenvolvimento da solução GESVIA: análise de requisitos, análise de tecnologias, implementação, etc. Este facto foi fundamental para que o estagiário pudesse perceber e participar na construção da resposta ao problema.

O primeiro módulo da aplicação estava praticamente completo faltando apenas incluir o mapa da estação e suas funcionalidades na versão protótipo, já que foi necessário o teste e aprovação de ferramentas de auxílio a esse tipo de desenho gráfico.

A utilização de uma outra tecnologia da Versant implicou o redireccionamento do desenvolvimento para outras tarefas, já que esta tecnologia implicaria a adaptação do código em .NET C#. Assim sendo, optou-se por desenvolver outras áreas que não a programação em .NET para dar tempo de reflexão sobre a aquisição de licenças sem incremento de prejuízos futuros.

O resultado final é um protótipo funcional, visualmente apelativo e fácil de usar, do primeiro módulo da solução GESVIA. O facto de permitir a visualização gráfica do mapa da estação e respectivas operações de uma forma extremamente visual contribui para a valorização da solução por parte dos utilizadores.

Por estas razões pode-se concluir que os objectivos do estágio definidos inicialmente foram plenamente alcançados.

### 6.2 Trabalho futuro

No seguimento do plano do projecto, assim que esteja disponível uma versão do arcGIS da ESRI para .NET 2005, assim como o plugin ADO da Vanatec, spinoff da Versant, também para .NET 2005, poder-se-á terminar o desenvolvimento do módulo de gestão do parque com a inclusão do arcGIS na solução GESVIA. Em seguida, serão desenvolvidos os restantes módulos incluídos na especificação de requisitos.

### 6.3 Estágio

O estágio realizado na OPT constituiu uma excelente forma de aprendizagem sobre o mundo empresarial, tanto a nível humano como a nível de projectos.

O estagiário teve oportunidade de participar em diversas actividades ligadas ao projecto que se revelaram enriquecedoras em termos dos conhecimentos atrás mencionados. Nomeadamente, participou num evento de avaliação intermédia de projectos promovidos pela Agência de Inovação que contou com mais de quarenta projectos na área da ciência e engenharia.

A OPT ofereceu óptimas condições para a inserção no mundo de trabalho, não só pela visão que têm do mercado, desenvolvendo soluções específicas, como pelo espírito inovador patente nos seus membros, assim como o óptimo ambiente de trabalho existente.



## Referências e Bibliografia

[1] HASTUS

[http://www.giro.ca/English/HASTUS/transit\\_scheduling.htm](http://www.giro.ca/English/HASTUS/transit_scheduling.htm)

[2] Versant

<http://www.versant.com/>

[3] ESRI

<http://www.esri.com>

[4] Pedro Vaz de Carvalho, “Escalonamento de viaturas: Especificação e protótipagem na Optimização e Planeamento de Transportes”

## **ANEXO A: Definições, acrónimos e abreviaturas**

- Etapa – Período de tempo, sem interrupções, em que uma tripulação está ao serviço da empresa.
  
- Escala Diária
  - Tripulantes – Conjunto de associação entre Tripulantes e Serviços de Tripulantes. Embora possam existir mais do que um Tripulante associado a um Serviço, apenas um destes o estará realmente a efectuar. Para o problema tratado neste documento, apenas essa afectação será relevante.
  
  - Viaturas – Conjunto de associação entre Viaturas e Serviços de Viatura (Turnos). Diariamente, os Turnos em exploração poderão ser calculados com base na Escala de Tripulantes. Estes corresponderão aos Turnos por que passam os Serviços que constam da Escala de Tripulantes.
  
- Escala Modelo
  - Tripulantes – Definida para uma estação de recolha. Constituída pela equipa de tripulantes associados à estação e pelos serviços que esta disponibiliza diariamente aos utentes. É constituída também por regras de associação entre serviços e tripulantes. Estas regras procuram garantir a homogeneização das cargas de trabalho e proporcionar alguma estabilidade de horário.
  
  - Viaturas – Constituída pela frota de viaturas da estação e pelo conjunto de turnos que servem de suporte aos serviços que a estação disponibiliza aos utentes.
  
- Formação – Definida por um conjunto de Práticas que serão atribuídas aos Tripulantes que frequentem uma acção de Formação. Embora a presença numa acção de Formação fique associada aos Tripulantes, a informação utilizada para verificar a exequibilidade das afectações será a do conjunto de Práticas que o Tripulante possui.

- Intervenção – Conjunto de operações a que são sujeitas todas as Viaturas. Podem ser preventivas (manutenção, lubrificação,...) ou correctivas (reparações,...).
- Lavagem
  - Lavagem diária – Intervenção periódica a que todas as Viaturas são submetidas, após a conclusão do seu serviço.
  - Lavagem geral – Intervenção periódica que tem lugar antes de uma Viatura ser sujeita a uma Vistoria ou a cada 2 meses.
- Lubrificação – Intervenção periódica para substituição de um ou mais lubrificantes de uma Viatura.
- Lugar – Local, dentro do Parque, onde pode ser estacionada uma ou mais Viaturas: estacionamento, lavagem, manutenção. Um ou mais lugares podem pertencer a apenas uma Zona.
- Manutenção – Intervenção periódica, que obedece ao plano do fabricante, destinada a efectuar reparações preventivas numa Viatura.
- Mapa Anual de Manutenções – Quadro indicador das necessidades de manutenções periódicas ao longo de um ano. Este quadro reflecte as datas limites para as intervenções periódicas de cada Viatura em conjunto com as intervenções já agendadas. Através da sua análise, poderão ser identificados os períodos do ano onde é possível acontecer um congestionamento do sector oficial.
- Parque – Local, dentro da estação, destinado ao estacionamento de Viaturas.
- Plano Semanal de Manutenção – Este plano, elaborado na semana anterior à sua realização, escalona as Viaturas que irão efectuar operações de manutenção. Com estes planos procura-se, para além de obedecer à periodicidade de manutenção das Viaturas, distribuir pelas diversas semanas do ano, de forma equilibrada, o numero de intervenções de manutenção realizadas. A Secção de Manutenção da estação inicia a elaboração do plano, sendo este posteriormente terminado pelo Gabinete de Apoio.
- Práticas – Habilitações específicas de condução. A cada Tripulante está associado um conjunto de Práticas. A este conjunto serão adicionadas as

Práticas obtidas após uma Formação. Paralelamente, a cada tipo de Viatura é associado um conjunto de Práticas. É este conjunto que define as habilitações que um Tripulante deverá possuir para conduzir uma viatura do Tipo de Viatura em questão.

- Pré-inspecção – Inspecção a que uma Viatura é sujeita alguns dias antes da Vistoria obrigatória. Utilizada para identificar e solucionar atempadamente problemas que impediriam a Viatura de ser aprovada na Vistoria.
- Reparação – Intervenção não periódica, a que é sujeita uma Viatura no caso de avaria ou acidente.
- Serviço – Um serviço corresponde ao período diário de trabalho de uma tripulação. Um serviço pode ter uma ou mais Etapas.
- Sistema de Localização – Processo de localização de viaturas. No âmbito deste projecto, apenas é relevante a localização dentro da estação de recolha.
- Situação – Permite identificar o estado de uma Viatura; se está disponível, indisponível, imobilizada, emprestada,...
- Tipo de Intervenção – Caracterização de um conjunto de operações de manutenção (preventiva ou correctiva) a ser realizado sobre uma viatura.
- Tipo de Viatura – Conjunto de viaturas com as mesmas características.
- Turno – Conjunto de viagens consecutivas efectuadas por uma viatura.
- Tripulante – Funcionário da empresa habilitado a executar serviços de transporte de passageiros.
- Viatura – Veículo de transporte de passageiros.
- Vistoria – Inspecção oficial a que são sujeitas todas as Viaturas.
- Zona – Conjunto de vários Lugares de estacionamento do mesmo Tipo de Viatura: articulados, a gás, piso rebaixado,....



## ANEXO B: Estudo de soluções GPS

### Índice

1	Introdução.....	62
1.1	Objectivo do Documento.....	62
2	Global Positioning System (GPS) .....	63
2.1	Objectivo.....	63
2.2	O que é o GPS?.....	63
2.3	Como funciona?.....	63
3	GPS Diferencial (DGPS) .....	67
3.1	Objectivo.....	67
3.2	Como funciona?.....	67
3.3	Onde obter correcções diferenciais? .....	68
3.3.1	EGNOS.....	69
3.3.2	Projecto Galileu .....	71
3.4	DGPS Invertido (DGPSI) .....	72
4	Outras soluções.....	75
4.1	Identificação de Rádio-Frequência (RFID).....	75
5	Conclusões .....	76

## **1 Introdução**

### **1.1 Objectivo do Documento**

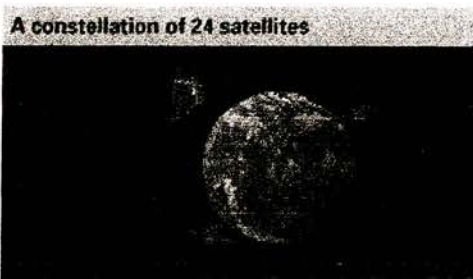
Este documento visa descrever e comparar as diferentes soluções de GPS para aplicação no projecto GESBUS na localização de viaturas dentro da estação de recolha.

## 2 Global Positioning System (GPS)

### 2.1 Objectivo

Descobrir a posição e orientação é provavelmente um dos problemas mais velhos do homem. A navegação e posicionamento são cruciais a muitas actividades, no entanto o processo foi sempre incómodo. Com o passar dos anos todos os tipos das tecnologias tentaram simplificar esta tarefa mas cada qual tinha desvantagens. Finalmente, o departamento de defesa dos EUA decidiu que devia ter um sistema de posicionamento mundial muito preciso. O resultado é o GPS, um sistema que mudou a navegação para sempre.

### 2.2 O que é o GPS?



O sistema de posicionamento global (GPS) é um sistema mundial de rádio-navegação composto por uma constelação de 24 satélites e suas estações terrestres.

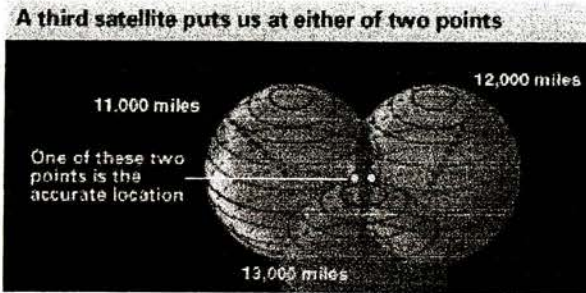
O GPS usa esta constelação como pontos de referência para calcular as posições com grande precisão. De facto, com GPS avançado é possível resultados precisos ao centímetro. É como dar a cada metro quadrado no planeta um endereço distinto.

### 2.3 Como funciona?

O funcionamento GPS segue os seguintes passos lógicos:

#### 1 - Trilateração

Por muito improvável que pareça, a ideia base do GPS é a utilização de satélites no espaço como pontos de referência para localizações em terra. Três satélites bastam para descobrir uma posição em terra.



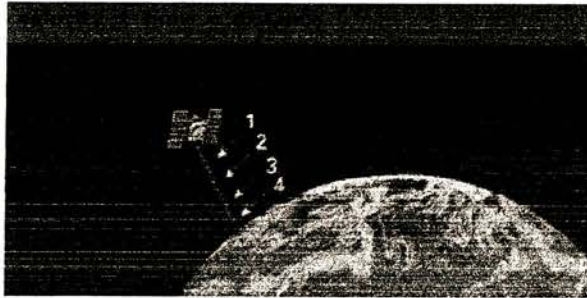
Na figura, são como possíveis receptor GPS, no rejeitado, sem ser

visíveis dois pontos localizações do entanto um deles é necessário recorrer a

outro satélite, por se encontrar muito distante do planeta Terra ou por se mover a uma velocidade impossível.

## 2 - Distância a um satélite

Uma posição é calculada através da distância a três satélites. Mas como é medida a distância no espaço? Através da medição do tempo de atraso na transmissão de um sinal do satélite para o receptor, ou seja, a distância ao satélite é determinada pelo tempo que o sinal rádio leva a chegar até nós.



No caso do GPS, a velocidade do sinal é a velocidade da luz. Obtemos então a seguinte expressão:

$$\text{Velocity} \times \text{Time} = \text{Distance}$$

Como os tempos são muito curtos, é necessária a utilização de relógios muito precisos.

Para fazer a medição do tempo assume-se que tanto o satélite como o receptor estão a gerão o mesmo código pseudo-aleatório ao mesmo tempo. Isto assegura a clara identificação do satélite transmissor.



### 3 - Conseguir a sincronização perfeita

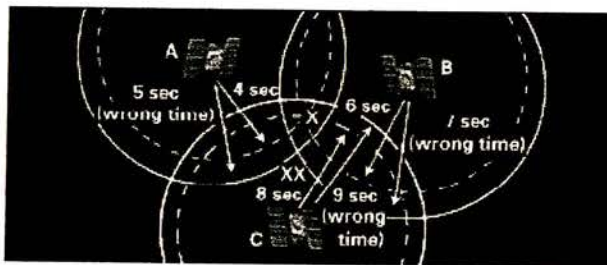
Se medir o tempo de propagação de um sinal de rádio é chave do GPS, então os relógios têm de ser bons, porque se falharem um milésimo de segundo, à velocidade da luz representa um erro de mais de 300Km.

Do lado do satélite, o sincronismo é quase perfeito porque têm relógios atómicos precisos a bordo. Mas se os receptores necessitassem de relógios atómicos o seu preço seria incomportável para o utilizador.

O segredo para aperfeiçoar o sincronismo é a utilização de um quarto satélite.

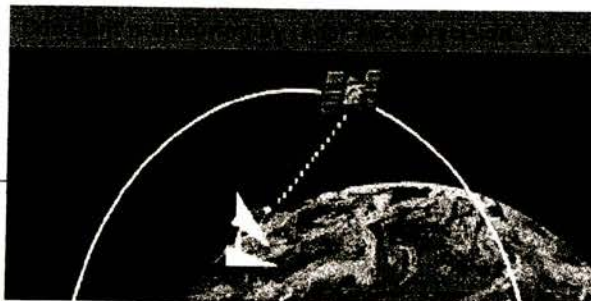
Erros de relógio implicam erro na posição calculada pela trilateração.

Este satélite extra permite detectar erros de relógio já que não intersecta as o ponto obtido pela trilateração. Procura-se então um factor de correcção para se encontrar o ponto de encontro das superfícies equidistantes de cada satélite.



### 4 - Localização dos satélites no espaço

Os satélites foram injectados em órbitas muito precisas sendo monitorizados e controlados para assegurar que não saíem das órbitas previstas. Os erros detectados chamam-se “ephemeris errors” por afectarem a órbita e são causados pela força gravitacional da lua e sol e pela pressão da radiação solar nos satélites.



O satélite inclui a sua posição corrigida nas mensagens de sincronização, pelo que o sinal GPS é mais do que código pseudo-aleatório apenas para fins de sincronização.

Em terra, todos os receptores GPS possuem um almanaque programado nos seus computadores que lhes diz a localização de cada satélite em cada momento.

## 5 - Correção de erros

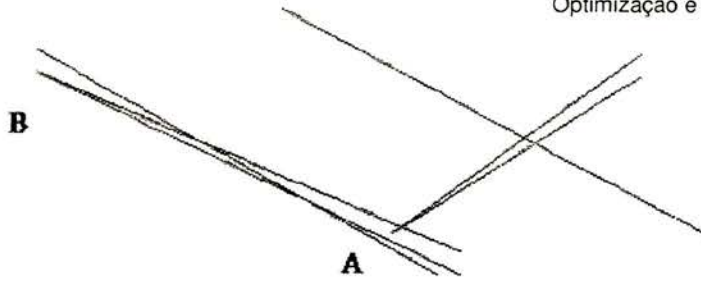
Na realidade, o GPS tem de ter em consideração uma vasta possibilidade de erros.

A tabela seguinte demonstra as principais fontes de erros e sua contribuição para o erro total.

Error	Value
Ionosphere	4.0 meters
Clock	2.1 meters
Ephemeris	2.1 meters
Troposphere	0.7 meters
Receiver	0.5 meters
Multipath	1.0 meter
<b>Total</b>	<b>10.4 meters</b>

Por vezes a geometria dos satélites cria situações onde um pequeno erro num satélite origina um grande erro na posição. Diluição de Precisão (DOP) é uma medida da sensibilidade a este tipo de problemas de geometria.

O seguinte diagrama pretende ilustrar esta situação em duas dimensões.



Bons receptores de GPS seleccionam satélites com melhor GDOP (*Geometric Dilution of Precision*).

### 3 GPS Diferencial (DGPS)

#### 3.1 Objectivo

O DGPS nasceu da necessidade de aumentar a precisão do GPS.

Consiste em corrigir as várias imprecisões no sistema GPS produzindo resultados com precisão de poucos metros em aplicações dinâmicas ou ainda melhores resultados em aplicações estáticas.

O GPS tornou-se um sistema de medida universal capaz do posicionamento de objectos numa escala muito precisa.

#### 3.2 Como funciona?

DGPS envolve a cooperação de dois receptores, um estacionário e outro dinâmico que faz medições de posição.

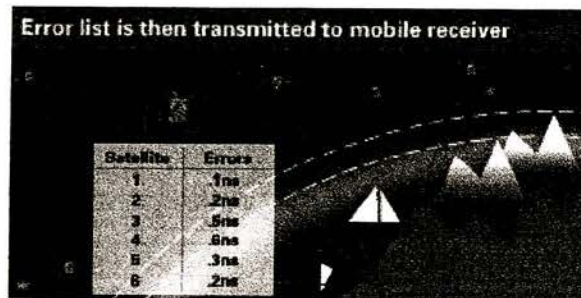
Como as distâncias entre os satélites no espaço são muito grandes, se os dois receptores estiverem relativamente próximos, o sinal percorre a mesma atmosfera, contendo os mesmos erros.

A chave é o receptor estacionário, já que a sua posição é conhecida. Deste modo, pode-se calcular o factor erro e transmiti-lo ao receptor dinâmico.





Como a estação de referência não sabe quais os satélites utilizados por um receptor, esta efectua o cálculo de erros para cada um dos satélites visíveis.



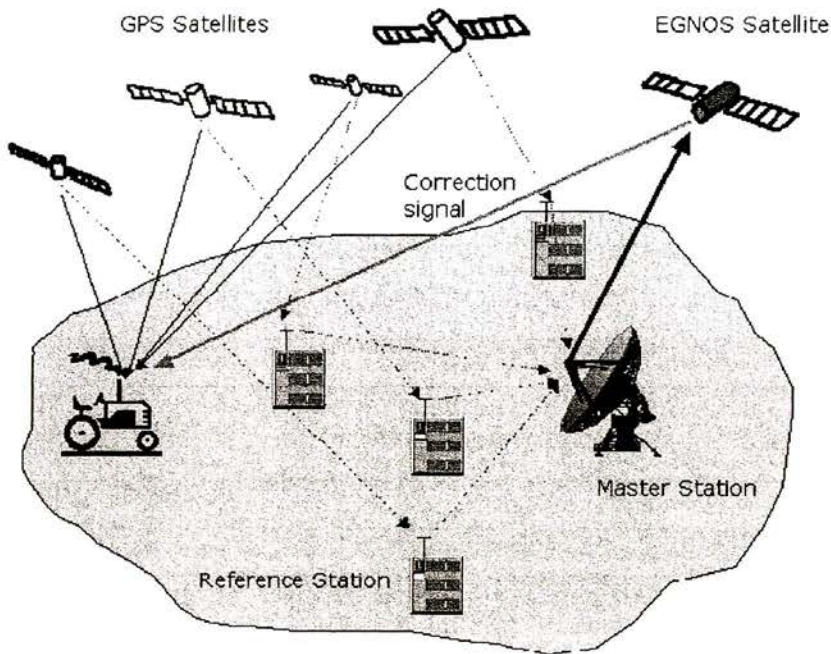
### 3.3 Onde obter correcções diferenciais?

A ideia fundamental é que uma Estação com as coordenadas bem conhecidas recolha dados e os compare com os que já possui. Estes dados são depois enviados para um Satélite Geostacionário de maneira a melhorar a cobertura. Os receptores GPS que funcionam em modo compatível procuram este sinal adicional e aplicam as correcções. A precisão aumenta de cerca de 10 para 3 m com esta tecnologia.

Nos EUA existe o WAAS (Wide Area Augmentation System), o equivalente na Europa é o sistema EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System) e na Ásia é o MSAM (Multi-functional Satellite Augmentation System).

Como estes 3 sistemas são compatíveis, a cobertura internacional está garantida. A frequência em que os sinais de correcção são enviados é a mesma do GPS. Os receptores de GPS modernos têm sempre um canal livre para obter as correcções a partir do Satélite. O uso destas correcções é grátis para os utilizadores. A figura seguinte ilustra o funcionamento do WAAS/EGNOS/MSAS.





## **EGNOS**

O European Geostationary Navigation Overlay System (EGNOS) é operado pela ESA (European Space Agency) e pela EUROCONTROL (European Organization for the Security of Space Flight). O EGNOS foi desenvolvido pela Comissão Europeia principalmente para o tráfego aéreo civil, na procura de obter maiores precisões. Através do EGNOS pode ser feita a difusão de correcções grátis para toda a Europa.

O EGNOS vai ser integrado no projecto Galileu, o sistema de navegação por Satélite Europeu, que se espera entrar em funcionamento total em 2008.

O EGNOS vai ficar totalmente operacional em 2005. Entretanto, um sinal de teste emitido pelo Satélite Inmarsat IOR permite aos utilizadores experimentar e testar o serviço. Este serviço é o ESTB (EGNOS Service Test Bed).

O sistema ESTB consiste nos segmentos Terrestre, Espacial e de Utilizador.

### **Segmento Terrestre:**

Este segmento é constituído por Estações de Referência, centros de processamento, estações de Navegação Terrestres (NLES) e uma rede de comunicações.

Há três tipos diferentes de Estações de Referência: para funções relativas a órbitas Geostacionárias (GEO), estações de Referência específicas do ESTB e estações de Referência do Mediterranean Test Bed (MTB).

O ESTB tem dois Centros de Processamento. Estes são responsáveis por criar mensagens, recolher, arquivar e tratar dados do ESTB e monitorizar e controlar o próprio sistema do ESTB.

Há também duas Estações de Navegação Terrestres (NLES).

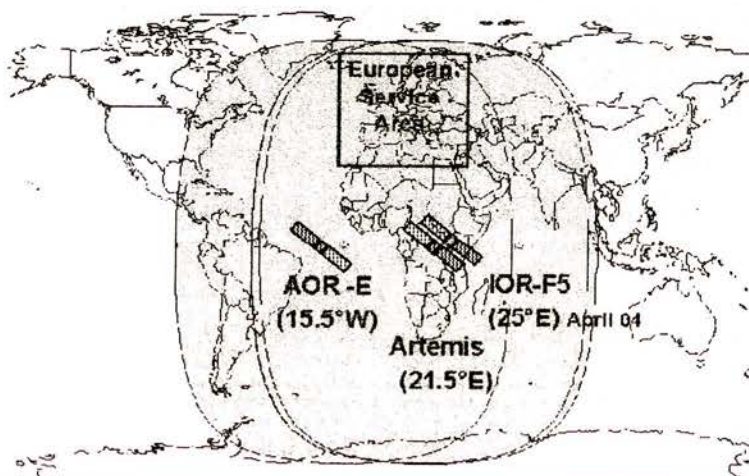
### **Segmento espacial:**

Este segmento é composto pelos satélites Inmarsat-III Indian Ocean Region (IOR).

### **Segmento do Utilizador:**

Existem múltiplos receptores ESTB disponíveis no mercado para testar o sistema. Para além disto, este segmento compreende também um computador para processamento da navegação e para armazenamento de dados.

Para se saber se se pode usufruir dos serviços prestados pelo EGNOS, tem de se ligar o receptor a um dos seus Satélites. Os Satélites em causa são normalmente referenciados nos receptores pelo seu PRN (Pseudo Random Noise). Em seguida é apresentada uma lista dos satélites disponíveis e os seus códigos PRN correspondentes.





Name	PRN Code	Position	Provider	SBAS Usage	Reference
AOR-E	120	15.5°W	Inmarsat	EGNOS	3F2
IND-W (a.k.a. IOR-W)	126	25°E	Inmarsat	EGNOS	3F5
IOR	131	64°E	Inmarsat	EGNOS (usage to be discontinued in Q1 2004)	3F1
ARTEMIS	124	21.5°E	ESA	EGNOS	N/A
AOR-W	122	54°W	Inmarsat	WAAS	3F4
POR	134	178°E	Inmarsat	WAAS	3F3

### **Projecto Galileu**

O objectivo deste projecto é a criação de um sistema mundial de navegação por satélite com vista a reduzir, por motivos estratégicos e económicos, a dependência da União Europeia face ao sistema americano GPS.

O sistema deve ser concebido de modo a garantir uma cobertura planetária e a permitir aplicações para o cidadão comum, com um bom nível de segurança no que se refere às actividades de transporte europeias e uma infra-estrutura espacial tão reduzida quanto possível. Por outro lado, o Galileu deve garantir um erro máximo horizontal de 10 metros.

No que respeita à segurança, o sistema deve garantir a protecção física das infra-estruturas vitais e o fornecimento de sinais precisos em caso de crise ou de guerra. Deve haver o máximo cuidado em tornar impossível qualquer utilização indevida de um sinal e ainda o acesso, pelo inimigo, ao sistema em tempo de guerra. Para responder a estas exigências de segurança, os peritos preconizam a instauração de um acesso controlado.

O custo total do Galileu para o período 1999-2008 está calculado entre 2200 e 2950 MEUR, em função da dimensão da cooperação com os Estados Unidos e da utilização dos sistemas terrestres.

A política americana actual consiste em fornecer gratuitamente o sinal GPS de base. A aplicação deste tipo de abordagem para o Galileu irá traduzir-se numa necessidade de financiamento público significativo, dado que o sector privado não está em condições de suportar sozinho os custos da oferta de um serviço gratuito aos utilizadores. Por último, deve ser encorajado o desenvolvimento de uma parceria entre o sector público e o sector privado. Além disso, poderão ser determinadas receitas específicas, através de disposições regulamentares, como a instauração de determinados serviços de acesso controlado reservados aos assinantes ou ainda a tributação dos receptores de sinais.

### 3.4 DGPS Invertido (DGPSI)

Existe uma permutação do DGPS que permite um melhor funcionamento a nível de gestão de frotas.

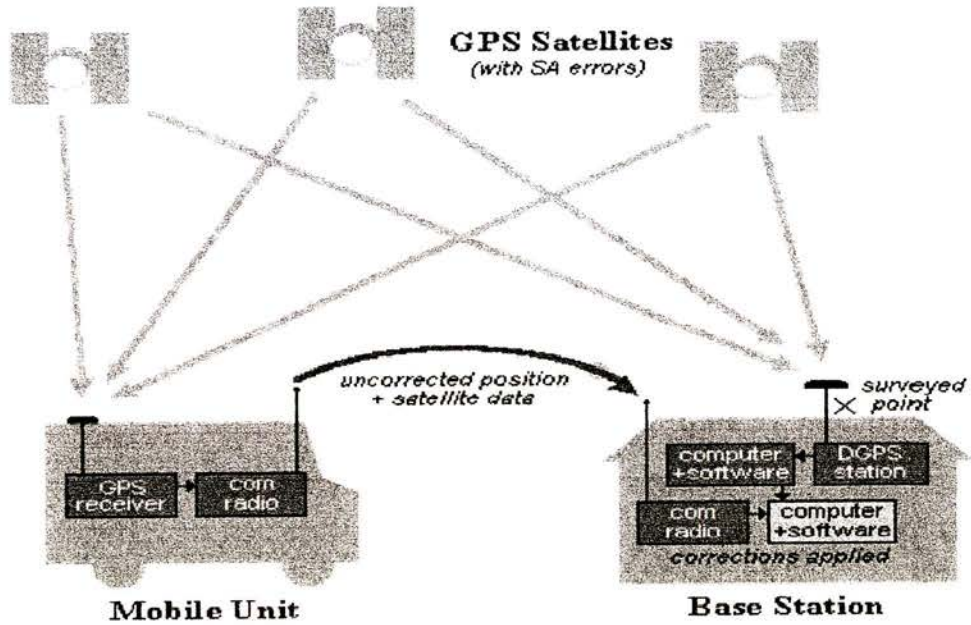
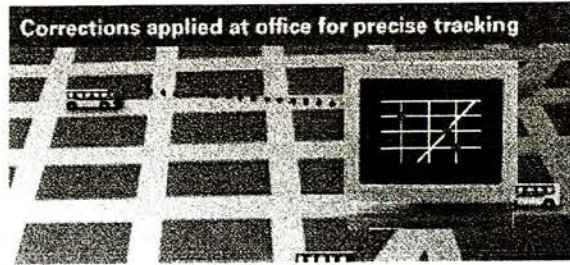
Com um sistema deste tipo, ao invés de cada Viatura receber as correcções de coordenadas via Satélite ou Rádio e enviar a sua posição corrigida para a Central de Monitorização, cada um desses receptores GPS vai transmitir a sua posição original para a Central. Só aí na Central é que vão ser corrigidas as posições usando as correcções de coordenadas para cada satélite visível. É necessário possuir um computador com software adequado e um transmissor de dados, mas o resultado final é óptimo.

Consegue-se obter um sistema de monitorização muito preciso pelo preço de um computador, software de tratamento de coordenadas, uma estação de referência e muitos receptores GPS normais. A estação de referência pode ser substituída por outros meios de obtenção de coordenadas (EGNOS e Internet). O caso do EGNOS é descrito noutra parte deste documento. Quanto á Internet, podem-se obter aí correcções de coordenadas de Satélites, embora não seja um meio tão fiável como receber directamente de um satélite. Tem a vantagem de ser de baixo custo a nível de implementação e a nível Logístico.

As figuras seguintes ilustram o processo do DGPSI.







Outra das vantagens deste sistema é que não aumenta a quantidade de dados que circula no sistema. O tráfego de informação continua apenas a ser no sentido Satélite -> Viatura -> Central.

## 4 Outras soluções

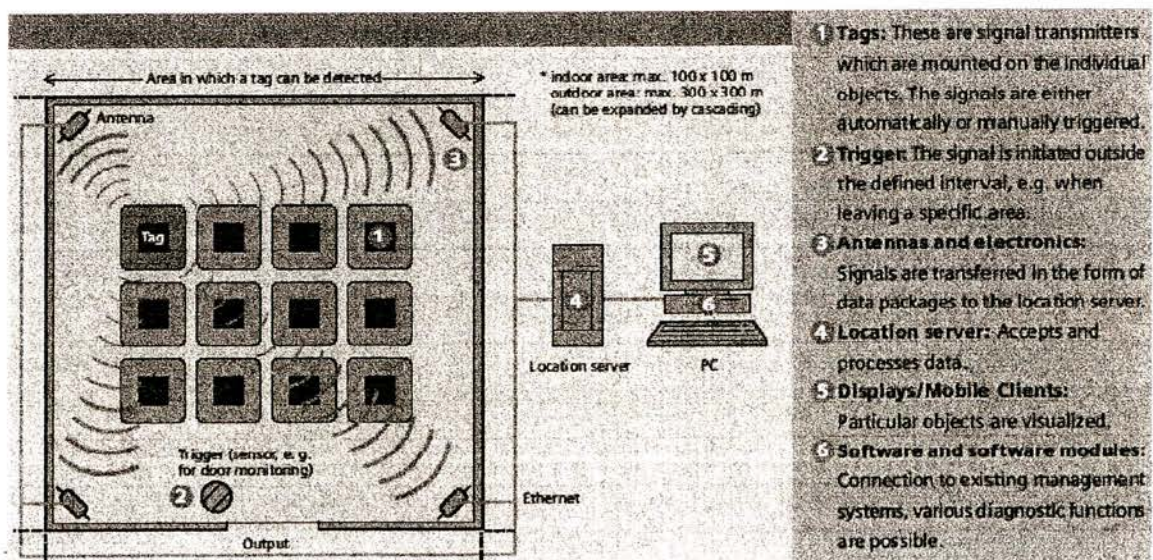
### 4.1 Identificação de Rádio-Frequência (RFID)

O processo de RFID começa com uma Tag, que consiste num microchip com uma antena incorporada, e um Leitor também com uma antena. O Leitor envia ondas de rádio que criam um campo magnético quando se juntam com a antena da Tag RFID. Uma Tag passiva RFID obtém energia deste campo magnético e usa-a para energizar os circuitos do chip RFID. O chip na Tag de identificação manda informação para o Leitor através das ondas de Radiofrequência. O leitor converte essas mesmas ondas em informação digital. Há outro tipo de Tags RFID chamadas Activas, que contêm uma bateria incorporada, o que permite um maior armazenamento de informação.

Existe um vasto nº de vantagens de uso desta Tecnologia nos mais variados tipos de Industria. Contudo, não vamos explorar este aspecto dado que não é de grande interesse na nossa área de aplicação.

A utilização a dar a este tipo de tecnologia implica ter uma Tag de localização em cada Viatura e ter cerca de quatro antenas em cada estação de Recolha. Este sistema permite-nos calcular a localização exacta de cada Viatura através das distâncias calculadas a cada uma das antenas, de uma forma análoga ao GPS.

Na figura abaixo podemos ver um esquema que ilustra o funcionamento geral do sistema desejado usando a tecnologia RFID, bem como todos os requisitos físicos do sistema.





Esta tecnologia tem á primeira vista uma grande desvantagem em relação ás outras hipóteses consideradas. Necessita de mais um equipamento em cada viatura, de várias antenas e uma rede wireless em cada estação, o que pode levar a custos muito elevados de implementação.

## 5 Conclusões

Antes de mais convém realçar que este documento é um estudo de soluções de GPS e deverá ser utilizado para escolha do sistema a implementar. Essa tomada de decisão não pode ser tomada no momento de elaboração deste relatório pois ainda não foi possível a recolha da informação pretendida sobre o sistema já implementado na STCP.

No nosso caso de estudo, temos uma vasta frota de viaturas e necessitamos de as localizar com grande precisão. Tendo em conta que os autocarros já possuem equipamento de GPS “normal”, não seria ideal comprar novo equipamento que permitisse utilizar o DGPS automaticamente.

A utilização do EGNOS seria ideal já que não apresenta requisitos para além da compatibilidade dos receptores já existentes nas viaturas. Caso estes não sejam compatíveis, poder-se-ia recorrer ao DGPSI com um custo relativamente baixo.

Por último, a solução das tags RFID implicariam um sistema totalmente novo e daí o seu preço elevado.

Estes dados estão compilados na seguinte tabela.

Soluções	Desempenho	Requisitos de Hardware	Preço
DGPS Invertido	Elevado	Muito Poucos (Computador, Software e Emissor)	Razoável
Tags RFID	Razoável	Muitos (Algumas Antenas, Muitos Receptores e rede Ethernet)	Elevado
EGNOS	Elevado	Compatibilidade	Grátis



## ANEXO C: Normas para desenvolvimento em .NET C#

### Índice

1. Atribuição de Nomes.....	2
2. Interface.....	3
2.1. Ecrãs Tipo.....	3
2.2. Dimensões dos Controlos.....	6
2.3. Botões.....	7
2.4. Centrar Ecrãs.....	7
3. Glossário.....	7

## 1. Atribuição de Nomes

### Variáveis de Classe

começam por \_

camelCase

as que são visíveis fora da classe, têm getter e setter e PascalCase

### Variáveis Locais

camelCase

### Metodos

PascalCase

Evitar abreviaturas (Excepto ID, Num,.....)

Usar verbos

### Classes

PascalCase

Evitar abreviaturas (Excepto ID, Num,.....)

### Camada de dados

Nome da classe + 'Data' (DepotData)

### Camada de interface

Nome da classe + 'Form' (DepotsForm)

### Controls

Função + Nome + tipo (OkButton) (AddDepotTextBox)

### Metodos

Função + Nome ( InitCharacteristicsTypesListView() )

### Controls

camelCase

## 1. Atribuição de Nomes

### Variáveis de Classe

começam por \_

camelCase

as que são visíveis fora da da classe, têm getter e setter e PascalCase

### Variáveis Locais

camelCase

### Metodos

PascalCase

Evitar abreviaturas (Excepto ID, Num,.....)

Usar verbos

### Classes

PascalCase

Evitar abreviaturas (Excepto ID, Num,.....)

### Camada de dados

Nome da classe + 'Data' (DepotData)

### Camada de interface

Nome da classe + 'Form' (DepotsForm)

### Controls

Função + Nome + tipo (OkButton) (AddDepotTextBox)

### Metodos

Função + Nome ( InitCharacteristicsTypesListView() )

### Controls

camelCase

Controlo	Sufixo
Button	Btn
DataGridView	Grid
GroupBox	GrpBox
ListView	LView
RadioButton	RadioBtn
StatusStrip	Sts
TabControl	TabCtl
TextBox	TBox
TreeView	TView
ListBox	LBox
ComboBox	CBox
DateTimePicker	DatePick
Label	Lbl
CheckBox	ChkBox

## 2. Interface (Regras de implementação do Interface)

Neste capítulo do documento estão enumeradas algumas das regras de desenvolvimento dos aspectos gráficos dos sistema tais como tipos de ecrã definidos, tamanhos de controlos, distâncias, etc...

### a. Ecrãs Tipo

De seguida são apresentados tipos de formulário *standard*, obviamente que para os ecrãs que não se enquadram na forma de funcionamento *standard* estas regras não se aplicam e por isso mesmo ficam ao critério do programador.

### Regras gerais



Os botões de *Ok* e *Cancelar* (quando necessário) devem ser posicionados no limite inferior direito do ecrã.

### Ecrã modelo de edição simples

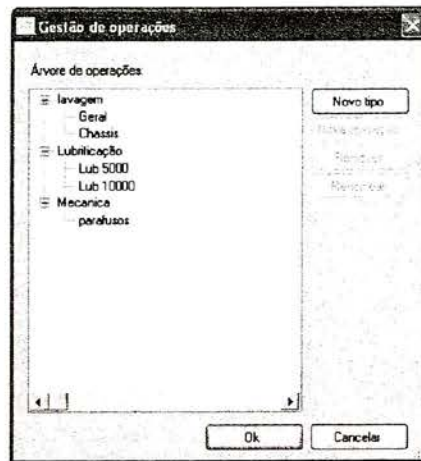
### Ecrã modelo de edição de DataGridView

Formulários de edição de dados em DataGridView devem conter os botões de introdução, edição (para dados complexos) e remoção de itens ao lado deste controlo.

NAME	OBS
Situação 1	Obs1
Situação 2	Obs2

### Ecrã modelo de edição de TreeView

Formulários de edição de dados em TreeView devem conter os botões de introdução, edição (para dados complexos) e remoção de itens ao lado deste controlo.



### Ecrã modelo de edição de listas (ListBox)

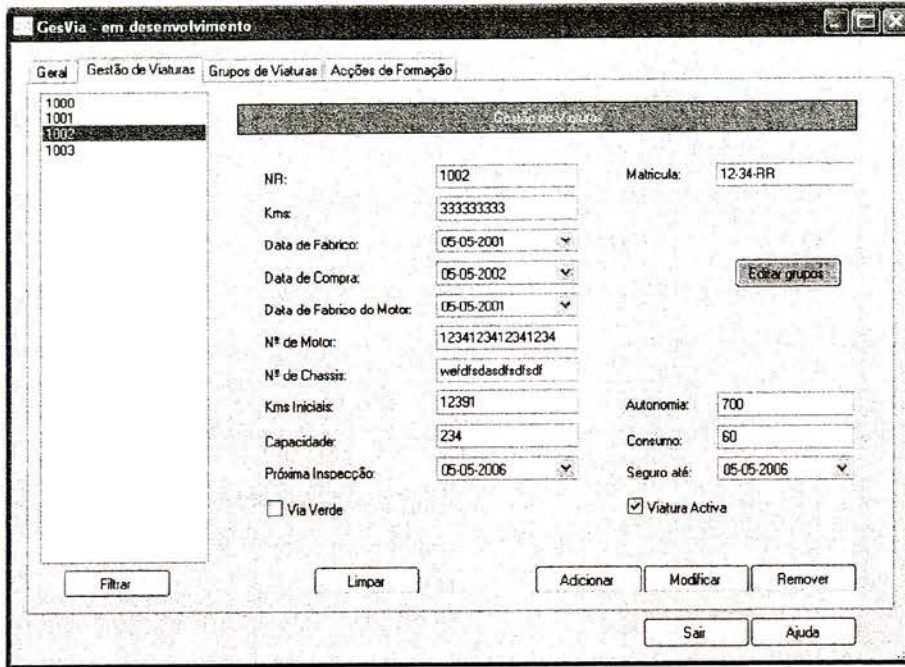
Formulários de criação de listas de dados devem conter os botões de introdução, e remoção de itens ao lado deste controlo.



### Ecrã modelo de selecção de objectos

O ecrã deve estar dividido em dois, sendo a parte esquerda reservada para a lista de itens a visualizar e a parte direita reservada para a sua visualização.

Devem estar presentes os botões de introdução, edição e remoção de itens no final do ecrã.



## b. Dimensões dos Controlos

As dimensões e distâncias dos controlos deverá ser uniforme para todos os ecrãs de todos os módulos.

Assim sendo, devem ser utilizados os valores tabelados.

Dimensões expressas em	Pixels
<b>Label, CheckBox e OptionButton com uma linha de texto</b>	
Largura	x50
Altura	15
<b>Command</b>	
Largura	90
Altura	25
<b>TextBox com uma linha e ComboBox</b>	

Largura (1 a 2 caracteres)	
Largura (3 a 5 caracteres)	
Largura (5 a 10 caracteres)	x50
Largura (11 a 15 caracteres)	
largura (16 a 20 caracteres)	
Altura	21
<b>TextBox com mais do que uma linha e scroll bars</b>	
Largura	x50
Altura (3 linhas)	35
Altura (5 linhas)	71
Altura (10 linhas)	136
<b>Distância horizontal entre controlos</b>	
Entre controlos de um mesmo grupo	Default
Entre grupos de controlos	do
Distância entre um controlo e o respectivo Label	Visual Studio 2005
<b>Distância vertical entre controlos</b>	
Entre controlos de um mesmo grupo	
Entre grupos de controlos	
Distância entre um controlo e o respectivo Label	
<b>Distância mínima entre um controlo e as margens da Form</b>	
Margens esquerda e direita	
Margens superior e inferior	
<b>Distância mínima entre um filho de um TabControl e as margens do pai</b>	
Margens esquerda e direita	
Margem superior	
Margem inferior	
<b>Distância mínima entre um filho de um Frame e as margens do pai</b>	
Margens esquerda e direita	
Margem superior	
Margem inferior	
<b>StatusBar</b>	



Altura

### c. Centrar Ecrãs

Para centrar um ecrã basta atribuir à propriedade "StartPosition" o valor "CenterParent".

O ecrã principal da aplicação deverá ter o valor "CenterScreen" para a mesma propriedade.

### d. Botões

Nos ecrãs em que existam os botões *Ok* e *Cancelar* dever-se-á permitir ao utilizador que faça um *click* nestes através das teclas *Enter* e *Escape*.

Para tal, basta referir os métodos respectivos a serem chamados através das propriedades *AcceptButton* e *CancelButton*.

## 3. Glossário

Termo em Português	Termo em Inglês
Intervenção	Intervention
Situação	Situation

Característica	Characteristic
Linha	Line
Formação	Training
Viatura/Veículo	Vehicle
Tipo	Type
Operação	Operation
Prática	Practice
Filtro	Filter
Grupo	Group
Tripulação	Crew
Lugar	Place
Filtrável	Filterable







FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000081414