



**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA**  
**INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO**

**Melhoria da Velocidade dos Transportes Públicos de  
Superfície em Lisboa por Regulação da Admissão de  
Trânsito**

**Manuel Augusto Vieira**  
(Licenciado)

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Orientador: Doutor Carlos Filipe Gomes Bispo

Júri

Presidente: Doutor José Manuel Caré Baptista Viegas

Vogais: Doutor António Dourado Pereira Correia

Doutor Victor Alberto Neves Barroso

Doutor Carlos Filipe Gomes Bispo

Janeiro de 2004



## RESUMO

A opção pelo transporte público aumenta a capacidade de transporte de passageiros e melhora as condições de fluidez de tráfego e eficácia do sistema de transportes. Pretendemos determinar o impacto da regulação da admissão do trânsito privado na velocidade de circulação dos transportes públicos urbanos de superfície em Lisboa, com recurso às tecnologias da Informação, Comunicação e Controlo. O objectivo deste trabalho é minimizar, na cidade de Lisboa, a pressão imposta pela circulação automóvel no transporte colectivo de superfície.

Medimos em Setembro de 2002 a velocidade média de circulação da Carreira 1 no trajecto Cais do Sodré/Campo Grande e correlacionámo-la com os fluxos de tráfego centrípeto da Avenida Joaquim António de Aguiar. Tomando em consideração os resultados do período experimental foram impostas, em Fevereiro de 2003, medidas restritivas de entrada na cidade. Estas medidas, realizadas através de controlo semafórico levaram a uma melhoria da velocidade média de circulação no transporte público de superfície, de 2 km/h. Com base na experiência concluímos que é possível transformar os indicadores de desempenho dos transportes em reais solicitações do sistema de controlo através de uma realimentação do sistema centralizado de controlo semafórico instalado nas portas da cidade. São apresentadas sugestões de desenvolvimento futuro que incluem, a curto prazo, a implementação de uma plataforma integradora através da interligação entre o Sistema de Controlo de Tráfego (GERTRUDE) e o Sistema de Ajuda à Exploração e Informação aos Passageiros (SAEIP).

O controlo integrado permitirá limitar o débito dos veículos de entrada na cidade, criar condições para a atractividade do transporte público e assegurar a melhoria da qualidade das carreiras.

**Palavras-chave:** Controlo de Tráfego, Transportes Públicos de Superfície, Optimização da Velocidade de Circulação, Fluxos Centrípetos e Centrífugos, Controlo Integrado.



## ABSTRACT

Unfortunately, many public transport services in Lisbon get caught in traffic and earn a reputation for poor reliability. Public transport performance can be improved by better controlling and managing traffic generally. Systems to locate, identify and monitor vehicles will become increasingly reliable through the use of information and telecommunication technologies, especially satellite navigation systems.

We have conducted field trials in September 2002, at peak times. We measured the travel speed of a bus, in a fixed route (Cais do Sodré/Campo Grande), and correlated it with the in-car volume coming into Avenida Joaquim António de Aguiar. In the same period, in February 2003, we repeated the experience but controlling the in-car volume through traffic lights. At peak times, the flexibility of the actuated controller, with the aid of fictitious vehicle detectors, is capable of varying intervals within the cycle as well as the in-car volume and providing benefits in bus travel speed as high as 2 km/h. Results show that, during the time period under study, benefits in bus travel speed were possible through a feed-back real time co-operative control between urban traffic control (GERTRUDE) and Public transport vehicle location (SAEIP) systems.

At long term we suggest the implementation of an integrated system. By doing that the in-car volume will be reduced. This effect leads, also, to an increased commercial speed of the urban bus company in the same way as it was proposed in our experience.

**Keywords:** Traffic control, public transports, optimization of the commercial travel speed, real time feed-back control, in-car volume, integrated system.



## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Calos Bispo, orientador desta tese, pelo estímulo, sensibilidade e disponibilidade constantes, para além da excelente orientação científica e paciência ilimitada.

À Câmara Municipal de Lisboa em geral e ao colectivo do Departamento de Tráfego em particular pela disponibilidade do “Laboratório Vivo” na expectativa da procura de soluções que possam contribuir para a melhoria da qualidade de vida da cidade de Lisboa. À Divisão de Estudos e Transportes e em especial ao Eng<sup>o</sup> António Abreu e Eng<sup>o</sup> Carlos Rua pela ajuda no âmbito do estudo de tráfego das entradas e saídas da cidade de Lisboa. Para toda a equipa da Central de Comando de Tráfego vai o meu “muito obrigado”. Ao Eng<sup>o</sup> Celestino de Jesus pela ajuda prestada na definição das estratégias para o bom resultado das experiências realizadas. Aos Eng<sup>os</sup> Mafalda, Amorim, João Paulo, Bexiga e Aldina pela ajuda pronta na colheita de dados.

Aos Engenheiros Élio Serra, Maia e Paulo Afonso da Carris por facultarem os dados relativos aos tempos de percurso.

Ao Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL) em geral e ao Departamento de Engenharia de Electrónica e de Telecomunicações e de Computadores (DEETC) em particular pelo apoio administrativo durante a realização do mestrado.

Ao Pedro, em primeiro lugar pelo desafio. Valeu a pena! Que honra ter um filho como colega de carteira e logo bom aluno!! Mas também pelo apoio, pela ajuda na reintegração na nossa Escola, pela disponibilidade nas tarefas de tratamento de dados um obrigado de pai, colega e amigo.

À Manuela, pela dedicação, colaboração e responsabilização total e diária na construção deste Edifício. Desde as fundações ao telhado, desde os problemas mais simples às análises mais complexas, as soluções foram aparecendo. Muito obrigado pelo incentivo da mulher, pelo conselho da colega investigadora, ou pela chamada de atenção da Presidente do Departamento.

E finalmente ao Simba pela companhia na calada da noite. Foi uma ajuda preciosa.

*Manuel Vieira*



**DEDICATÓRIA**

***Ao meu filho, Pedro  
À minha mulher, Manuela  
À minha mãe, Celeste***



# ÍNDICE

<b>RESUMO</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>V</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b>	<b>XIX</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>1</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUÇÃO	3
1.2 MOTIVAÇÃO / ENQUADRAMENTO	4
1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	5
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	8
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>11</b>
<b>2 MEDIDAS, INSTRUMENTOS E COMPONENTES DE UM SISTEMA DE CONTROLO DE TRÂNSITO URBANO</b>	<b>11</b>
2.1 INTRODUÇÃO	13
2.2 SISTEMA DE CONTROLO SEMAFÓRICO EM LISBOA	15
2.3 MÓDULO DE PRIORIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO	18
2.4 CONTROLO DO ESTACIONAMENTO	20
2.5 INTERMODALIDADE	21
2.6 OS CUSTOS E OS ENCARGOS DA MOBILIDADE	26
2.7 INTEROPERABILIDADE E INTERLIGAÇÃO DE SISTEMAS	29
2.8 GESTÃO DE INCIDENTES RODOVIÁRIOS	32

<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>37</b>
<b>3 CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO TRÁFEGO EM LISBOA</b>	<b>37</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA CIDADE	39
3.2 A ESTRUTURA DA REDE VIÁRIA E DOS TRANSPORTES	44
3.2.1 Rede Rodoviária	44
3.2.2 Rede viária principal	45
3.2.3 Rede viária secundária	46
3.2.4 Rede viária terciária	46
3.2.5 Rede rodoviária supra-local	46
3.3 TRANSPORTE DE PASSAGEIROS	49
3.3.1 Transporte rodoviário	49
3.3.2 Carris	49
3.4 CARACTERIZAÇÃO DO TRÁFEGO	52
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>59</b>
4.1 INTRODUÇÃO	61
4.2 MEDIÇÕES	61
4.2.1 Sistema de Ajuda à Exploração	61
4.2.2 Percurso	62
4.2.2 Período de análise	64
4.2.3 Capacidade de transporte	65
4.2.4 Trabalhos de campo	65
4.3 EXPERIÊNCIA	72
4.4 VARIAÇÃO DA VELOCIDADE MÉDIA DE CIRCULAÇÃO	79
4.5 CONCLUSÕES E CRÍTICAS	82
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>85</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b>	<b>85</b>
5.1 TRABALHO REALIZADO	87
5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	88
5.2.1 Integração de sistemas CML/Carris	88
5.2.2 Desafio da Qualidade	90

5.2.3	Autoridade para a Mobilidade	91
<b>APÊNDICES</b>		<b>93</b>
A1	REDE FERROVIÁRIA	95
A1.1	Caracterização	95
A1.2	Caminhos de Ferro Portugueses - CP e/ou REFER	95
A2	METROPOLITANO DE LISBOA - ML	97
A3	INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS PORTUÁRIOS E AEROPORTUÁRIOS	99
A4	CARREIRAS	101
A4.1	Carreiras Expresso	101
A4.2	Carreiras Suburbanas/linterurbanas	102
A4.3	CARREIRAS INTERNACIONAIS	103
A5	TRANSPORTE AÉREO	105
A6	TRANSPORTE DE MERCADORIAS	107
A6.1	Transporte rodoviário	107
A6.2	Transporte marítimo/fluvial	108
A6.3	Transporte aéreo	109
A7	AS POLÍTICAS AMBIENTAIS NA CIDADE E NA REGIÃO	111
A8	TEMPOS DE CIRCULAÇÃO	113
<b>REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA</b>		<b>123</b>



# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Sectores rodoviários da cidade de Lisboa.	7
Figura 2	Diagrama de blocos de controlo em cadeia fechada.	8
Figura 3	Central de comando de tráfego da Câmara Municipal de Lisboa.	15
Figura 4	Arquitectura física do sistema de controlo.	16
Figura 5	Representação simbólica dum troço da rede viária (analogia com uma garrafa).	17
Figura 6	Parque de estacionamento integrado.	21
Figura 7	Eléctrico rápido na Praça de Comércio em Lisboa.	23
Figura 8	Registo de acidente (seta a vermelho) através do sistema de televigilância e supervisão de tráfego.	31
Figura 9	Comunicações móveis (veículo para veículo). Exemplo de um aviso de colisão através de DSRC, 5,9 GHz.	34
Figura 10	Carta altimétrica da cidade de Lisboa.	39
Figura 11	Rede viária de Lisboa utilizada pela Carris.	45
Figura 12	Variação horária do tráfego (principais portas da cidade de Lisboa).	53
Figura 13	Balanço dos fluxos centrípetos e centrífugos num dia médio (30 postos de contagem de tráfego).	54
Figura 14	Principais portas da cidade de Lisboa. Os troços a vermelho indicam as artérias mais críticas para os transportes públicos.	55
Figura 15	Autocarro equipado com Sistema de Apoio à Exploração e Informação aos Passageiros (SAEIP).	62
Figura 16	Percurso da carreira 1 (Cais do Sodré/Charneca) em observação.	62
Figura 17	Comparação da variação horária do tráfego diário total e parcial (porta 32).	64

Figura 18	Débito da CT24 e a velocidade média de circulação no percurso Cais do Sodré/Campo Grande (SC) no dia 09/09/2002.	66
Figura 19	Débito da CT24 e a velocidade média de circulação no percurso Cais do Sodré/Campo Grande (SC) no dia 16/09/2002.	67
Figura 20	Débito da CT24 e a velocidade média de circulação no percurso Campo Grande/Cais do Sodré (CS) no dia 09/09/2002.	67
Figura 21	Débito da CT24 e a velocidade média de circulação no percurso Campo Grande/Cais do Sodré (CS) no dia 16/09/2002.	68
Figura 22	Débito da CT24 e a velocidade média de circulação no percurso total de ida e volta (CSC) no dia 09/09/2002.	68
Figura 23	Débito da CT24 e a velocidade média de circulação no percurso total de ida e volta (CSC) no dia 6/09/2002.	69
Figura 24	Distribuição de tráfego no itinerário em observação.	70
Figura 25	Relação velocidade de circulação do transporte público/intensidade de tráfego.	71
Figura 26	Fluxos horários de tráfego da CT24 e CT5.	73
Figura 27	Intensidade veículos cada 5 minutos "CT5 5Minutes" no dia 11/2/2003.	74
Figura 28	Indicador de dados de saída do sistema "MOUC089" Z:3 no dia 11/2/2003.	75
Figura 29	Intensidade veículos cada 5 minutos "CT5 5Minutes" no dia 12/2/2003.	76
Figura 30	Indicador de dados de saída do sistema "MOUC089" Z:3 no dia 12/2/2003.	76
Figura 31	Indicador de tempo de ciclo na zona Pombal no dia 13/2/2003.	77
Figura 32	Intensidade veículos cada 5 minutos "CT5 5Minutes" no dia 13/2/2003.	78
Figura 33	Indicador de dados de saída do sistema "MOUC089" Z:3 no dia 13/2/2003.	78

Figura 34	Variação da VMC percurso Sodré-Campo Grande (SC) nos dias 11/2/2003 12/2/2003 e 13/2/2003.	79
Figura 35	Variação da VMC percurso Campo Grande para Sodré (CS) nos dias 11/2/2003 12/2/2003 e 13/2/2003.	80
Figura 36	Variação da VMC percurso total de ida e volta (CSC) nos dias 11/2/2003 12/2/2003 e 13/2/2003.	81
Figura 37	Modelo conceptual de integração de sistemas CML/CARRIS.	89



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Comparação dos ganhos obtidos com a instalação do módulo prioridade.	19
Tabela 2	Custos externos dos transportes urbanos (Euros por milhar de passageiro/km).	27
Tabela 3	Transporte público–benefício potencial para os não utilizadores (em percentagem do Produto Nacional Bruto, PNB).	27
Tabela 4	Custos externos e de infra-estruturas (em euros) de um trajecto de 100 km de um veículo pesado numa auto-estrada não congestionada.	28
Tabela 5	Custos e encargos (em euros) de um trajecto de 100 km de um veículo pesado numa auto-estrada não congestionada com portagem .	29
Tabela 6	Terminais de rede da Carris.	50
Tabela 7	Comparação dos volumes de tráfego (entradas e saídas).	53
Tabela 8	Localização dos postos de contagem principais.	56
Tabela 9	Análise do parque automóvel com base nos fluxos diários.	57
Tabela 10	Análise diária dos fluxos de tráfego de entrada e saída.	57
Tabela 11	Distâncias por troço do percurso em observação.	63
Tabela 12	Exemplo de tempos de circulação, tempos comerciais e número de paragens observadas na carreira 1.	66
Tabela 13	Coefficiente de correlação entre a variação horária de tráfego e a velocidade média.	69
Tabela 14	Contagens Direcçionais (hora ponta da manhã).	70
Tabela A4.1	Entrada e saída de passageiros.	101
Tabela A4.2	Entrada e saída de viaturas.	101
Tabela A4.3	Terminais e origens das empresas.	102

Tabela A4.4	Circulação e passageiros em horas de ponta.	103
Tabela A5.1	Tráfego de passageiros.	105
Tabela A6.1	Movimento de carga (ton.).	109
Tabela A8.1	Tempos de circulação da Carreira 1 no sentido Cais do Sodré/Campo Grande.	113

# CAPÍTULO 1



## 1 INTRODUÇÃO



## 1.1 INTRODUÇÃO

Entre os grandes desafios para a modernização da cidade e para a melhoria das condições de vida dos lisboetas, sobressai melhorar a mobilidade e as acessibilidades, designadamente na área central da cidade e na sua coroa periférica.

É fundamental, que sejam considerados os custos da capitalidade. Lisboa foi esquecida durante décadas pela Administração Central. É muito grande a desproporção entre os recursos investidos e os problemas existentes, nomeadamente no domínio das acessibilidades e dos transportes. A sobrecarga para a cidade das actividades de âmbito nacional deve ser suportada por recursos nacionais. Não é menos importante considerarmos a dimensão metropolitana de Lisboa. A interdependência entre Lisboa/cidade e a Região é de ter em conta. É tempo de corrigir as graves distorções criadas, ao longo dos anos, nos domínios da distribuição das actividades, do emprego e da habitação. É tempo de encontrar as melhores soluções para a carência de transportes e de equipamentos sociais. Lisboa não pode continuar a configurar-se apenas como o centro do emprego, esvaziando-se de habitação. Os concelhos limítrofes não podem funcionar quase exclusivamente como dormitórios. Esta é a forma como, perante as tradicionais dificuldades dos transportes públicos, se chega ao congestionamento diário dos acessos à cidade.

Como em todas as cidades do mundo, a totalidade ou pelo menos uma parte importante do transporte público urbano utiliza a via pública. O transporte de superfície tem como inconveniente fundamental relativamente ao metropolitano, o facto de se ver afectado seriamente pelas dificuldades gerais da circulação, apesar das medidas que podem ser tomadas em seu favor.

A velocidade comercial é talvez a característica que mais atrai o utente do transporte público e que mais qualifica a eficácia deste meio nas deslocações urbanas. Depende também das paragens de tomada e largada de passageiros, que não podem ser muito distanciadas para que se cumpra bem a função de aproximar os passageiros dos locais de destino.

O tempo total da viagem entre origem e destino depende não só da velocidade mas também da distância entre paragens e da frequência. Quando se trata de eleger um de entre vários modos de transporte colectivo, os utentes dão ao tempo gasto um valor monetário (aproximadamente metade do preço/hora médio, [1]). Em Paris foram obtidas curvas de afectação modal segundo o distrito de residência, [2]. A margem de clientes visados é

constituída principalmente pelos activos motorizados que trabalham no centro da cidade. São aqueles que, às horas de ponta, hesitarão em usar o seu automóvel na totalidade do trajecto. Constatou-se que a percentagem de utentes que utilizam o transporte público em detrimento do transporte privado aumenta em 10% quando a diferença entre os tempos gastos, no mesmo percurso, pelo transporte público e pelo privado decresce 10 minutos. Apesar da imperfeição e das variáveis utilizadas na análise (não integram factores explicativos tais como os elementos de desconforto dos actuais transportes públicos, custo desfavorável relativamente ao automóvel) conclui-se claramente que os utilizadores motorizados são sensíveis a uma melhoria do transporte público e a uma diminuição do serviço efectuado pelo seu automóvel. Para melhorar a velocidade comercial, há que actuar sobre todos os factores que têm influência no tempo total da viagem, não perdendo de vista as características funcionais do transporte colectivo. É indispensável que a exploração do sistema de transportes se realize da forma mais económica e que as paragens sejam dotadas de abrigos e zonas de estadia. A frequência e a regularidade das linhas são índices muito representativos da qualidade de serviço. A capacidade de uma linha de transporte público depende, entre outros factores, das dimensões dos veículos, frequência, velocidade e do grau admissível de ocupação. As dificuldades de circulação do transporte público e os congestionamentos diários nos acessos à cidade constituem um dos mais pesados constrangimentos ao desenvolvimento económico, ao bem-estar social e à qualidade de vida urbana. No caso dos transportes de superfície, a sua velocidade está condicionada pela saturação das vias. A velocidade comercial dos transportes públicos urbanos rodoviários em cidades como Munique, Estocolmo, Glasgow, Copenhaga é superior a 20 Km/h, [1], enquanto que em Lisboa, estudos recentes efectuados pela carris indicam velocidades inferiores a 15 Km/h.

## **1.2 MOTIVAÇÃO / ENQUADRAMENTO**

A população mundial continua a crescer e a concentrar-se nos grandes centros urbanos, num espaço cada vez mais escasso e num ambiente que é determinante para a saúde. Comparando os dados dos últimos 25 anos, verificamos que a população da Área Metropolitana de Lisboa cresceu perto de 18%, [3]. Apesar do aumento verificado no total, a redução da população

residente chegou a ser de 50% nas freguesias mais afectadas por este fenómeno de êxodo populacional. Esta tendência de desertificação resulta de um conjunto relativamente alargado de factores amplamente conhecidos (como é o caso do custo da habitação, das condições de segurança e do próprio ordenamento do espaço urbano). Neste contexto importa realçar, fundamentalmente, a pressão automóvel como factor determinante dessa mesma tendência. Com efeito, as questões de acessibilidade, circulação e estacionamento de viaturas na cidade de Lisboa condicionam a capacidade da cidade para atrair e fixar população e constituem simultaneamente resultado e factor de agravamento da tendência de migração da população para os concelhos periféricos, alimentando um ciclo vicioso da desertificação.

Encontramo-nos perante um padrão de mobilidade que tem vindo a acentuar a sua dependência das viagens motorizadas com o recurso à utilização do transporte individual. Para uma população residente de perto de 2,6 milhões de habitantes, realizam-se diariamente cerca de 4,9 milhões de viagens, sendo 76% viagens motorizadas enquanto 24% são viagens a pé. Verifica-se ainda, que num período de 25 anos, o crescimento da taxa de motorização em 92%, o crescimento do número de viagens motorizadas por habitante/dia em 17% e a diminuição das viagens em transporte colectivo em 3%, [3].

### **1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA**

Na região de Lisboa, a concentração das actividades políticas, económicas e administrativas e a sobreposição de funções regionais, nacionais e internacionais, criaram uma procura de transporte elevada e complexa. As viagens caracterizam-se de forma diferente consoante os motivos que as determinam. O motivo trabalho gera um grande número de viagens e, dado que existe muito pouca diferenciação nos horários praticados na Região, resulta uma concentração forte de tráfego no início da manhã e no final da tarde originando as chamadas “pontas de tráfego”.

A opção pelo transporte privado diminui a capacidade do transporte de passageiros e agrava as condições de fluidez, penalizando a velocidade média de circulação, [4, 5]. Por exemplo, em arruamentos com apenas uma pista de trânsito podemos encontrar, por hora, 1.155 veículos

ligeiros e 30 autocarros. Estamos em presença de uma corrente veicular de 1.200 veículos/h se admitirmos uma equivalência autocarro-veículo ligeiro de 1,5. Considerando uma ocupação média de 1,5 passageiros por veículo ligeiro e de 40 por autocarro serão transportados por hora 2.932 passageiros. Utilizando apenas veículos ligeiros a corrente veicular possível, para a mesma via, seria no máximo de 1.800 veículos/h baixando, contudo, o número de passageiros transportados para 2.700 por hora. Baseando-nos nos Processos de Poisson, [6, 7, 8, 9, 10], para modelizar a ocorrência de intervalos veiculares superiores a 6 segundos (tempo mínimo de segurança para um peão atravessar um arruamento) constatamos que para a corrente veicular de 1.200 veículos/h a probabilidade de ocorrência é de 13,5 % enquanto que para a de 1.800 veículos/h, os intervalos veiculares superiores a 6 segundos descem para 5 % agravando as condições de circulação e de segurança. Urge, assim, favorecer o transporte público face ao individual melhorando a sua oferta e qualidade.

O controlo de tráfego da cidade de Lisboa é, desde 1985, realizado através do sistema semafórico GERTRUDE (Gestão Electrónica de Regulação do Tráfego Rodoviário Desafiando os Engarrafamentos, [11]). O sistema GERTRUDE é uma ferramenta importante na defesa qualidade de vida urbana. Para a melhoria da velocidade de circulação dos transportes públicos, nas zonas de instalação mais recentes, o sistema já integra um módulo de ajuda à exploração dos transportes públicos de superfície que dá prioridade à passagem dos autocarros. A velocidade de circulação não é, contudo, utilizada como parâmetro de realimentação do sistema de controlo.

Podemos questionar-nos se será possível manter a velocidade de circulação do transporte público próxima de um valor desejado (20 km/h), através do controlo do fluxo do transporte individual em cada um dos principais sectores rodoviários de aproximação à cidade. Isto é, “abrindo” mais ou menos a porta que comanda a entrada. A Fig. 1 mostra esquematicamente os principais eixos de penetração na cidade de Lisboa.

Suponhamos que ao detectar pequenos desvios de velocidade, o operador do sistema “abre” ou “fecha” exageradamente as portas de acesso do transporte individual ou se atrasa consideravelmente entre a detecção da perturbação e a ordem de controlo das portas. Nestes casos, a velocidade do transporte público (variável a controlar) poderá apresentar oscilações com prejuízo para a fluidez do tráfego que pretendemos melhorar.

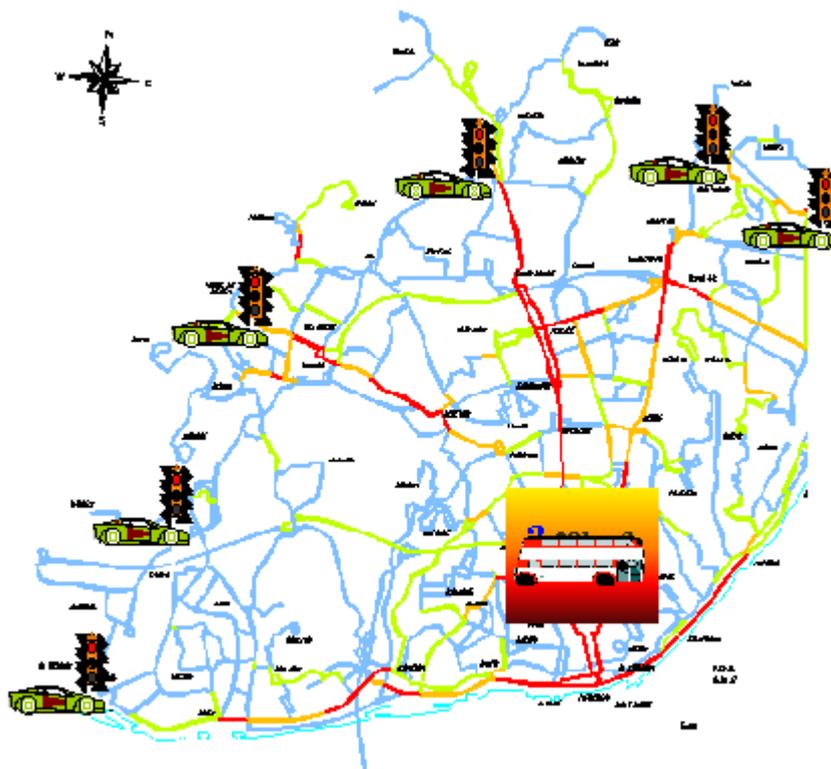


Figura 1 Sectores rodoviários da cidade de Lisboa.

Estamos perante um problema de optimização no processo de recuperação da qualidade de serviço uma vez que as medidas restritivas de redução do fluxo de transporte individual serão proporcionais aos aumentos de velocidade do transporte público. Para o representar podemos utilizar o diagrama de controlo em cadeia fechada esquematizado na Fig. 2.

Neste diagrama verifica-se a existência de realimentação ou retroacção uma vez que o sinal de saída (velocidade efectiva do transporte público) influencia o sinal de comando de entrada (fluxo de transporte individual). A sua introdução tem vantagens e inconvenientes, [12]. A realimentação pode estabilizar um sistema que, em cadeia aberta, seria instável ou tornar o sistema menos sensível aos efeitos das perturbações externas ou a variações de parâmetros internos podendo originar instabilidade associada a altos ganhos e atrasos.

O objectivo deste trabalho é minimizar, na cidade de Lisboa, a pressão imposta pela circulação automóvel no transporte colectivo de superfície.

São consideradas três alavancas fundamentais no processo de desenvolvimento:

- i) Influência do tráfego urbano proveniente das portas da cidade sobre a velocidade média do transporte público de superfície.
- ii) Limites de taxas de entrada de tráfego que permitam velocidades competitivas de

circulação para o transporte público.

- iii) Medidas a implementar para a melhoria da velocidade de circulação dos transportes urbanos de superfície na cidade de Lisboa.

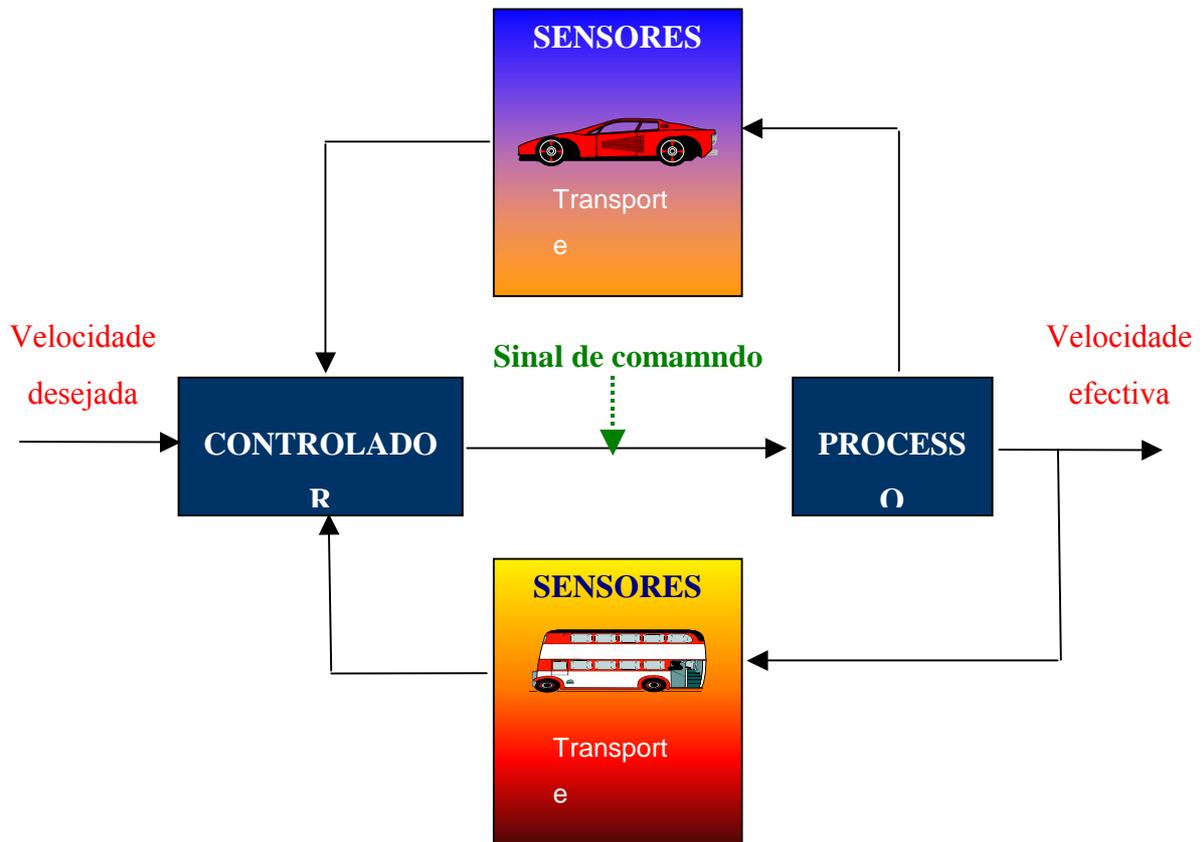


Figura 2 Diagrama de blocos de controlo em cadeia fechada.

## 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está dividida em cinco capítulos. Após a introdução, surge o capítulo 2 que apresenta as medidas, instrumentos e componentes de um sistema de controlo de trânsito urbano.

O capítulo 3 concentra a informação que nos leva à caracterização e identificação do tráfego em Lisboa caracterização geomorfológica da cidade, estrutura da rede viária e de transportes, evolução do tráfego e sua modelação ao longo do dia.

O capítulo 4 foca o trabalho de campo realizado e contém as contribuições originais desta tese. Determina-se a relação entre a intensidade de tráfego e a velocidade média de circulação do transporte público de superfície, com o recurso às medições efectuadas no Sistema de Controlo Semafórico da Câmara Municipal de Lisboa (GERTRUDE) e no Sistema de Ajuda à Exploração e Informação aos Passageiros (SAEIP) da Companhia Carris de Ferro de Lisboa, concessionária dos transportes colectivos de superfície da cidade de Lisboa. Em posse de todas as técnicas de caracterização, passa-se ao estudo pormenorizado e estabelecem-se os fluxos admissíveis de transporte individual nas portas de acesso à cidade de Lisboa, necessários a que os transportes públicos possuam uma velocidade média de circulação acima de um valor de referência. É levada a efeito uma experiência com o recurso ao controlo de uma das portas principais da cidade e é comprovado o efeito de regulação na velocidade média de circulação do transporte público de superfície.

O capítulo 5 termina a dissertação e contém as conclusões do trabalho realizado e desenvolvimentos futuros. Tendo em vista a melhoria da velocidade de circulação do transporte público de superfície, é proposto um modelo conceptual de integração dos sistemas da área das operações da Carris e do controlo de tráfego da Cidade.



## CAPÍTULO 2



## 2 MEDIDAS, INSTRUMENTOS E COMPONENTES DE UM SISTEMA DE CONTROLO DE TRÂNSITO URBANO



## 2.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo propomo-nos proceder à análise das medidas, instrumentos e componentes de um sistema de controlo de trânsito urbano.

Os grandes centros urbanos têm características específicas: uma grande concentração espacial, elevado número de pessoas, bens e serviços e enormes volumes de tráfego. No meio urbano apresentam-se condicionalismos que do ponto de vista do peão dificultam a sua visibilidade nomeadamente o estacionamento incorrecto de veículos em cima de passeios ou em segunda fila. Nas avenidas a circulação torna-se mais complexa, devido à saturação das vias, gerando impaciência e desrespeito pelas regras de trânsito. O crescimento do parque automóvel e a falta atempada de respostas do sistema regional e urbano de transportes têm levado ao recurso crescente ao automóvel, registando-se às horas de ponta da manhã e da tarde, em Lisboa, mais de 500.000 deslocações de viaturas particulares.

O aumento dos trajectos amplifica o congestionamento da circulação urbana. Todos conhecemos os desagradáveis engarrafamentos nas vias de acesso, as dificuldades de estacionamento, os trajectos fatigantes, a poluição e o “stress”. As condições de vida degradam-se, acelerando-se a migração dos habitantes para a periferia. A dispersão na periferia torna o transporte público menos atractivo e a viatura particular quase indispensável.

Se a mobilidade das pessoas deve ser facilitada, não pode ser senão na perspectiva de assegurar um desenvolvimento que privilegie a qualidade de vida na região e na cidade, levando-nos certamente a repensar comportamentos ou escolhas, como o da localização da casa de viver, do emprego ou da utilização dos modos de transporte. Assim, consideramos que não existirá uma solução simples para o problema da mobilidade que se coloca à região de Lisboa, mas será necessário um conjunto coerente de acções que influenciem as estruturas urbanas e os modos de transporte.

A resposta adequada aos problemas e necessidades sociais de transportes deve decorrer de uma ponderação, integrada e articulada, das infraestruturas, dos serviços, dos equipamentos versus ocupação do solo. Na realização, em Lisboa, da EXPO 98, só uma tomada de consciência geral de opção clara pelo transporte público evitou que se provocasse o colapso da rede viária envolvente e se perturbasse o normal funcionamento da cidade.

Lisboa, face à dupla capitalidade (nacional e metropolitana), apresenta necessidades óbvias de dimensionamento das suas infraestruturas, equipamentos, redes e serviços muito superiores às

necessidades específicas municipais, [13]. Estão em curso acções de relevo nas áreas de: gestão urbanística, transportes, rede viária, gestão da circulação e controlo semafórico, televigilância, supervisão do tráfego e segurança rodoviária.

A efectiva protecção dos cidadãos em matéria de segurança rodoviária dependerá de campanhas de sensibilização, divulgação e esclarecimento das regras e normas de circulação urbana e do comportamento dos peões na via pública. Deve continuar a dotar-se a cidade de infraestruturas que visam a segurança dos utentes de mobilidade reduzida e dos invisuais, nomeadamente a instalação de sinais acústicos nas passagens de peões com semáforos, detectores de presença e novas tecnologias com LEDS na sinalização de aviso ao condutor, [14, 15].

Os erros de gestão urbanística e ordenamento do território na Área Metropolitana de Lisboa levam gerações a reparar. Mesmo criadas as condições para uma relativa normalidade no funcionamento da cidade, a tendência de crescimento da mobilidade na Região vai obrigar as Autoridades a constatar a falta de resposta do sistema de transporte colectivo na envolvente da cidade de Lisboa. Põe-se ainda o problema de saber se para além do utilizador directo do transporte público, e que dele beneficia, existem outros beneficiários. Colocar-se-á a questão sobre quem e como devem incidir os custos externos dos transportes públicos e benefícios para os não utilizadores. É uma questão controversa cuja abordagem é técnico-política.

As medidas indispensáveis à concretização da restrição à circulação e ao estacionamento, por serem complementares, deverão ser pensadas em simultâneo. Deverão contemplar:

- Expansão do sistema de controlo semafório a todas as portas da cidade, controlando zonas como o Lumiar, o Campo Grande, Benfica, Sete Rios, Hospital Sta. Maria, Cidade Universitária, Areeiro, Praça do Chile, Anjos, Sta Apolónia, Amoreiras, Campo de Ourique e São Bento.
- Implementação do módulo “prioridade ao transporte público”, em todas as zonas em funcionamento, aproveitando os avanços tecnológicos da detecção automática de veículos.
- Introdução de mecanismos que garantam maior disciplina de estacionamento no interior da cidade. Nomeadamente recurso a bloqueadores de rodas, elementos fundamentais numa política de dissuasão às infracções ao código da estrada. Criação de zonas de estacionamento para residentes e perímetros de acesso exclusivo a residentes e comerciantes.

- Um novo conceito de intermodalidade através da interligação entre o transporte individual e o colectivo, entre vários modos de transporte colectivo, ou mesmo, recorrendo à partilha do transporte individual.
- Aceitação de uma taxa efectiva e equilibrada que ajude a cumprir os objectivos de diminuir os congestionamentos, [16], introduzindo melhorias na segurança rodoviária e minimizando as perturbações ambientais (efeito de estufa). As suas receitas poderão ser utilizadas na construção de novas infraestruturas, [17].

Vamos passar à apresentação mais pormenorizada de cada medida, instrumento ou componente do sistema de controlo do trânsito urbano.

## 2.2 SISTEMA DE CONTROLO SEMAFÓRICO EM LISBOA



Figura 3 Central de comando de tráfego da Câmara Municipal de Lisboa.

O sistema de gestão e controlo de tráfego, GERTRUDE, é um sistema centralizado, em tempo real, modular e hierárquico, assumindo-se como o grande defensor da cidade nas zonas em

funcionamento. Na Fig. 3 mostra-se uma vista panorâmica da Central de Comando de Tráfego da Câmara Municipal de Lisboa e na Fig. 4 esquematiza-se a sua arquitectura física.

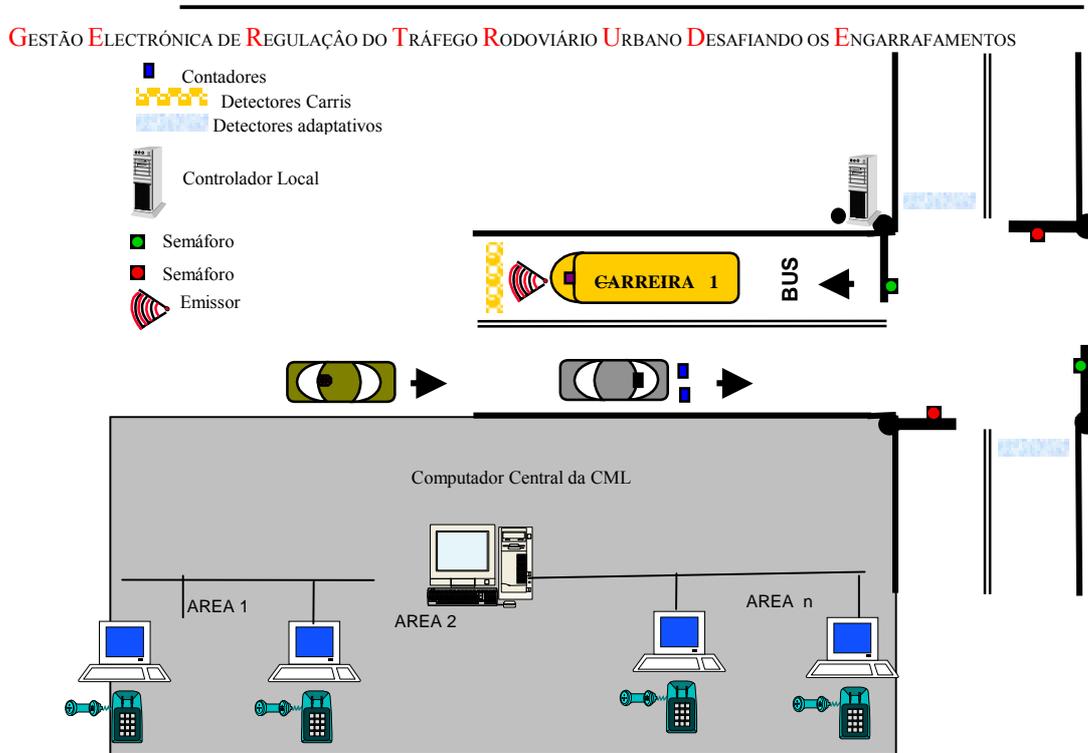


Figura 4 Arquitectura física do sistema de controlo.

O sistema de controlo semafórico GERTRUDE, está adaptado às características de funcionamento da cidade de Lisboa. Responde às necessidades e opções definidas, constituindo um laboratório vivo de indicadores de mobilidade da cidade, [18].

A estratégia de actuação do sistema é a que a seguir se indica::

- Deixar penetrar no cruzamento o volume de tráfego que este está em condições de aceitar.
- Quando a solicitação se torna excedentária, o computador é informado em tempo real, actuando de imediato nos algoritmos de controlo do sistema.
- A rede viária é decomposta em pares de troços deficitários/excedentários para efeitos de aplicação das estratégias de controlo.

A representação simbólica dum troço da rede viária e sua analogia com uma garrafa está visível na Fig. 5.



Figura 5 Representação simbólica dum trecho da rede viária (analogia com uma garrafa).

A estratégia de controlo funciona a dois níveis, [16, 19, 20].

-No primeiro nível encontramos a selecção, em tempo real, do programa de tráfego mais conveniente (nível dos fenómenos previsíveis). Neste nível o sistema determina o ciclo óptimo, para cada zona, tendo por base os coeficientes característicos dos arruamentos, o tempo de base do ciclo anterior e as informações em tempo real dos detectores de saturação e contagem localizados estrategicamente.

-No segundo nível o programa pode ser adaptado às necessidades de cada evento, em função de parâmetros obtidos mediante os detectores de filas de espera, adaptatividade, prioridade aos transportes públicos e veículos de bombeiros.

No sistema de controlo utilizado cada ficheiro de cruzamento é composto por várias sequências estruturadas em função do diagrama de sinais instalado no controlador local. A leitura é sequencial. O estado em que se encontra o diagrama valida, em tempo real, a situação do ficheiro.

Passamos a exemplificar sumariamente a estratégia do algoritmo que dá prioridade ao transporte público, limitando simultaneamente o débito do transporte individual. Consideremos a sequência  $\Omega$  onde estão programados os tempos de verde dos semáforos  $A(TI)$ ,  $B(BUS)$  e  $P(PEÃO)$  e a sequência  $\Phi$  onde estão apenas programados os tempos dos semáforos  $B$  e  $P$ . Se um detector de fila de espera, localizado a jusante do semáforo  $A$ , estiver presente (actuado) para além de  $t$  segundos (programável), é activada a contagem do contador duração de saturação (CDS). Logo que ausente (não actuado) o contador fila de espera (CFE) é actuado. Se  $CDS=0$  e  $CFE \leq 240$  segundos activa-se o algoritmo de reportabilidade progressiva que transporta o tempo programado na sequência  $\Omega$  para a sequência  $\Phi$ . Com esta acção estaremos incrementar o tempo de verde dos transportes públicos e ao mesmo tempo a diminuir o tempo dado ao transporte individual.

## 2.3 MÓDULO DE PRIORIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO

O Módulo Prioridade ao Transporte Público está integrado no sistema GERTRUDE. Compreende software adicional nas acções de microregulação e ligações aos detectores de prioridade instalados na via pública.

Nos dias 17 e 30 de Abril de 2002, realizaram-se medidas de tempos de percurso de veículos nas zonas EXPO e ROTUNDA abrangidas pelo sistema de controlo de tráfego antes e depois da instalação do Módulo Prioridade ao Transporte Público e os resultados obtidos analisados. O reconhecimento veicular foi feito através de emissores de fraca potência instalados sob os autocarros. O tempo de percurso foi estimado com base no tempo que o autocarro leva do ponto de detecção à linha de stop, utilizando o indicador de fluidez (normal, denso ou saturado).

Após a detecção e conhecida a localização do veículo e a situação de tráfego na zona, o Módulo Prioridade ao Transporte Público acciona os algoritmos que vão condicionar a gestão semaforica à passagem dos autocarros. O sistema recolhe todos os segundos os autocarros que se aproximam dos cruzamentos com potencial ajuda. São referenciados todos os semáforos envolvidos nesta tarefa, bem como as sequências nos diagramas de cada cruzamento em que começa ou acaba a fase atribuída à passagem dos autocarros. Determinam-se os tempos máximos de prolongamento ou antecipação da fase em análise e, tendo em consideração o prolongamento ou a antecipação do tempo de verde, definem-se os algoritmos para a passagem do autocarro, no tempo normal de verde do semáforo.

Em termos práticos estamos em presença de um processo que consiste em sacrificar a entrada de uma percentagem de veículos numa determinada zona da cidade, sempre que aparece um autocarro nas condições de pedir a intervenção do sistema. A decisão de ajuda depende da informação de não existência de filas de espera relacionadas com as sequências ou fases a sacrificar. O módulo vai introduzir uma alteração significativa nas coordenações (onda verde) calculadas, antecipadamente, para a optimização dos fluxos do transporte individual correspondendo-lhe uma atenuação nos débitos no ciclo em que a ajuda foi consumada. A penalização é equivalente à que se pode determinar com recurso aos processos “Birth and

Death”(cadeias de Markov em tempo contínuo), resultante da instalação duma passagem de peões na rede viária, [6, 21].

No que se segue apresentamos os resultados obtidos durante o estudo e faremos a sua análise.

Testes de eficácia

*Linha* 19 (ida e volta)

*Percurso:* Av. Gago Coutinho » Rotunda do Relógio » Av. Marechal Gomes da Costa » Av. Infante D. Henrique » Moscavide ( Terminal )

*Pontos de medida* 32

O ganho global obtido com a introdução do Módulo Prioridade ao Transporte Público foi de 7% nas condições referidas.

A rede viária existente foi planeada e construída tendo em conta a carga de tráfego previsível para a EXPO (150.000 visitantes/dia). É importante notar que a carga de tráfego nestas zonas da cidade não é muito significativa após o final da exposição universal. Os transportes públicos nesta zona beneficiam de boas condições de circulação. A ajuda do sistema de regulação, em tempo real, não é tão notória como seria de prever numa outra zona onde existissem maiores problemas de circulação.

Tabela 1 Comparação dos ganhos obtidos com a instalação do módulo prioridade.

Percurso		ida	volta
	Duração	1423 s	1448 s
Tempo Médio de	(sem ajuda GERTRUDE)		
Percurso	Duração	1355 s	1343 s
	(com ajuda GERTRUDE)		
	Média	68 s	105 s
Ganho	Percentagem	5%	8%
Ganho global		<b>7 %</b>	

Em zonas centrais, onde as condições de circulação para o transporte público não são tão favoráveis, haverá necessariamente maior solicitação ao Módulo Prioridade ao Transporte Público sendo previsível ganhos de velocidade de ordem superior com a sua instalação.

## **2.4 CONTROLO DO ESTACIONAMENTO**

A política da oferta de estacionamento, considerada uma das principais componentes de uma política integrada para o sistema de transportes da cidade, não tem vindo a produzir os impactos pretendidos na inversão da tendência da maior utilização do transporte individual, nomeadamente no que se refere a deslocações pendulares provenientes de concelhos limítrofes, [22]. Comparando as repartições de estacionamento na via pública e parques em Lisboa com a de outras cidades, constata-se que Lisboa está sub-equipada em parques e silos automóveis. A maioria dos habitantes motorizados não dispõe de uma garagem para estacionar o seu veículo, sendo obrigado a fazê-lo na via pública, o que, em zonas densamente urbanizadas, conduz à invasão de todos os espaços disponíveis na via pública e fora dela, impedindo muitas vezes, serviços públicos essenciais de funcionarem (caso dos camiões do serviço de higiene e limpeza, bombeiros, etc.).

O sistema de estacionamento, nas zonas residenciais de grande densidade urbanística, atingiu a saturação. Esta situação é ainda agravada pelo tráfego penetrante. São necessários mecanismos que garantam maior disciplina de estacionamento no interior da cidade e a disponibilização de informação (variável) sobre a capacidade de estacionamento disponível nos principais parques de estacionamento da cidade. O problema mais grave na disciplina de estacionamento no interior da cidade é a execução, pela fiscalização, das penalizações previstas para os infractores. Em Lisboa já começaram a ser utilizados os bloqueadores de rodas (clamps), considerados como elementos fundamentais na dissuasão às infracções do código da estrada.

No que respeita à disponibilização de informação variável sobre a capacidade de estacionamento disponível em cada momento, propõe-se a instalação nos principais parques da cidade de sistemas de controlo de capacidade, que permitam a disponibilização dessa

informação aos automobilistas, quer via canais remotos (telefone e Internet), oferecendo eventualmente a possibilidade de reserva de lugar, quer via painéis de mensagem variável colocados em pontos estratégicos da via pública conforme esquematizado na Fig. 6.

Ao mesmo tempo que se pretende reduzir a congestão automóvel causada por automobilistas em busca de um lugar de estacionamento, promove-se simultaneamente a utilização dos parques de estacionamento.

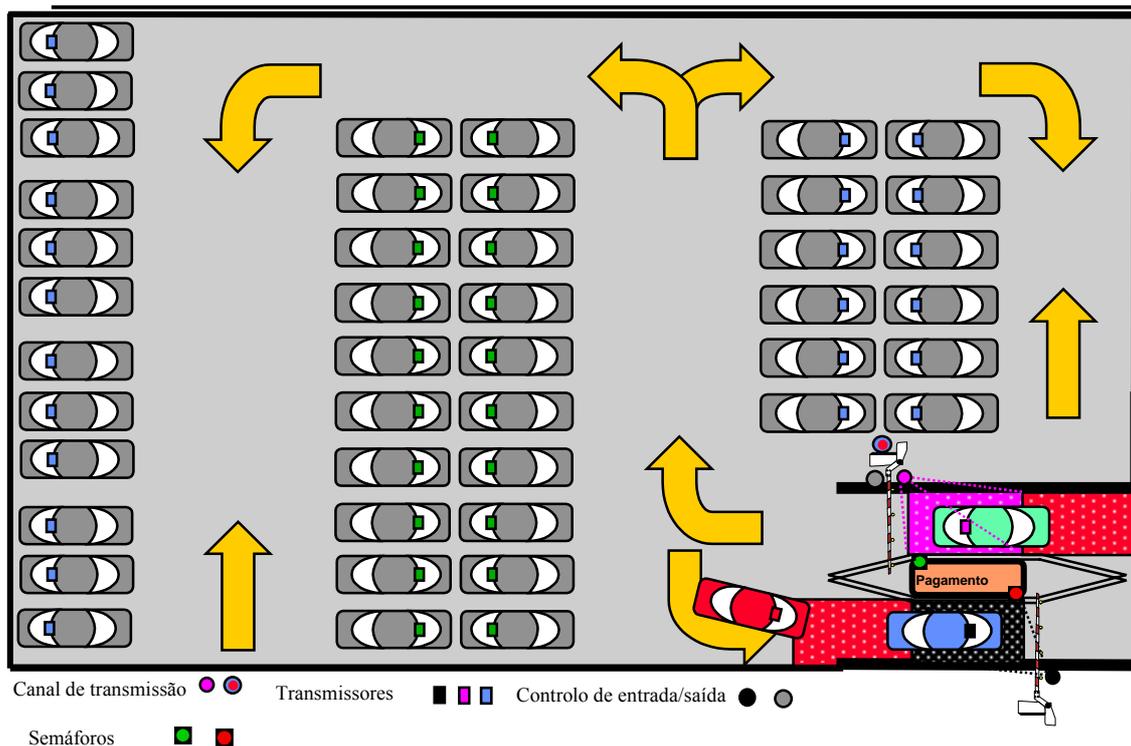


Figura 6 Parque de estacionamento integrado.

## 2.5 INTERMODALIDADE

A intermodalidade no âmbito das deslocações motorizadas pode ser vista através da interligação entre transporte individual e transporte colectivo, ou entre vários modos de transporte colectivo. A utilização, na cadeia de deslocação, dos modos de transporte individual e colectivo apresenta a vantagem de proporcionar aos seus utilizadores a flexibilidade e percepção de controlo de tempo para a deslocação ou parte da deslocação não

pendular, efectuada em transporte individual, enquanto que no troço da deslocação pendular pode beneficiar de uma maior rapidez e menor custo de deslocação.

Na Área Metropolitana de Lisboa existem algumas situações de êxito deste tipo de intermodalidade. Os parques de estacionamento nos interfaces das estações de comboio da margem sul apresentam taxas de ocupação superiores a 80%. Nas restantes linhas ferroviárias suburbanas são ainda necessários grandes investimentos para se garantir a acessibilidade necessária ao estabelecimento de uma adequada intermodalidade entre os vários modos de transporte.

Os interfaces entre o transporte individual e o transporte colectivo rodoviário não se podem restringir apenas à criação de um parque de estacionamento para automóveis onde se iniciarão as carreiras de autocarros. A criação de um parque de grande capacidade no Estádio Nacional, no âmbito das acções do dia da cidade sem carros “22 de Setembro”, mostrou-se negativa apesar de ter sido implementado um corredor na A5 até ao terminal no Marquês de Pombal que assegurava que o utilizador do veículo particular realizasse a viagem com rapidez (garantia do tempo de deslocação) e ficasse perto do destino final. Torna-se necessário criar condições de segurança, ao mesmo tempo que se criam serviços de restauração e outros que sirvam de âncora ao sucesso da operação. Numa primeira fase é indispensável uma reorganização das empresas rodoviárias, com redes de Metro Ligeiro e numa segunda fase, uma melhor intermodalidade entre os diferentes modos de transporte. Há que alterar de alguma maneira a repartição entre o transporte público e o transporte individual, no sentido de actuar e de se conseguir operacionalizar uma melhor integração dos dois tipos de transporte.

A estrutura da rede viária é planeada para aumentos significativos dos volumes de circulação e de estacionamento. A expansão do território ocupado e sua fragmentação provocada pelo aumento das acessibilidades rodoviárias, têm contribuído para acentuar a dependência face ao automóvel, diminuindo a qualidade de vida urbana nas diferentes aglomerações à volta de Lisboa e na própria cidade. Das opções que devem ser tomadas para contrariar esta tendência e alterar a estrutura de deslocações motorizadas no sentido de maior utilização do transporte público ressaltam opções imediatas como por exemplo: alteração do sistema tarifário de forma a torná-lo mais simples e mais acessível; e opções estratégicas que incluem redução da dependência da utilização do automóvel e aumento da eficiência das redes de transporte público.

Nos últimos 15 anos, destacam-se as cidades francesas de entre as cidades europeias que têm feito um esforço para corrigir os actuais padrões de mobilidade gerados pela excessiva

utilização do automóvel face ao transporte colectivo. Os diagnósticos e propostas de planos de mobilidade têm permitido a reformulação das redes de transporte colectivo urbanas e peri-urbanas que, a pouco e pouco, vão invertendo as características das deslocações. Dentro dos vinte e dois projectos de aplicação de sistemas de capacidade intermédia em França, os seguintes casos permitem evidenciar a importância dos metros ligeiros de superfície na política de mobilidade:

- Paris, Ile de France (duas linhas de metro ligeiro, em sítio próprio, com 20,4 Km).
  - 1ª linha (Bobigny/S.º Denis), 9 km, tráfego diário de 83.000 passageiros e velocidade comercial de 17 Km/h.
  - 2ª linha (La Défense/Issy les Moulineaux), 11,4 km, tráfego diário de 63.000 passageiros e velocidade comercial de 32 Km/h.
- Nantes com três linhas de eléctricos, em sítio próprio, 35 km, tráfego diário acima dos 325.000 passageiros.
- Bordéus com três linhas de metro ligeiro, em construção, num total de 43 km.



Figura 7 Elétrico rápido na Praça de Comércio em Lisboa.

Analisada a resposta do sistema de transporte colectivo na envolvente da cidade de Lisboa e na própria cidade (nas coroas de transição e periférica) reconhece-se que os sistemas de capacidade intermédia (eléctrico rápido ou metro ligeiro de superfície, ver Fig.7) são a solução

económica que permite enquadrar objectivos ao nível do ordenamento do território e do aumento da rentabilidade do transporte colectivo no espaço geográfico da Área Metropolitana de Lisboa.

A actual hierarquia da rede de transporte público está incompleta. A estrutura da rede não é suficiente para responder com versatilidade aos actuais padrões de mobilidade da periferia para o centro e periferia para a periferia. Faltam os sistemas de capacidade intermédia de que é exemplo o modo eléctrico. É preciso diminuir os tempos e a energia gastos nas deslocações (obrigatórias ou não) cobrindo territorial e temporalmente a Área Metropolitana de Lisboa com eixos de metro ligeiro que permitam maior regularidade e maiores níveis de serviço, quer nas ligações directas quer com transbordo.

A modificação da paisagem urbana, com menores volumes de circulação automóvel e a partilha do espaço urbano com modos alternativos ao automóvel (incluindo o modo a pé) constituem objectivos de qualidade de vida urbana. São exemplo, os traçados de metro ligeiro de superfície cujos estudos prévios, nalguns casos ao nível de ante-projecto, estão em curso:

- Falagueira – Rego – S<sup>ta</sup>. Apolónia
- Alcântara – Rego - Aeroporto
- Algés – Loures (envolvente imediata)

Aqueles traçados irão permitir fechar o sistema de transporte público pesado e semi-pesado, bem como fazer evoluir as redes de autocarros para níveis de serviço mais atractivos nas redes urbana e periurbana.

#### *Falagueira – Rego – S<sup>ta</sup>.Apolónia*

A directriz principal do eixo é transversal à cidade na direcção Este/Oeste e permite fechar as redes radiais de metro e comboio, na coroa de transição da cidade. Atravessa alguns dos eixos viários da cidade onde se concentram pares Origem/Destino mais procurados (zonas residenciais e pólos de emprego). Para a rede de metro ligeiro de superfície, esta directriz permite interfaces com o metropolitano e com o comboio. As potencialidades de transferência modal do transporte individual para o transporte colectivo aumentam com a sua passagem em diversos parques de estacionamento construídos nas circulares interiores da cidade de Lisboa (coroa periférica entre Falagueira e Rego e coroa de transição entre Rego e Sta Apolónia).

### *Alcântara – Gare do Oriente*

A directriz principal do eixo é transversal à cidade na direcção Sul/Norte e permite fechar as redes radiais de metro e comboio, na coroa de transição da cidade. Atravessa também alguns dos eixos viários da cidade onde se concentram pares Origem/Destino mais procurados. Para a rede de metro ligeiro de superfície, esta directriz permite interfaces com o metropolitano e com o comboio. Também as potencialidades de transferência modal do transporte individual para o transporte colectivo aumentam com a sua passagem em diversos parques de estacionamento construídos nas circulares interiores da cidade de Lisboa (coroa periférica entre Rego e Aeroporto e coroa de transição entre Alcântara e Rego).

### *Algés – Falagueira – Odivelas*

A directriz principal do eixo é uma circular exterior que, para além de fechar a malha das redes ferroviária pesadas e semipesadas, também permite uma maior coesão territorial entre as aglomerações do território da AML. As potencialidades de transferência modal do transporte individual para o transporte colectivo aumentam com a sua passagem em diversos parques de estacionamento (P+R: Park and Ride) construídos em Algés, Falagueira, Odivelas e Loures.

Na aplicação das políticas multimodais e intermodais, é condição necessária para que a exploração destes traçados seja realizada em modo eléctrico e que o modelo ofereça os seguintes níveis de serviço:

- “Navetes” com percurso tendencialmente em sítio próprio;
- Tempos médios de serviço equivalentes em ambas as direcções;
- Frota (veículos) que permita intervalos de 5 a 10 minutos;
- Velocidade comercial de 20 a 25 km/h.

## 2.6 OS CUSTOS E OS ENCARGOS DA MOBILIDADE

A ideia-chave da política da Comissão Europeia em matéria de tarifação da utilização das infra-estruturas de transportes é de que os impostos e tarifas aplicáveis aos diversos modos de transporte deveriam ser variáveis de modo a reflectirem os custos dos diferentes níveis de poluição, tempos de viagem e eventuais danos provocados, assim como os custos das infra-estruturas, tendo em vista a aplicação do princípio do poluidor-pagador e a atribuição de incentivos fiscais claros que contribuam para a concretização dos objectivos de redução do congestionamento e da poluição originados pelos transportes, reequilíbrio da repartição modal e dissociação entre crescimento dos transportes e crescimento da economia. É justo que os operadores dos transportes paguem, contribuindo para uma melhor utilização da capacidade instalada das infra-estruturas, [23, 24]. Em 1983, o “Hong Kong Government” implementou uma experiência piloto de um anel com 18 portagens urbanas, com tarifação por zonas com taxas variáveis ao longo do dia. O sistema foi considerado um sucesso tecnológico e teve como resultados a redução de 20% do tráfego durante as horas de ponta e a redução do tráfego de entrada na zona central em 13%.

A criação de um anel de portagens para aceder ao centro de Londres, em 17 de Fevereiro de 2003, provocou melhorias imediatas no trânsito. Verificou-se a redução de 15 a 20% do tráfego automóvel na zona e um significativo aumento da velocidade dos transportes públicos de superfície. Este conceito de anel de portagens foi já introduzido com sucesso em várias cidades, [25], sendo de destacar o modelo de Trondheim (Noruega), em que o utilizador é colectado à passagem do cordão, isto é, um círculo envolvendo o centro da cidade. Esta solução provou contribuir efectivamente para a redução do tráfego e para a gestão da procura através da introdução de preços diferenciados no período de ponta e fora dele. Estamos perante um novo conceito de efectuar a restrição das condições de circulação, conferindo periodicidade ao transporte público.

Para além do utilizador directo do transporte público e que dele beneficia, existem outros beneficiários, [26]. Coloca-se a questão sobre quem e como devem incidir os custos do transporte público, [27]. Esta é, como se sabe, uma questão controversa cuja abordagem é técnico-política. Na Tabela 2 encontram-se representados os custos externos dos transportes urbanos e na Tabela 3 os benefícios para os não utilizadores em percentagem do Produto Nacional Bruto.

Tabela 2 Custos externos dos transportes urbanos (Euros por milhar de passageiro/km), [28].

<i>Tipo de custo</i>	<i>Automóvel</i>	<i>Autocarro</i>	<i>Metro/Comboio</i>
Ruído	10 a 25	2 a 3	2 a 3
Poluição atmosférica local	6 a 12	<<1	<<1
Poluição atmosférica efeito estufa	10 a 50	3 a 17	2 a 12
Acidentes	5	<<1	<<1
Congestionamentos	10 a 70	<<10	0
Consumo de espaço urbano	50 a 250	3 a 20	<<5

Com excepção dos regimes totalmente liberalizados, a estrutura e níveis dos tarifários são fixados dentro dos limites estabelecidos pelas autoridades. O uso das tarifas subsidiadas é uma prática comum na Europa devido às características de serviço público normalmente atribuídas ao transporte urbano.

Tabela 3 Transporte público–benefício potencial para os não utilizadores (em percentagem do Produto Nacional Bruto, PNB), [29].

Acidentes	2,5 %
Ruído	0,3 %
Poluição atmosférica	0,6 %
Perturbações climáticas	0,3 %
TOTAL	4 %

As taxas sobre veículos são a segunda fonte de contribuição dos utilizadores do sistema de mobilidade urbana. De uma forma geral, as taxas são uma importante fonte de financiamento para o sistema de transportes e não instrumentos eficientes de persuasão de utilizadores para adaptação dos seus comportamentos a níveis óptimos de distribuição da procura. O impulso que falta dar consiste em substituir gradualmente o sistema de taxas existente por instrumentos mais efectivos que integrem os custos das infraestruturas e os custos externos dos transportes. Estes instrumentos são em primeiro lugar os custos da utilização da infra-

estrutura como um meio efectivo de gerir as filas de espera e reduzir os impactos ambientais, e em segundo lugar, as taxas sobre os combustíveis, que proporcionam o controlo das emissões dos dióxidos de carbono (ver Apêndice A7).

Os custos impostos à colectividade podem ser objecto de uma avaliação monetária. A Tabela 4 indica os níveis de custos gerados num trajecto de 100 km por um veículo pesado, numa auto-estrada em meio rural, fora das horas de ponta.

Tabela 4 Custos externos e de infra-estruturas (em euros) de um trajecto de 100 km de um veículo pesado numa auto-estrada não congestionada, [29].

Custos externos e de infra-estruturas	Intervalo médio
Poluição atmosférica	2,3 a 15
Perturbações climáticas	0,2 a 1,54
Congestionamentos	2,7 a 9,3
Acidentes	0,2 a 2,6
Infraestrutura	2,1 a 3,3
Ruído	0,7 a 4
TOTAL	8 a 36

Foram calculados os custos parciais ligados à poluição atmosférica (custos para a saúde e danos nas culturas), à alteração climática (inundações e danos nas culturas), às infra-estruturas, ao ruído (custos para a saúde), aos acidentes (custos médicos) e ao congestionamento (perda de tempo).

Uma parte destes custos externos e de infra-estruturas está coberta pelos encargos suportados pelo mesmo veículo pesado, tal como mostra a Tabela 5, que indica os encargos médios, constituídos pelos impostos sobre os combustíveis e sobre o veículo, bem como pelas taxas de infra-estrutura. São indicados os valores médios destas taxas nos países que as cobram sobre a forma de portagens ou de imposto de circulação, o nível previsto na Alemanha e o que já está em prática na Suíça.

Tabela 5 Custos e encargos (em euros) de um trajecto de 100 km de um veículo pesado numa auto-estrada não congestionada com portagem, [29].

Total custos (externos e de infra-estruturas)	Encargos (sem IVA)	Taxas (infra-estruturas)	Taxa (Alemanha)	Taxa (Suíça)
8 a 36	12 a 24	8,3	13	36

Qualquer que seja a solução escolhida para a tarifação das auto-estradas, o encargo médio suportado por um veículo pesado que percorra 100 km varia entre 12 e 24 euros dos quais, cerca de 8 euros são de taxas de infra-estrutura. Se aumentarem os encargos (taxa de utilização de infra-estrutura ou imposto sobre combustível) o tráfego diminui, reduzindo na mesma proporção os custos externos e de infra-estruturas até se obter o equilíbrio entre os custos e os encargos. Esse equilíbrio obter-se-á mais facilmente se se aplicarem ao conjunto das redes de transporte sistemas de tarifação eficazes e equitativos.

## 2.7 INTEROPERABILIDADE E INTERLIGAÇÃO DE SISTEMAS

Nos últimos anos, as alterações dos hábitos e das necessidades da população e o crescimento da economia trouxeram consigo um aumento explosivo da mobilidade das pessoas e uma aceleração nas trocas e no movimento das mercadorias, o que se reflectiu na intensificação dos fluxos de tráfego. Como efeito negativo desta evolução, podemos constatar o aumento do congestionamento das vias, impactos ambientais adversos e problemas de segurança acrescidos, a exigir um sistema de transportes integrado com exploração optimizada nos diferentes modos de transporte e intermodalidade.

A par dos esforços no aumento da capacidade das infra-estruturas, um dos principais desafios que hoje se colocam consiste na aplicação das novas tecnologias da informática e das telecomunicações. A telemática surge como ferramenta adequada ao melhor desempenho e segurança das redes e serviços de transportes, [30, 31, 32].

O desenvolvimento dos Sistemas Inteligentes de Transportes, baseado na investigação efectuada e em aplicações bem sucedidas, surge como uma verdadeira oportunidade que não se pode desprezar. O Departamento de Tráfego da Câmara Municipal de Lisboa, de que o autor desta tese é responsável, esteve directamente envolvido nos seguintes projectos europeus:

- PAMELA “Microwave Communication System for Traffic Monitoring and Pricing” (CEE/DRIVE I- 1989-1991), [33];
- “Tidal Flow System” (CEE/DRIVE I- 1989-1991);
- ADEPT “Automatic Debiting and Electronic Payment for Transport” (CEE/DRIVE II- 1991-1994), [34];
- POLIS “Política de Gestão Sustentada para as cidades” (CEE- 1996/2003);
- EUROCITIES-(CEE- 1994/2003);
- ALTER “Novas tecnologias de transportes” (U E- 1998/1999);
- CIRPOR “Televigilância e Supervisão do Tráfego na Área Metropolitana de Lisboa” (U E- 1998/2000).

Porque se trata de sistemas necessariamente integrados, é imperiosa a interoperabilidade das redes e dos sistemas e a interligação dos serviços, com vista à obtenção de sinergias (ver Fig. 8) e à redução de custos. A partir de 1996, a Direcção Geral de Transportes Terrestres, (DGTT), começou a incentivar o lançamento de projectos de telemática no subsector de transportes colectivos de passageiros, abrangendo três tipos de aplicações:

- Os sistemas de apoio à exploração, baseados na localização automática de viaturas por GPS e gestão de frotas por meios informáticos.
- Os sistemas de informação ao público, geralmente acoplados aos sistemas de apoio à exploração, aos sistemas de ajuda à circulação e aos sistemas de bilhética, utilizando tecnologias de “smartcard”.
- Os sistemas de apoio à exploração e informação ao público (SAE/SAI) em colaboração no Porto com os Serviços de Transporte Colectivo do Porto e em Lisboa com a Carris.



Figura 8 Registo de acidente (seta a vermelho) através do sistema de televigilância e supervisão de tráfego.

A interoperabilidade é bem patente no sector de transportes públicos. Assim, no subsector dos táxis, o lançamento e implementação do projecto TÁXI DIGITAL visa pôr à disposição do sector, em simultâneo, um sistema de segurança para os motoristas de táxi e um sistema de gestão de frotas, [35]: A estes sistemas podem associar serviços complementares, tais como cartões de débito e de crédito e acesso à informação sobre o tráfego.

A vertente segurança é particularmente cuidada. Os sistemas que têm vindo a ser implementados, (integrados no conceito de táxi digital), têm a natureza de sistemas de apoio à exploração, permitindo, em primeira linha, a gestão de frotas. Deverão, contudo, incluir outras funcionalidades, a principal das quais é a de segurança/criminalidade. Esta funcionalidade implica a ligação a uma central de monitorização de alarmes e sua ligação às polícias. Aqui começam os problemas: é necessário garantir a compatibilidade técnica nestes interfaces, em termos informáticos e a nível da tecnologia de comunicação que apoia a operacionalidade do sistema. Existe uma gama de soluções que incluem o rádio convencional, o GSM, rádio “trunking” analógico e o rádio “trunking” digital. Assim, se os operadores de táxi utilizassem uma pluralidade de sistemas, a polícia teria de dispor de uma pluralidade de interfaces, o que parece inviável.

O transporte público rodoviário de passageiros constitui um outro serviço de satisfação básico de mobilidade das populações. Dos estudos de mercado realizados resultou claro que os principais factores de perturbação na utilização deste serviço eram a falta de informação em tempo real e alguma sensação de desconforto e insegurança relativa à utilização dos serviços

nalguns períodos do dia. Estes dois factores originam sensações de tensão e “stress” junto dos passageiros, motivadores de reacções negativas. Tornou-se indispensável encontrar factores que, ao acrescentar valor ao serviço tradicional (existência de um autocarro em determinada linha) permitisse minimizar o desconforto dos passageiros. Foi assim que se desenvolveram projectos de gestão de frota e informação aos clientes em tempo real, que permite a monitorização permanente dos autocarros. Através deste sistema, constituído pela localização do autocarro por GPS, do envio de mensagens através de um sistema de telecomunicações “trunking” para o Centro de Controlo de Tráfego e consequente reenvio para painéis de informação localizados nas paragens, é possível transmitir aos passageiros o tempo de passagem dos vários autocarros. Este sistema permite ainda tornar a rede de serviços mais segura. Assim, para além do sistema desenvolvido permitir a ligação às instalações das forças de segurança sempre que se verifiquem quaisquer incidentes, ele encontra-se também preparado para integrar a ligação de câmaras de vídeo no interior do veículo que permitem captar imagens das ocorrências verificadas.

Concluimos assim que os diferentes operadores de transporte público contribuem para a mobilidade sustentada nas grandes áreas urbanas tendo como prioridade a satisfação das necessidades dos seus clientes. Neste caso concreto, utilizaram a telemática para acrescentar valor para os seus clientes, no entanto, e porque esta área está numa permanente evolução, há a perspectiva de preparar a migração do sistema para a nova geração de comunicações móveis digitais, onde se abrem outros horizontes na procura de novas soluções.

## **2.8 GESTÃO DE INCIDENTES RODOVIÁRIOS**

O município de Lisboa aparece como um pólo gerador de fortes fluxos de tráfego de abrangência diversificada (local, regional, nacional ou mesmo internacional). Acrescenta-se a esta circunstância as características marcadamente terciárias do concelho, fundamentalmente responsáveis por fluxos pendulares intensos, concentrados sobretudo durante os períodos da manhã (fluxos centrípetos) e fins de tarde (fluxos centrífugos). Coincidentes com estes períodos verifica-se a ocorrência de grandes congestionamentos provocados, em especial,

pelos veículos ligeiros individuais, que constituem o principal meio de transporte utilizado. Concorrem, para esta situação, a população em trânsito residente na própria cidade e a que aflui, diariamente, da região da Área Metropolitana, principalmente por razões de emprego. Acresce ainda uma outra componente, mais diversificada e menos representativa, da população que se desloca para Lisboa com fins de lazer ou turismo.

A cidade de Lisboa é palco frequente de um elevado número de acidentes de viação, que, contudo, se traduzem, na sua grande maioria, por situações pouco gravosas em termos de protecção civil. Os enormes fluxos de trânsito nas horas de ponta, a existência de rodovias de circulação rápida e, por vezes, as condições climatéricas desfavoráveis, são alguns dos principais factores que contribuem para estas situações de risco.

Como principais agentes causais de acidentes com transportes rodoviários, evidenciam-se:

- envelhecimento do parque automóvel, embora com tendência para melhorar;
- estado de conservação de algumas rodovias;
- as infracções cometidas por inúmeros condutores;
- as condições meteorológicas desfavoráveis (nevoeiros, precipitações, gelo e geada);
- e possibilidade de derrame de determinado tipo de substâncias.

O registo de acidentes viários no concelho, não tem, até à data, tido consequências de ordem a merecer o accionamento e respectiva intervenção do sistema de protecção civil. Muito embora a frequência, até ao momento, seja extremamente reduzida, importa considerar a eventualidade de riscos de acidentes "Choque em Cadeia", envolvendo um número elevado de viaturas. Este tipo de risco tem incidência, normalmente, nas rodovias de circulação rápida e decorre, sobretudo, de excesso de velocidade, por vezes conjugado com condições atmosféricas desfavoráveis.

Da análise conjugada destes factores, apontam-se como áreas mais preocupantes as seguintes:

- Eixo da Segunda Circular (Av. Marechal Craveiro Lopes e Av. General Norton de Matos);
- A Radial de Sintra (parte terminal do IC19);
- A Auto-estrada do Estoril (Av. Engenheiro Duarte Pacheco/A5);
- A CRIL;
- Eixo Norte/Sul;
- A Av. da Ponte e suas ligações;
- A Av. Cidade do Porto-A1/IP1;

Assim, e para além das inúmeras atitudes preventivas que têm vindo a ser implementadas, é fundamental que as respectivas medidas de socorro a activar em circunstâncias desta natureza, sejam frequentemente ajustadas no que se refere à articulação e coordenação entre as entidades interventoras.

O automóvel é a próxima fronteira para as comunicações móveis e sistemas computacionais. A Telemática hoje combina “voz e dados móveis” para proporcionar serviços de informação e segurança dependentes da localização. São exemplos de serviços de informação de tráfego, rotas, turismo ao passageiro. Mas também o entretenimento, a navegação, a segurança, a emergência, as mensagens, a Internet, a protecção contra roubos, a orientação de veículos, a gestão de frotas, o marketing e as avarias.

Entre os conceitos e tecnologias com impacto nas soluções telemáticas de localização e posicionamento destacamos as comunicações móveis (voz e dados), VHF, Trunking, Satélite, GSM (SMS, WAP, GPRS), TETRA, UMTS, DSRC (ver Fig. 9), a aquisição e processamento de sinais e os sistemas de informação, [36]. O WAP (Wireless Application Protocol) é uma norma criada para proporcionar troca de conteúdos em redes e terminais móveis. A Internet não é hoje suficiente, mas sim a junção da sua capacidade de troca de informação e interligação ao acesso independente de localização possibilitado pelas redes móveis, “Serviços em qualquer sítio a qualquer hora”.

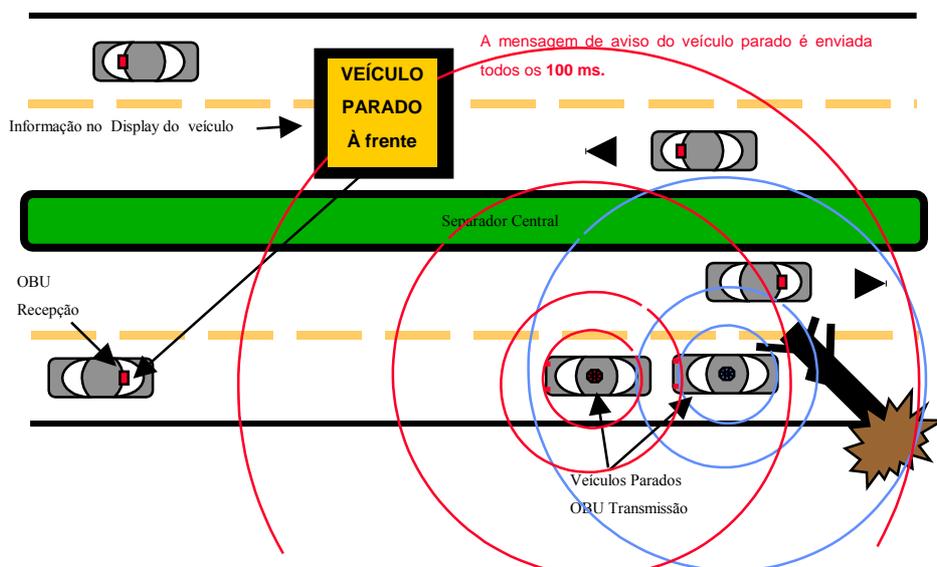


Figura 9 Comunicações móveis (veículo para veículo). Exemplo de um aviso de colisão através de DSRC, 5,9 GHz

Na aquisição e processamento de sinais é de referir a televigilância, a monitorização da atitude do condutor, o tacógrafo digital e a identificação electrónica de veículos. A interface utilizador engloba os sistemas embarcados como a visualização, a informação no exterior para passageiros, os sistemas de reconhecimento da fala, as necessidades especiais para os condutores idosos, o acesso a funções complexas, a falha de equipamento, a informação sobre o sistema.

Os objectivos têm duas vertentes, juntar as vantagens económicas de produção em larga escala à melhoria de aceitabilidade de um conjunto familiar de aplicações. As aplicações poderão incluir:

- Equipamento para gestão de frotas;
- Identificação e controlo de acessos em parques e áreas residenciais;
- Integração de módulos tendo em vista a detecção de incidentes, informação relativa a acidentes, itinerários alternativos, “ route guidance “.

A utilização dos mesmos identificadores e “hardware”, com uma reconhecida e familiar semelhança no funcionamento de sistemas não relacionados, deverá ser tido em conta nas expectativas da aceitabilidade das soluções telemáticas para os problemas comuns (o sentimento de falar com uma máquina não é confortável para ninguém). Por exemplo, nas aplicações de tráfego, muitos dos benefícios para a sociedade associados com a gestão da procura, a expectativa da sua realização passa pela introdução de sistemas de restrição à mobilidade do transporte individual ou pelo pagamento do que era anteriormente disponível gratuitamente. Então o indivíduo, tem que ser persuadido a aceitar algo que vai de encontro ao interesse geral.

A possibilidade de implementar no terreno experiências piloto, envolvendo a população, os industriais e as universidades, poderá encorajar com os seus resultados os mais cépticos nestas matérias.

Sendo grande o seu potencial para a resolução dos problemas de tráfego e transportes, nas áreas da mobilidade, segurança e ambiente, os sistemas inteligentes de transporte (ITS) pretendem mudar a forma como nos relacionamos com os transportes, melhorando a utilização do tempo de viagem.



## CAPÍTULO 3



### 3 CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO TRÁFEGO EM LISBOA



### 3.1 CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA CIDADE

A cidade de Lisboa integra, juntamente com as zonas limítrofes de Odivelas-Vialonga, Louisa-Bucelas (“costeiras de Lisboa”) e a depressão de Loures, uma unidade geomorfológica bastante complexa, que se manifesta na paisagem por um relevo acidentado e vigoroso.

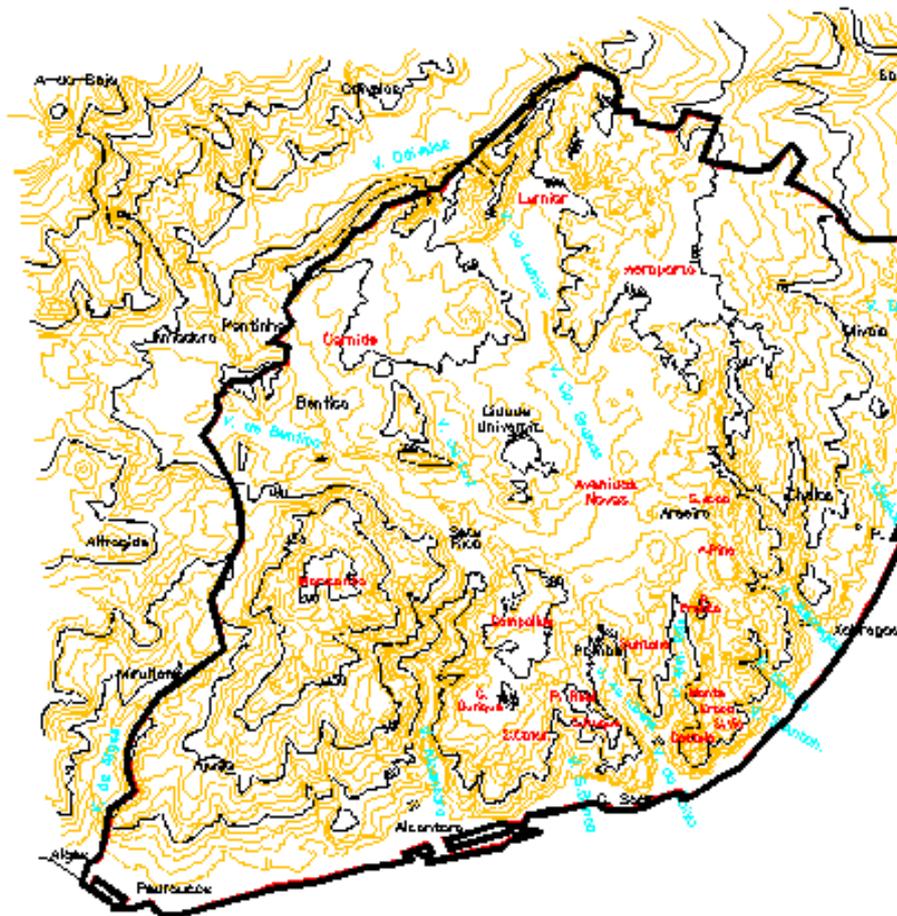


Figura 10 Carta altimétrica da cidade de Lisboa.

Efectivamente, a fisionomia da cidade é, em grande parte, condicionada pelo relevo, cujas formas foram fixadas no final do Terciário. Na Carta Altimétrica representada na Fig. 10 visualizam-se as principais unidades morfológicas que caracterizam a cidade e a zona limítrofe.

Baseado no Plano Municipal de Emergência de Lisboa, constata-se que as maiores altitudes situam-se na zona ocidental da cidade, em Monsanto (cota máxima de 225 metros), anticlinal

muito falhado, cuja cúpula se elevou no fim da Era Terciária. A Sul e a Sudeste da cidade, localiza-se a sua unidade morfológica mais característica e simbólica, conhecida pelas “Colinas de Lisboa”. Trata-se de um conjunto de elevações independentes, de vertentes acentuadas, cujos topos se situam a altitudes que variam aproximadamente entre os 70 e os 100 metros. Foi nestas colinas que inicialmente se desenvolveu a cidade (Santa Catarina, S. Roque, Príncipe Real, Castelo, Monte, Graça, S. Vicente, Santana, Penha de França, Alto do Pina, Alto de S. João).

Não se tratam, no entanto, de verdadeiras colinas, do ponto de vista morfológico. Antes, são restos de uma antiga superfície de erosão, entalhada pelo encaixe progressivo dos vales que as separam. A ideia da cidade de Lisboa possuir sete colinas não foi mais do que uma imagem criada a partir da descrição realizada por Frei Nicolau de Oliveira, em 1620, no seu “Livro das Grandezas de Lisboa”, para a comparar a Roma.

A Norte, desde o Parque Eduardo VII até à área onde foram traçadas as Avenidas Novas, estendendo-se em seguida até ao Aeroporto, o relevo é uniforme, constituído pelos retalhos planos e regulares do chamado “Planalto de Lisboa”. Este atinge altitudes semelhantes aos dos topos das colinas (80-100 metros), o que prova tratar-se da mesma superfície de erosão, aqui, aliás, muito bem conservada. Esta superfície, estabelecida muito provavelmente no Pliocénico, logo a seguir à subida da cúpula de Monsanto, é ainda visível nos topos de Campo de Ourique (104 metros) e de Campolide (111 metros).

Na zona oriental, o planalto de Lisboa desce progressivamente em direcção ao rio. Toda a cidade é sulcada por numerosos vales, que entalham ou limitam a referida superfície de erosão, frequentemente profundos e de vertentes inclinadas. O seu encaixe foi desencadeado por uma sobre-elevação quase contínua do terreno, depois do fim do Terciário. São vales jovens, de traçado simples e perpendiculares à margem convexa do rio. Possuem pequenas bacias de alimentação, e por isso muitos deles apenas se apresentam bem definidos no sector terminal.

A génese de alguns destes vales está relacionada com a existência de falhas, como acontece, por exemplo, com os vales de Alcântara e de Algés. Exceptuando o vale de Alcântara, no qual correu um curso de água até ser construído o caneiro de Alcântara (na segunda metade do século XVIII, tapado no século XX, aquando da construção da Avenida de Ceuta), tendo até existido uma ponte, documentada por gravuras históricas, onde hoje se situa a Rotunda de Alcântara, nos restantes vales apenas devem ter corrido, quando muito, pequenos ribeiros de regime temporário.

O vale da Baixa, antigo braço (“esteiro”) do Tejo já estava parcialmente atulhado no tempo dos romanos, que aí habitaram, correndo apenas um pequeno curso de água. Na época cristã, já se encontrava completamente preenchido. Actualmente todo o escoamento das águas é feito artificialmente através de condutas subterrâneas, as quais seguem, tanto quanto possível, o percurso natural da escorrência das águas. Quando tal não é viável, a água tem que ser bombada através das condutas. Em termos superficiais, a análise dos vales permite-nos observar tendências predominantes de escoamento das águas, embora o crescente processo de urbanização e de ocupação do solo vá alterando, morfológica e funcionalmente, os vales e respectivas bacias.

Também a geologia superficial sofre algumas alterações, pois a camada de aluviões que cobre as bacias, aliás pouco espessa na maioria dos casos, tem vindo a ser “rapada” pelas sucessivas construções, passando a aflorar à superfície a rocha do substrato. De qualquer modo, estes vales constituíram sempre percursos privilegiados para a instalação das vias de comunicação (rodo e ferroviárias) que marcaram o desenho e a direcção da expansão urbana.

Em termos geológicos e morfológicos, são as seguintes as principais bacias:

#### *Vale de Alcântara*

De orientação N-S, é um vale estreito e encaixado, no troço compreendido entre a foz e a gare de Campolide, aí passando actualmente a Avenida de Ceuta. De traçado mais ou menos simétrico, excepto na foz, é o vale mais vigoroso da cidade. A camada de aluviões que o cobre vai aumentando de espessura até atingir mais de 50 metros já na zona ribeirinha, no alinhamento do tabuleiro da Ponte sobre o Tejo. A bacia superior do complexo hidrográfico de Alcântara, é constituído pela confluência de três outros vales: Benfica, Luz/Palma de Baixo e Campo Grande/Lumiar.

#### *Vale de Benfica*

De orientação aproximadamente W-E, é um vale largo, de vertentes pouco acentuadas. Tem um afluente dentro do concelho de Lisboa, proveniente de Carnide. Os aluviões possuem, em geral, pequena espessura (inferior a 10 metros), sendo já inexistentes em algumas áreas, devido à construção.

#### *Vale da Luz/Palma de Baixo*

De orientação NW-SE, é um vale de perfil suave, que corresponde actualmente à Estrada da Luz.

#### *Vale do Campo Grande/Lumiar*

São duas bacias muito largas, de perfil simétrico, mas muito pouco marcado. A extensão de aluviões é grande, mas a sua espessura é fraca.

#### *Vale de S. Bento*

De orientação N-S, é um vale largo e pouco extenso. Os aluviões aumentam de espessura junto à foz onde atingem profundidades superiores a 50 metros, na direcção da doca de Santos. Localiza-se onde hoje passam a Avenida D. Carlos e a Rua de S. Bento.

#### *Vale da Baixa*

Situado na zona central da cidade e com orientação N-S, este vale resulta da confluência de dois outros: o vale da Avenida da Liberdade/ /Santa Marta/S. Sebastião da Pedreira e o vale da Avenida Almirante Reis. A espessura dos aluviões é muito grande, variando entre os 20 metros, na Praça da Figueira, e os 40 metros, junto à Praça do Comércio. O enchimento deste vale é sobretudo de origem artificial (aterros e materiais provenientes dos escombros do sismo de 1755) encontrando-se o nível freático a uma profundidade muito pequena.

#### *Vale de Santo António*

De orientação NW-SE, é um vale pequeno e estreito. A espessura de aluviões é mínima. Situa-se entre a Rua do Vale de Santo António e Santa Apolónia.

#### *Vale Escuro*

Tem características semelhantes ao anterior, mas é mais extenso. A sua vertente NE é seguida pela Rua Mouzinho de Albuquerque.

### *Vale de Xabregas*

Este vale tem origem no Aeroporto, seguindo com orientação N-S a Avenida Gago Coutinho, encaixando-se a partir do Areeiro até à foz, através da Rua Gualdim Pais, mas aqui com orientação NW-SE. Conflui, à entrada de Chelas, com um afluente proveniente da Quinta das Flamengas. Os aluviões são pouco espessos e muito arenosos.

### *Vale de Chelas*

Também de orientação NW-SE, é um vale pequeno, mas bastante encaixado. Corresponde à Azinhaga Vale Fundão.

### *Vale dos Olivais/Cabo Ruivo*

De orientação Noroeste-Sudeste, é constituído pela confluência de dois vales, o primeiro com origem na Rotunda da Encarnação, através da Avenida de Berlim, e o segundo partindo do Aeroporto, através da Avenida Alfredo Bensaúde. Os depósitos aluviais têm fraca espessura e são de natureza acentuadamente arenosa.

A zona ribeirinha de Lisboa, de altitudes aproximadamente iguais ou inferiores a 10 metros, é constituída por aluviões de natureza lodosa e arenosa. Aí, o homem conquistou progressivamente mais área ao estuário, por meio de enchimentos sucessivos. Edificou-se, assim, o aterro, as docas e toda a área do porto de Lisboa.

Em termos morfológicos, a cidade é circundada por áreas de relevo complexo, de formas variáveis e desníveis significativos.

A Oeste, a ribeira de Algés, limite ocidental do anticlinal de Monsanto, de orientação N-S, tem a sua génese ligada à existência de falhas. Apresenta um vale largamente aberto entre Algés e Miraflores, aprofundando-se progressivamente para Norte.

A Noroeste, Lisboa é limitada por um abrupto, constituído pelo reverso da imponente costeira Odivelas-Vialonga, que constitui, por sua vez, a vertente direita da ribeira de Odivelas, vale largo e profundo, de orientação SW-NE, escavado depois do final do Terciário. Esta costeira teve grande importância estratégica, mas impediu o crescimento da cidade nessa direcção.

A Norte do limite do concelho, ainda estão representados retalhos da superfície de erosão já descrita e conhecida pelo “Planalto de Lisboa”. A altitude vai aumentando progressivamente até aos 150-160 metros, onde se encontra novamente o desnível constituído pelo reverso da

costeira Odivelas-Vialonga. Esta costeira forma o limite Sul da depressão de Loures, vale largo com cotas muito baixas, onde corre o rio Trancão.

Esta zona limítrofe de Lisboa tem constituído uma condicionante significativa na construção do sistema viário de acesso à cidade. Assim, e exceptuando as saídas por Algés e pelo vale de Benfica (por onde se estabeleceram, aliás, os primeiros prolongamentos extra-urbanos da cidade, nomeadamente através dos eixos ferroviários de Cascais e de Sintra), os principais acessos a Lisboa fazem-se através de vias contendo importantes obras de arte de engenharia (pontes e viadutos). Esta característica limita igualmente as possibilidades de acessos alternativos à cidade.

## **3.2 A ESTRUTURA DA REDE VIÁRIA E DOS TRANSPORTES**

### **3.2.1 Rede Rodoviária**

A rede rodoviária assume uma importância nevrálgica em termos de planeamento, [37, 38] Com características heterogéneas e diversificadas, esta rede viária (ver Fig.11) pode ser classificada em municipal e supra-local, possibilitando o estabelecimento diário de diferentes tipos de ligações em relação à cidade.

A rede viária municipal encontra-se hierarquizada nos seguintes níveis:

- Principal;
- Secundária;
- Terceira Ordem.



Figura 11 Rede viária de Lisboa utilizada pela Carris.

### 3.2.2 Rede viária principal

Esta rede constitui o chamado primeiro nível da rede viária municipal. Classificam-se como eixos principais de Lisboa, os itinerários mais directos, com melhores condições de circulação (traçado, largura, declive, pavimento). Integram esta classe, as vias circulares e as radiais internas. Encontramos hoje um sistema circular ineficaz dentro do casco urbano da cidade sem conseguir desviar as viagens radiais.

Considera-se prioritário definir um conjunto de intervenções que permitam o funcionamento eficiente e equilibrado das estruturas distribuidoras circulares que se poderão designar por 1ª Circular Externa (Av. Forças Armadas/Av. Estados Unidos da América) e 1ª Circular Interna (Av. Berna/Av. João XXI), bem como das suas articulações com os tecidos viários locais envolventes.

Futuramente, com a conclusão da construção do Eixo Norte/Sul e da CRIL prevê-se que venham a ser introduzidas alterações significativas no actual sistema geral de circulação do município.

### 3.2.3 Rede viária secundária

Considerada como complementar ou alternativa, a rede viária secundária, é formada por um conjunto de artérias de menor importância no escoamento do tráfego da cidade, servindo áreas de menor acessibilidade.

Caracterizam-se, ainda, por apresentarem um traçado menos directo e com inferiores condições de fluxos de tráfego.

### 3.2.4 Rede viária terciária

Este terceiro nível da rede, é formado por um conjunto de artérias locais, com características de "bairro" que, genericamente, apresentam uma malha bastante mais apertada dado o número de arruamentos que integra, constituindo, deste modo, uma rede mais densa e complexa. Constituem excepção, entre outras, as áreas do Bairro de Campo de Ourique e Avenidas Novas e as zonas envolventes do corredor Largo do Rato-Saldanha e Terreiro do Paço-Rossio. Derivando da grande terciarização destas áreas, verificam-se, nestes locais, graves problemas de circulação decorrentes do estacionamento desordenado e das frequentes cargas e descargas de mercadorias.

### 3.2.5 Rede rodoviária supra-local

A rede viária de cariz supra-local é constituída por eixos radiais de penetração. Classificam-se, globalmente, como eixos de penetração na cidade, as artérias que apresentam mais do que uma faixa de rodagem por sentido e nós desnivelados. Correspondendo aos eixos utilizados

nas movimentações pendulares de passageiros e mercadorias, caracterizam-se pelo seu elevado tráfego médio diário, dada a sua elevada capacidade de escoamento. Contudo, são alvo, frequentemente, de fortes engarrafamentos.

Como principais eixos radiais penetrantes na cidade encontram-se as seguintes artérias:

#### *Sector de Vila Franca de Xira*

- A1/IP1//Av. Cidade do Porto;
- Variante à EN10/EN6-1/Av. Cidade do Porto-Moscavide.

#### *Sector de Loures*

- IC1/Calçada de Carriche;
- IC1/A8.

#### *Sector de Sintra*

- IC19/Radial da Benfica/Av. General Norton de Matos (2ª Circular);
- EN117/A5-IC15/Marquês de Pombal-Praça de Espanha;
- EN249/Estrada de Benfica.

#### *Sector de Cascais*

- A5-IC15/Marquês de Pombal-Praça de Espanha;
- EN6/Av. da Índia.

#### *Sector da Margem Sul*

- IP2-A2/Eixo Norte/Sul/Av. da Ponte 25 de Abril/Marquês de Pombal - Praça de Espanha – 2ª circular – Av. Padre Cruz;
- Ponte Vasco da Gama

Uma análise a estes eixos, permite concluir que:

- A ligação Lisboa-Margem Sul, é assegurada pela Av. da Ponte 25 de Abril, a qual desemboca no Eixo Norte/Sul e nos acessos comuns aos das linhas de Cascais e Sintra, e pela Ponte Vasco da Gama com ligação à CRIL e 2ª circular.
- A ligação Lisboa-Margem Norte, se efectua por nove artérias distintas.

Apesar das nove artérias de ligação Lisboa-Margem Norte, verificam-se limitações de traçado, resultantes do entroncamento de diversos eixos de penetração, num único troço de acesso à cidade. Estes estrangulamentos resultam das:

- Confluências da A1-IP1 com a Variante à EN10 (apesar desta ligar com a Av. Infante Dom Henrique), eixos alternativos de acesso a Vila Franca de Xira, convergindo com a Av. Cidade do Porto;
- Confluências da CRIL com a Radial da Benfica, Av. General Norton de Matos e Av. Conde de Almostrer;
- Confluências da EN117 com a A5-IC15, e desta última, com a Praça de Espanha e Marquês de Pombal.

Num futuro próximo, o reforço desta rede será estabelecido pelas seguintes vias em construção:

- Circular Regional Interior de Lisboa (CRIL), eixo com dois troços já em funcionamento e o restante em fase de conclusão. Constitui um eixo de traçado periférico ao concelho, de ligação directa entre a área ocidental de Lisboa (com Nós em Algés/Marginal, Miraflores/A5, Buraca, Benfica, Pontinha, Odivelas, Olival de Basto, Grilo, Camarate e Sacavém);
- Radial da Pontinha, eixo que passará a ser alternativo ao IC19;
- Envolvente de Carnide, que passará a servir a população de Carnide e Pontinha;
- Está em funcionamento a Circular Regional Exterior de Lisboa (CREL), eixo de traçado externo ao município de Lisboa.

O constrangimento presente, resultante do elevado volume de tráfego médio diário, atraído por Lisboa, permite concluir das dificuldades e do estado crítico em que, por vezes, mas com frequência, se encontra este sistema viário.

### 3.3 TRANSPORTE DE PASSAGEIROS

O transporte de passageiros subdivide-se em: Rodoviário, Ferroviário, Fluvial-Marítimo e Aéreo. Neste trabalho focaremos a nossa atenção prioritariamente no transporte Rodoviário. Mais elementos sobre este e os outros tipos de transporte e sua caracterização poderão ser encontrados nos Apêndices A1 a A6.

#### 3.3.1 Transporte rodoviário

Através do recurso ao transporte rodoviário, movimentam-se, diariamente, uma média de 650000 passageiros, em cerca de meio milhão de viaturas.

O transporte rodoviário de passageiros caracteriza-se pela existência de operadores públicos e privados, e pela importância decisiva do transporte ligeiro particular de passageiros. Este último tipo de transporte ainda continua a deter o maior peso nos fluxos de tráfego e inerente número de passageiros transportados, de e para a cidade de Lisboa. Simultaneamente, também se assume como uma das principais causas dos estrangulamentos e constrangimentos verificados no trânsito.

Quanto aos operadores de transporte, colectivos ou individuais, consideram-se, pela sua relevância, duas grandes situações:

- Os operadores intrinsecamente urbanos, exercendo a sua actividade maioritariamente na área do concelho de Lisboa, designadamente os Táxis e a Carris. O número de viaturas táxi licenciadas no concelho de Lisboa atinge os 3550. Este tipo de transporte é servido por centrais rádio, considerando-se como principais a Retalis, a Teletáxis e a Autocoop.
- Os operadores que efectuam ligações entre Lisboa e outras regiões, periféricas ou não, nomeadamente os que garantem carreiras expresso, suburbanas/interurbanas e internacionais.

#### 3.3.2 Carris

No respeitante aos transportes públicos rodoviários de passageiros, a Companhia Carris de Ferro, SA. (Carris) é concessionária em exclusivo, para a cidade de Lisboa, dos transportes

colectivos urbanos de superfície, dispendo de uma rede de 88 carreiras de autocarros, 6 de eléctricos e 4 de ascensores. Esta rede opera entre as 05H00 e as 02H00, mas a maioria das carreiras circulam, apenas, até às 21H30, sendo o serviço nocturno assegurado por 36 carreiras, das quais 5 exclusivas deste serviço.

Dispõe de uma frota activa de cerca de 800 autocarros de diversos tipos (incluindo 61 articulados) e 55 eléctricos (dos quais 10 articulados), que percorrem cerca de 150.000 quilómetros em cada dia, transportando mais de um milhão de passageiros, num total de cerca de 380 milhões por ano. Embora estes percursos sejam essencialmente urbanos, alguns deles estendem-se a áreas suburbanas.

Tabela 6 Terminais de rede da Carris.

TERMINAL	Número de pontos de recolha e largada de passageiros	
	Autocarros	Eléctricos
Cais do Sodré	8	
Rossio – Praça D. Pedro IV	5	
Praça do Comércio	5	
Praça da Figueira	4	1
Santa Apolónia	4	
Martim Moniz	3	3
Algés – Praça D. Manuel I	4	
Hospital de Santa Maria	4	
Bairro Padre Cruz	4	
Colégio Militar-Metro	4	
Cemitério dos Prazeres	3	1
Moscavide – Av. João Pinto Ribeiro	5	
Damaia-Estação	3	

Os eléctricos e os "elevadores" constituem, sem dúvida, um meio de transporte complementar de superfície de inegável utilidade, cuja existência, para além do seu tipicismo, decorre do facto da oferta do serviço público não estar totalmente adequada às necessidades dos utentes.

Os eléctricos servem a população de Lisboa desde 1888, altura em que começaram a circular entre o Intendente e Belém. Actualmente, efectuam os seguintes percursos, numa extensão de cerca de 72 km:

- Cruz Quebrada - Praça da Figueira;
- Ajuda - Alfândega;
- Prazeres - Martim Moniz;
- S. Tomé - Praça da Figueira.

De referir ainda que os eléctricos em circulação transportam anualmente cerca de 21 milhões de passageiros e que constituem, igualmente, um elemento do mobiliário urbano como transporte para fins turísticos. São considerados como itinerários mais importantes os principais eixos da cidade, onde a frequência é mais elevada e, portanto, onde há maior oferta em termos de número de carreiras de autocarros e de eléctricos. Na Tabela 6 apresentam-se os terminais de rede que coincidem com essa maior oferta.

Quanto aos elevadores, é de realçar que oferecem uma preciosa ajuda à população que tem que enfrentar algumas das ladeiras íngremes existentes na cidade:

- Elevador da Glória (Restauradores - Rua São Pedro de Alcântara);
- Elevador da Bica (Largo do Calhariz - Rua de São Paulo);
- Elevador do Lavra (Largo da Anunciada - Rua Câmara Pestana);
- Elevador de Sta. Justa (Rua do Ouro - Largo do Carmo).

Na totalidade, estes ascensores transportam por ano cerca de 4,2 milhões de pessoas.

As carreiras com maior número de passageiros transportados (mais de 550.000 passageiros/mês) são, segundo dados fornecidos pela Carris, as que a seguir se indicam:

- Carreira 42 - Casalinho da Ajuda/Bairro da Madre de Deus;
- Carreira 65 - Av. do Colégio Militar - Metro/Benfica-Cemitério;
- Carreira 50 - Poço do Bispo/Algés;
- Carreira 46 - Estação de Santa Apolónia/Damaia-Estação;
- Carreira 59 - Praça da Figueira/Chelas-Zona N1;
- Carreira 28 - Restelo (Av. Descobertas)/Moscavide-Centro;
- Carreira 45 - Cais do Sodré/Prior Velho;
- Carreira 36 - Rossio/Odivelas;
- Carreira 9 - Estação de Santa Apolónia/Campo de Ourique (Prazeres);

- Carreira 16 - Praça do Chile/Benfica;
- Carreira 55 - Sete Rios/Chelas - Praça Eduardo Mondelane;
- Carreira 7 - Cais do Sodré/Odivelas;
- Carreira 1 - Cais do Sodré/Charneca
- Carreira 38 - Calvário/Hospital de Santa Maria;
- Carreira 44 - Cais do Sodré/Moscavide;
- Carreira 49 - Restelo (Av. Descobertas)/Av. EUA (Gago Coutinho);
- Carreira 58 - Príncipe Real/Portas de Benfica;
- Carreira 56 - Praça das Indústrias/Picheleira (Olaias);
- Carreira 15 Eléctrico - Praça da Figueira/Algés

Os principais Interfaces da CCFL com o ML, CP e Rodoviários Suburbanos são:

- Algés - "Corredor" de Cascais;
- Sete Rios - "Corredor" da Margem Sul do Tejo;
- Colégio Militar/Pontinha - "Corredor" Amadora/Sintra;
- Campo Grande Norte - "Corredor" de Loures;
- Gare do Oriente - "Corredores" Sul do Tejo e Vila Franca.

### **3.4 CARACTERIZAÇÃO DO TRÁFEGO**

Começamos por analisar a evolução do tráfego nos últimos anos (1973 a 2001 [39, 40]). Podemos constatar, na Tabela 7, que o total do tráfego diário aumentou de cerca de 243 %. Na hora de ponta da manhã, o aumento do tráfego total foi de 280%, embora, em valores percentuais, o tráfego que sai da cidade tenha crescido mais que o tráfego penetrante.

Tabela 7 Comparação dos volumes de tráfego (entradas e saídas).

PERÍODO	SENTIDO	DGTT [39]	CML [40]	%
Dia útil 24 h	Total	264.000	906.882	+ 243 %
Hora de ponta (manhã)	Entrado	13.750	51.798	+ 277 %
	Saído	7.350	28.503	+ 290 %
	Total	21.100	80.301	+ 280 %
Hora de ponta (tarde)	Entrado	7.400	34.245	+ 362 %
	Saído	11.600	47.560	+ 309 %
	Total	19.000	81.805	+ 330 %

O ciclo diário é talvez o mais importante do ponto de vista técnico. Os valores da intensidade horária do tráfego variam consideravelmente ao longo do dia. A variação horária do tráfego nas principais portas da cidade de Lisboa encontra-se representada na Fig. 12. A figura mostra que a variação horária do tráfego em Lisboa se aproxima dos modelos tipo. Estes modelos são determinados pelo tamanho da área urbana e apontam para picos mais afiados nas horas de ponta à medida que a população aumenta, [41].

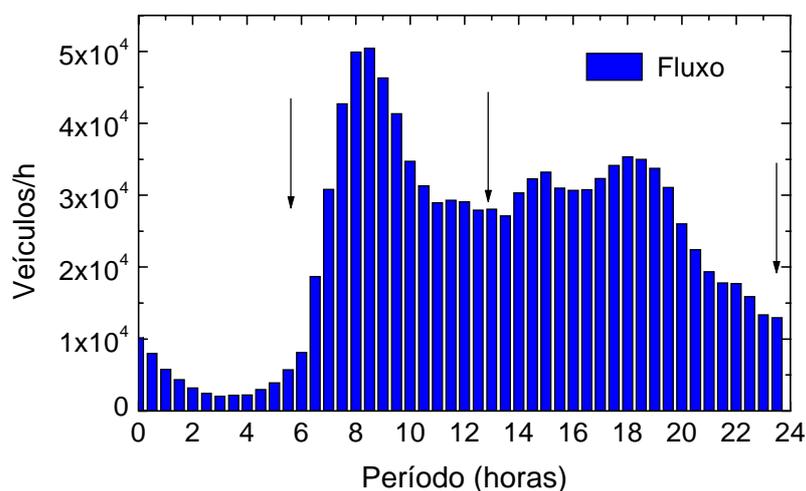


Figura 12 Variação horária do tráfego nas principais portas da cidade de Lisboa.

Para um total de 552.409 veículos analisados, ao longo de um dia, constata-se que podem ser considerados três períodos temporais distintos. No primeiro, entre as 0 e 7 horas, o volume de

tráfego (45.541 veículos) é reduzido e distribui-se uniformemente ao longo do período considerado. No segundo, entre as 7 e as 13 horas, verifica-se um aumento abrupto do volume de tráfego (221.120 veículos) com um pico entre as 8 e as 10 horas. No último período, entre as 13 e as 24 horas o volume de tráfego (285.748 veículos) oscila, decrescendo abruptamente a partir das 20 horas.

É normal que 80 a 90 % do tráfego se produza nas 16 horas compreendidas entre as 6 horas da manhã e as 10 horas da noite. Se o tráfego fosse uniforme, a intensidade de cada hora representaria 4,17% do total do dia.

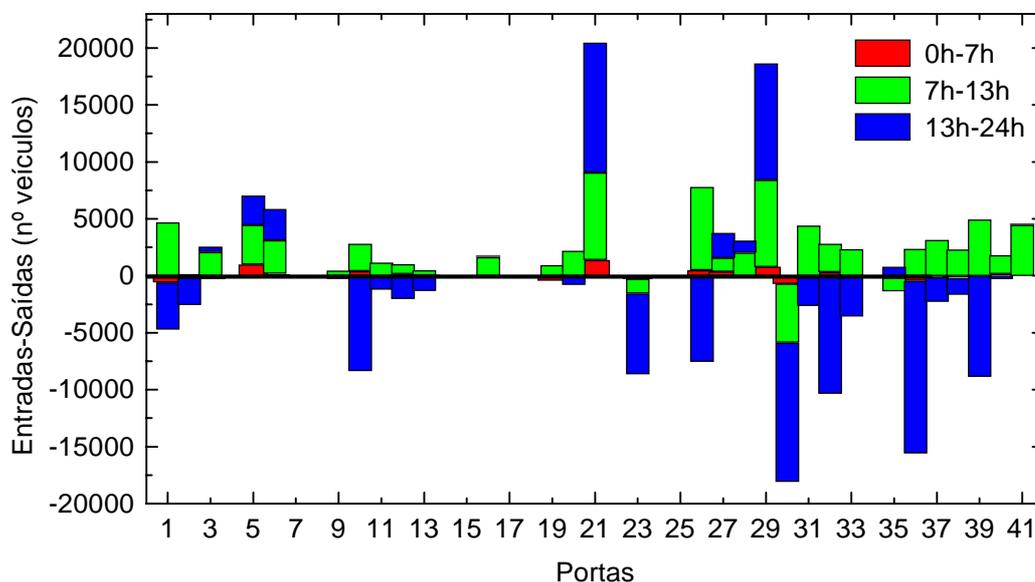


Figura 13 Balanço dos fluxos centrípetos e centrífugos num dia médio (30 postos de contagem de tráfego).

Na Fig. 13 representam-se as trocas de fluxo de tráfego num dia médio em 30 postos de contagem de tráfego. Dos 41 postos de contagem previstos para o estudo os 30 principais encontram-se listados na Tabela 8. Todos os postos foram observados num dia útil normal (*Quarta-Feira – 12 de Setembro de 2001*) no período das 00H00 às 24H00 e divididos em 3 turnos de 8 horas. Estiveram envolvidos 70 operadores e 5 coordenadores de campo por turno. À excepção das portas 1, 11, 31, 37 e 38 notamos uma assimetria entre os fluxos centrípetos e centrífugos devido a um sistema circular ineficaz dentro do casco urbano da cidade incapaz de desviar as viagens radiais.

Na teoria dos sistemas é a interferência que põe em risco o equilíbrio dos fluxos de entrada e saída de um dado sistema, provocando entropia e desorganização. Considera-se, assim, prioritário definir um conjunto de intervenções que permitam o funcionamento eficiente e equilibrado das estruturas distribuidoras circulares, e suas articulações com os tecidos viários locais envolventes. Futuramente, com a conclusão da construção do Eixo Norte/Sul e da CRIL prevê-se que venham a ser introduzidas alterações significativas no actual sistema geral de circulação

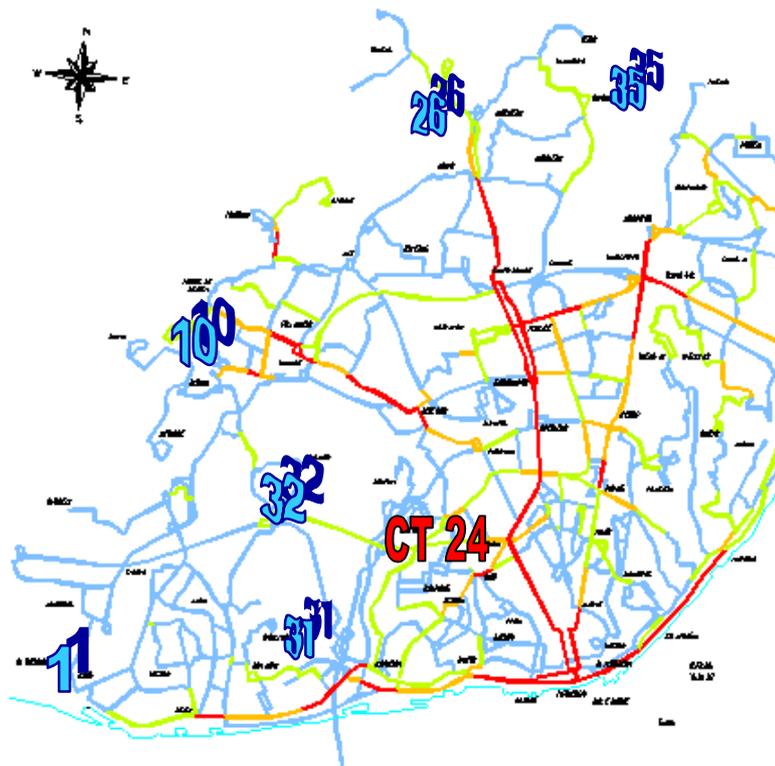


Figura 14 Principais portas da cidade de Lisboa. Os troços a vermelho indicam as artérias mais críticas para os transportes públicos.

Na Fig. 14 são indicados, em sobreposição com a planta de Lisboa, os postos considerados mais significativos. Os troços a vermelho indicam as artérias mais críticas para os transportes públicos.

Tabela 8 Localização dos postos de contagem principais.

<b>POSTO</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
1	Avenida da Índia
2	Avenida Vasco da Gama
3	Rua Damião de Góis
5	Avenida das Descobertas
6	Circunvalação (Parque Campismo)
9	Circunvalação (Bairro do Zambujal)
10	2ª Circular – junto ao Nó com a CRIL
11	Rua da Buraca
12	Rua da Venezuela
13	Rua Dr. Cunha Seixas
16	Estrada de Benfica
19	Estrada da Circunvalação (Azinhaga das Salgadas)
20	Estrada da Correia
21	Avenida 25 de Abril (Pontinha)
23	Rua de Santo Elói
26	Calçada de Carriche
27	Cruz das Oliveiras Norte
28	Cruz das Oliveiras Sul
29	Viveiros (Monsanto)
30	Estrada da Pimenteira
31	Avenida da Ponte
32	Viaduto Duarte Pacheco
33	Acesso à Praça Gen. Domingos de Oliveira
35	Rua Cidade do Porto
36	Avenida Marechal Craveiro Lopes
37	Avenida Alfredo Bensaúde (Rua A)
38	Portela (Seminário)
39	IC2
40	Avenida de Moscavide / Rua Francisco M. Beato
41	Avenida Principal

A Tabela 9 e a Tabela 10 analisam, respectivamente, o parque automóvel e o tráfego acumulado com base nos três fluxos diários. As contagens de veículos são efectuadas em postos de contagem de entrada e de saída (tabela 8).

Tabela 9 Análise do parque automóvel com base nos fluxos diários.

<b>PERÍODO 0-7 HORAS</b>		
Parque monitorizado estimado +	Saldo entradas e saídas 0-7 horas	= Parque presente
230.000	1.662	231.662
<b>PERÍODO 7-13 HORAS</b>		
Parque presente 0-7 horas +	Saldo entradas e saídas 7-13 horas	= Parque presente
231.662	69.784	301.446
<b>PERÍODO 13-24 HORAS</b>		
Parque Presente 7-13 horas +	Saldo entradas e saídas 13-24 horas	= Parque presente
301.446	59.066	242.380

Tabela 10 Análise diária dos fluxos de tráfego de entrada e saída .

PERÍODO	Tráfego de entrada	Tráfego de saída	Tráfego acumulado
0 – 7 h	5.466	3.804	+ 1.662
7 – 13 h	77.475	7.601	+ 69.784
13 – 24 h	31.450	90.510	- 59.066

Dos dados obtidos verifica-se que o tráfego com destino ou origem em Lisboa é significativo, confirmando a existência de um desequilíbrio no ciclo diário a favor do tráfego entrado (centrípeto), entre as 7 e as 13 horas e o saído (centrífugo) entre as 13 e as 24 horas. No primeiro caso o tráfego acumulado chega a atingir 69.784 veículos e no segundo o diferencial é de 59.066. De acordo com as Tabelas 9 e 10 em cada dia seriam adicionados cerca de 10.000 carros ao stock de Lisboa. Sendo manifestamente falso, a justificação estará por certo no facto de as contagens efectuadas nos 30 postos principais não representarem as trocas de totais de fluxo de tráfego entre a cidade e a região.

Tendo em conta as análises efectuadas em Espanha e Inglaterra, [1] e admitindo para a cidade de Lisboa uma taxa de motorização de 350 veículos por mil habitantes, estima-se que o tráfego acumulado entre as 7 e as 13 horas corresponde a um aumento de 30% no parque motorizado da cidade.



## CAPÍTULO 4



4

### **RELAÇÃO ENTRE INTENSIDADE DE TRÁFEGO E VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO DE TRANSPORTE PÚBLICO DE SUPERFÍCIE**



## **4.1 INTRODUÇÃO**

Pretende-se determinar a relação entre a intensidade de tráfego e a velocidade média de circulação do transporte público de superfície, com o recurso a medições efectuadas no Sistema de Controlo Semafórico da Câmara Municipal de Lisboa (GERTRUDE) e no Sistema de Ajuda à Exploração e Informação aos Passageiros (SAEIP) da Companhia Carris de Ferro de Lisboa. Os resultados são, para cada dia, apresentados e discutidos separadamente. Em posse de todas as técnicas de caracterização, passamos ao estudo pormenorizado e procuramos estabelecer quais os fluxos admissíveis de Transporte Individual nas portas de acesso à cidade de Lisboa, para que dos Transportes Públicos tenham a Velocidade Média de Circulação acima de um valor de referência. Foi levada a efeito uma experiência com o recurso ao controlo de uma das portas principais da cidade e a comprovação do efeito de regulação na velocidade média de circulação do transporte público de superfície.

## **4.2 MEDIÇÕES**

### **4.2.1 Sistema de Ajuda à Exploração**

O Sistema de Ajuda à Exploração e Informação aos Passageiros (SAEIP), é um sistema de gestão da frota em tempo real, a partir da localização automática de veículos, capaz de nos fornecer o tempo total e o tempo em movimento gasto pelo autocarro entre dois pontos do itinerário. Ao primeiro chamaremos “tempo comercial” e ao segundo o “tempo circulação”. Na Fig. 15 representa-se um autocarro equipado com sistemas de comunicação. Numa primeira fase este sistema foi instalado em 10 carreiras, servidas por 115 autocarros, com instalação simultânea de painéis de informação, em tempo real, em 20 paragens.

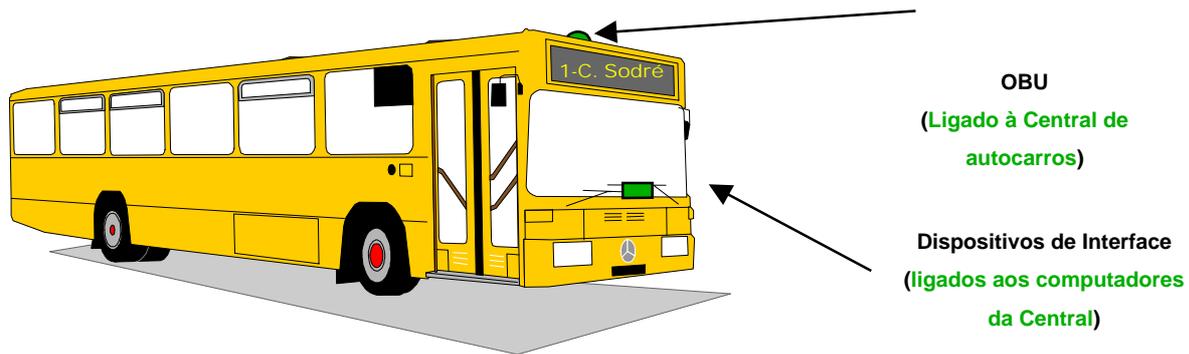


Figura 15 Autocarro equipado com “Sistema de Apoio à Exploração e Informação aos Passageiros” (SAEIP).

#### 4.2.2 Percurso

A Carreira 1, Cais do Sodré/Charneca, é uma das carreiras já integradas no sistema. São utilizados 12 autocarros (chapas), em intervalos de cerca de 12 minutos (5 autocarros por hora). Na Fig. 16 encontra-se indicado o percurso em observação.



Figura 16 Percurso da carreira 1 (Cais do Sodré/Charneca) em observação.

O seu itinerário entre o Cais do Sodré e o Campo Grande Norte (ver Figura 14), é coincidente com o eixo Norte/Sul urbano, cujas distâncias por troço constam da Tabela 11.

Tabela 11 Distâncias por troço do percurso em observação.

C. Sodré-Rossio	1710m
Rossio-Marquês	1760m
Marquês-Saldanha	890m
Saldanha-Entrecampos	1550m
Entrecampos-Campo Grande	1330m
<b>TOTAL</b>	<b>7240m</b>
Campo Grande- Entrecampos	1300m
Entrecampos- Saldanha	1570m
Saldanha- Marquês	890m
Marquês Rossio	1870m
Rossio- C. Sodré	1310m
<b>TOTAL</b>	<b>6940m</b>

Este eixo é dos mais utilizados pelos transportes públicos de superfície podendo a sua alimentação através do eixo radial das Amoreiras pela porta 32 (Tabela 8) ser controlada por gestão semafórica existente na Praça Marquês de Pombal.

Considerámos este conjunto estratégico para a determinação da velocidade média de circulação do transporte público nos vários troços, ao longo do dia, relacionada com as variáveis de tráfego que caracterizam os fluxos de transporte individual.

O gráfico da Fig. 17 ilustra a variação horária do fluxo de tráfego no dia 09/09/2002 recolhida no sistema Gertrude (CT 24) e compara-a com a variação global de um dia médio, nas portas da cidade de Lisboa (Fig. 12).

Constata-se que o fluxo na porta em análise pode ser considerado como representativo do fluxo global de entrada na cidade. O seu andamento é similar e representa cerca de 10% do valor global embora o pico na hora de ponta da manhã seja menos acentuado.

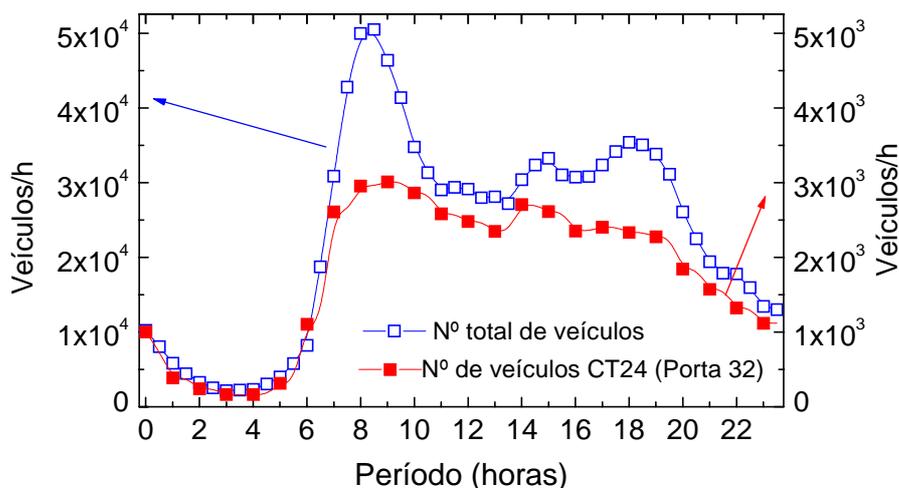


Figura 17 Comparação da variação horária do tráfego diário total e parcial (porta 32).

#### 4. 2.2 Período de análise

De um modo geral, o percurso em análise apresenta uma elevada procura rodoviária dificultando a realização de experiências que poderão eventualmente levar a uma saturação na zona envolvente. Estudos recentes têm demonstrado que algumas das praças que fazem parte deste itinerário estão a funcionar, nas horas de ponta, perto da sua capacidade, apesar das restrições impostas nos cruzamentos localizados nas suas extremidades. Contudo, as condições de circulação no período de realização das contagens e avaliação dos indicadores de desempenho do sistema de transportes (primeiros dias de Setembro de 2002) são genericamente satisfatórias garantindo as condições de fluidez. Assim, pareceu-nos fundamental utilizar este período para a determinação do coeficiente de correlação linear entre a variação horária de tráfego injectada nas Amoreiras (CT24) e a Velocidade Média de Circulação (VMC) do transporte público no percurso referido.

#### 4. 2.3 Capacidade de transporte

O percurso escolhido constitui, actualmente, uma ligação entre importantes locais na rede de transportes colectivos da cidade de Lisboa, nomeadamente Cais do Sodré, Praça do Comércio, Campo Grande. É nele que se faz a articulação com as travessias fluviais, e a ligação de toda a zona norte da cidade. Estes locais são servidos quer por carreiras de autocarros, quer de eléctricos. Estas carreiras têm uma grande área de influência, servindo zonas tão distintas como, por exemplo, Benfica, Restelo, Lumiar, Algés, Parque das Nações.

Em níveis quantitativos, a importância destas carreiras traduz-se num elevado número de circulações em todas as vias que compõem o itinerário, sobretudo na hora de ponta. A título de exemplo, no troço entre o Cais do Sodré e o Rossio o número de circulações na hora de ponta da manhã (07H30–08H30) atinge 18 carreiras e 94 circulações até a Praça do Comércio e 14 carreiras e 72 circulações até ao Rossio.

#### 4. 2.4 Trabalhos de campo

Os trabalhos de campo são constituídos por dois conjuntos de informação complementar: tempos de circulação e fluxos horários. Define-se tempo de circulação como sendo o tempo gasto por um grupo de veículos a percorrer um determinado percurso. O tempo comercial resulta do somatório do tempo de circulação com o tempo dispendido nas diferentes paragens de transportes.

A Tabela 12 resume os tempos e as paragens fornecidos pela Carris para a carreira 1 no percurso Cais do Sodré-Rossio. A título ilustrativo, os dados relativos aos tempos de circulação no sentido Cais do Sodré/Campo Grande, relativos ao dia 16 de Setembro de 2002, encontram-se no Apêndice A8.

. A Velocidade Média de Circulação (VMC) do transporte público, é definida como:

$$VMC = \frac{nL}{\sum t_j}$$

Em que L é o comprimento do troço, e  $t_j$ 's são os tempos gastos por um grupo de n veículos em percorrer o referido troço.

Tabela 12 Exemplo de tempos de circulação, tempos comerciais e número de paragens observadas na carreira 1.

Troço	Chapa	Tempo Circulação (min)	Tempo Comercial (min)	Início	Paragens
CAIS SODRÉ - ROSSIO	6	4	4	02-09-2002 5:36	2
CAIS SODRÉ - ROSSIO	7	5	5	02-09-2002 5:49	2
CAIS SODRÉ - ROSSIO	8	5	5	02-09-2002 6:01	2
CAIS SODRÉ - ROSSIO	1	6	6	02-09-2002 6:13	2

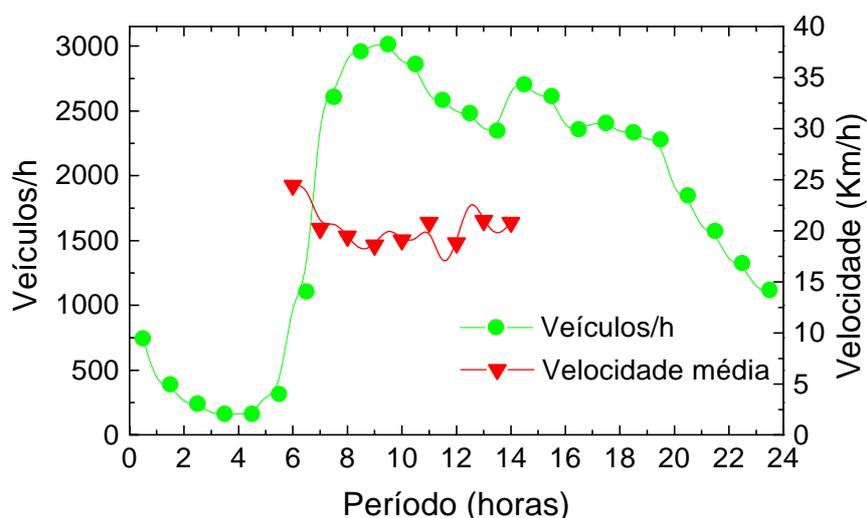


Figura 18 Débito da CT24 e a velocidade média de circulação no percurso Cais do Sodré/Campo Grande (SC) no dia 09/09/2002.

Conhecidas as distâncias por troço entre o Cais do Sodré e o Campo Grande (Tabela 10) determinamos a Velocidade Média de Circula o do transporte público.

A distribui o horária do fluxo de tráfego entrado na porta 32 e as correspondentes VCM encontram-se representadas, para o dias 9 de Setembro de 2002, nas Fig. 18, Fig. 20 e Fig. 22. Nas Fig. 19, Fig. 21 e Fig. 23 representam-se as distribui es relativas ao dia 16 do mesmo mês. CS representa o percurso Campo Grande para Cais do Sodré, SC o Cais do Sodré /Campo Grande e CSC o percurso total (SC+CS).

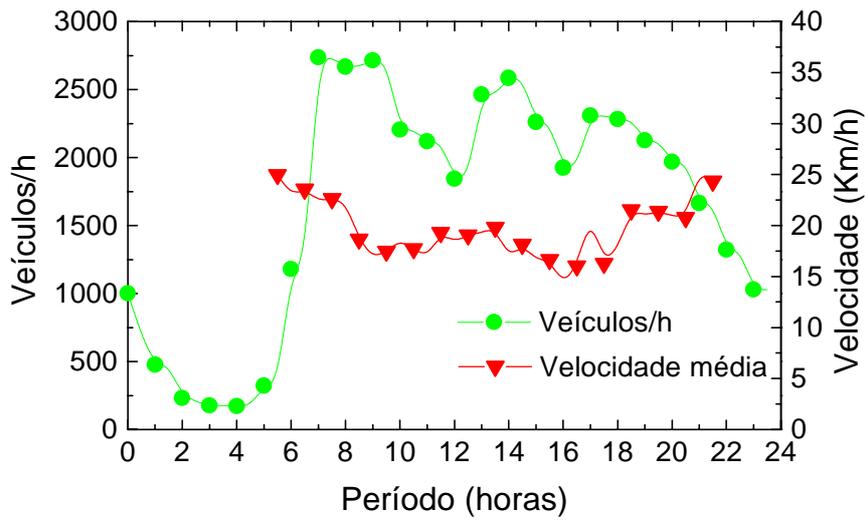


Figura 19 Débito da CT24 e a velocidade média de circulação no percurso Cais do Sodré/Campo Grande (SC) no dia 16/09/2002.

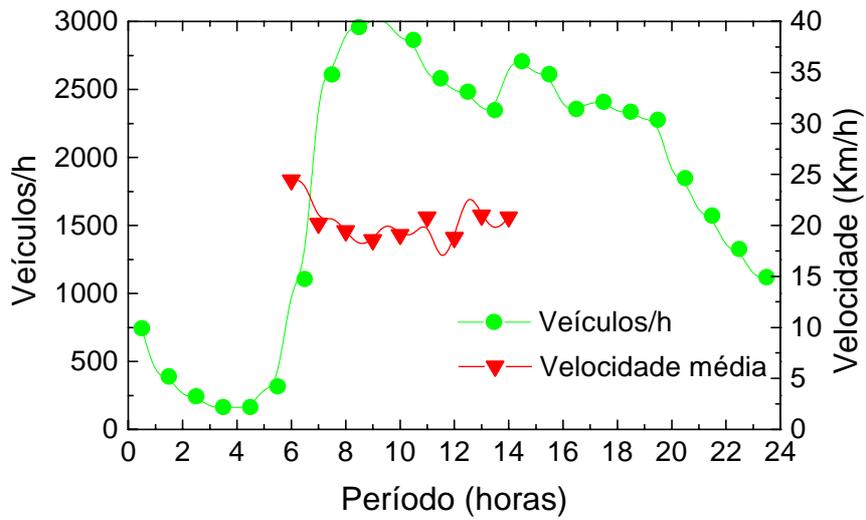


Figura 20 Débito da CT24 e a velocidade média de circulação no percurso Campo Grande/Cais do Sodré (CS) no dia 09/09/2002.

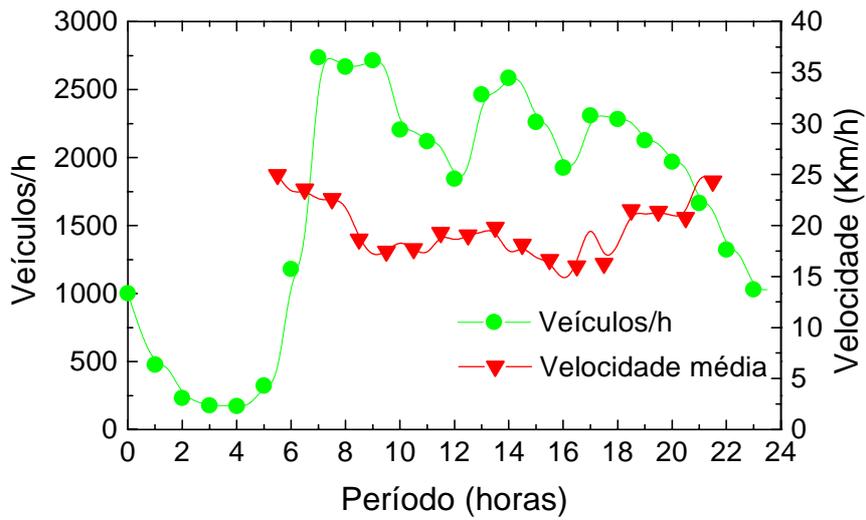


Figura 21 Débito da CT24 e a velocidade média de circulação no percurso Campo Grande/Cais do Sodré (CS) no dia 16/09/2002.

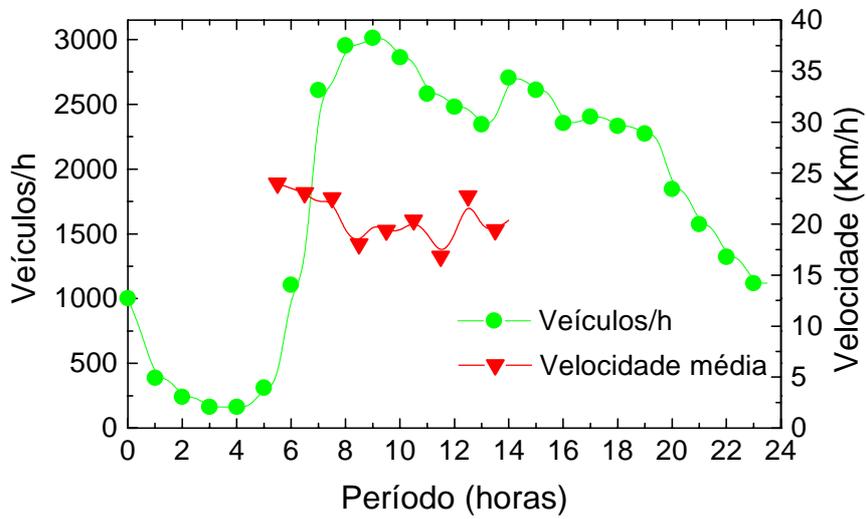


Figura 22 Débito da CT24 e a velocidade média de circulação no percurso total de ida e volta (CSC) no dia 09/09/2002.

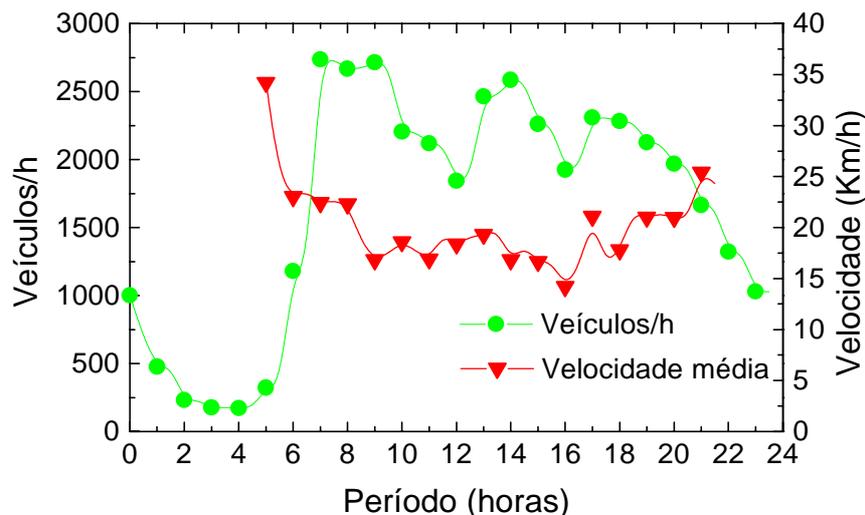


Figura 23 Débito da CT24 e a velocidade média de circulação no percurso total de ida e volta (CSC) no dia 16/09/2002.

Entre as 5 horas da manhã e as 2 horas e meia da tarde, para cada um dos percursos analisados (Ver figuras 18 a 23) fomos calcular o coeficiente de correlação linear entre o conjunto de pontos representativos da variação horária de tráfego injectado nas Amoreiras (CT24) e o conjunto de pontos correspondentes à Velocidade Média de Circulação do transporte público. Estes coeficientes encontram-se indicados na Tabela 13 para cada percurso. Os resultados indicam a existência de uma boa correlação entre as duas variáveis. Os coeficiente são, como esperávamos, negativos o que significa que quando o fluxo de tráfego diminui a velocidade média de circulação aumenta.

Tabela 13 Coeficiente de correlação entre a variação horária de tráfego e a velocidade média.

Data	SC	CS	SCS
09 / 09 / 02	- 0,714 (Fig. 18)	- 0,310 (Fig. 20)	- 0,607 (Fig. 22)
16 / 09 / 02	- 0,710(Fig. 19)	- 0,669(Fig. 21)	- 0,710 (Fig. 23)

A interpretação probabilística da correlação, por si só, não é suficiente para a caracterização de uma interdependência causal directa entre as duas funções. São necessárias medidas auxiliares, que confirmem o previsto e que forneçam informações mais exactas. A associação

de uma determinada variação na velocidade num eixo a uma variação numa das entradas na cidade, torna-se, por vezes, ambígua, uma vez que estamos a tratar de funções complexas. A velocidade num determinado eixo está condicionada por factores muito diferentes como os limites de velocidade, a velocidade de coordenação dos semáforos, a capacidade dos cruzamentos na zona envolvente. Procurando dar consistência aos resultados obtidos, vamos dedicar alguma atenção ao funcionamento da Praça do Marquês de Pombal. Efectuámos contagens direccionais na hora de ponta da manhã (Tabela 14).

Tabela 14 Contagens Direccionais (hora ponta da manhã).

O/D	J. A. AGUIAR	F. P. MELO	LIBERDADE	OUTROS
		veículos/h	veículos/h	%
J. A. AGUIAR	—	880 ( 40%)	660 ( 30%)	30%
F. P. MELO	640 ( 20%)	—	1280 ( 40%)	40%
LIBERDADE	750 ( 42%)	900 ( 50%)	—	8%

Na Fig. 24 representa-se a distribuição de tráfego proveniente da porta 32, no percurso em observação.

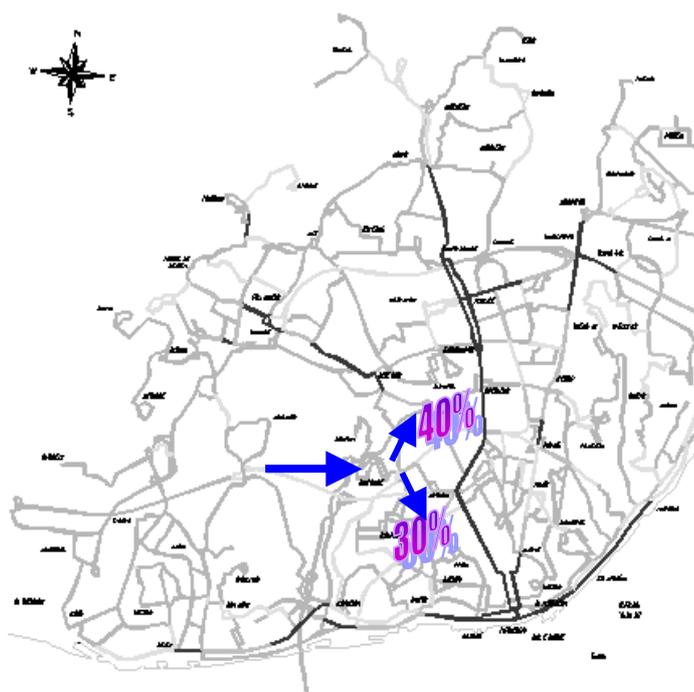


Figura 24 Distribuição de tráfego no itinerário em observação.

Pela análise dos resultados obtidos concluímos:

- A porta da cidade localizada nas Amoreiras, injecta através da Av. Joaquim António de Aguiar cerca de 70% do seu débito no trajecto da linha da Carris em análise (ver Fig. 24).
- A Av. Joaquim António de Aguiar, como porta de saída da cidade, recebe 62% do seu tráfego, do trajecto da carreira 1 em estudo.
- As trocas de tráfego entre a Av. Joaquim António de Aguiar e a Praça do Marquês de Pombal, localizada sensivelmente a meio do percurso, são significativas. Influencia directamente a velocidade no troço em estudo durante todo o ciclo.

Poderemos formular o problema da melhoria da qualidade do Transporte Público a custos mínimos como um problema de optimização. Limitando o débito dos veículos de entrada numa porta é possível assegurar a melhoria da qualidade duma carreira. Vamos estabelecer quais os fluxos admissíveis de Transporte Individual nas portas de acesso à cidade de Lisboa, para que os Transportes Públicos tenham a Velocidade Média de Circulação acima de um valor de referência.

A Fig. 25 traduz a relação entre intensidade de tráfego,  $I$ , e a velocidade de circulação do transporte público,  $VMC$ , nas condições das medições efectuadas anteriormente.

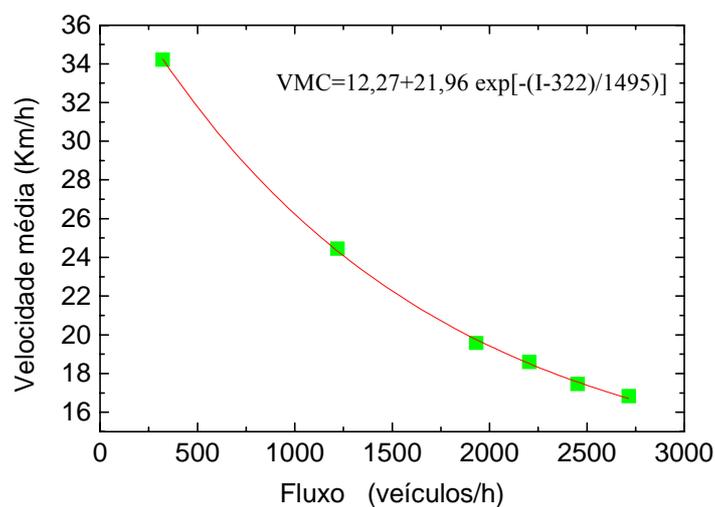


Figura 25 Relação velocidade de circulação do transporte público/intensidade de tráfego.

Os resultados indicam uma variação exponencial da VMC com o fluxo veicular. À medida que o fluxo aumenta a velocidade decai atingindo-se uma velocidade mínima de circulação de

16,9 km/h para valores próximos de 2710 veículos/h. Instalando um sistema centralizado de controlo semafórico capaz de permitir a limitação o débito de veículos na CT24 para cerca de 2100 veículos/h seria de esperar um aumento da velocidade mínima para valores que rondam os 19 km/h. Este valor de velocidade é razoável dadas as actuais condições, nomeadamente incumprimento das regras de estacionamento e de circulação e diminuta percentagem da rede da Carris coberta por corredores próprios.

No que se segue referiremos uma experiência efectuada com recurso ao controlo de uma das portas e capaz de diminuir o débito de entrada de veículos no percurso em observação.

### **4.3 EXPERIÊNCIA**

Tendo em conta os resultados obtidos anteriormente, foi levada a efeito uma experiência com o recurso ao controlo de uma das portas principais da cidade – Avenida Joaquim António de Aguiar/Praça Marquês de Pombal. Esta porta da cidade localizada nas Amoreiras, injecta através da Av. Joaquim António de Aguiar cerca de 70% do seu débito no trajecto da linha da Carris em análise, influenciando directamente durante todo o ciclo as condições de tráfego do troço em estudo.

A Fig. 26 relaciona as intensidades de tráfego, no eixo radial das Amoreiras, em secções distintas, entrada do viaduto Duarte Pacheco (CT24) e Av. Joaquim António de Aguiar (CT5) mostrando um andamento similar para as duas curvas. As condições de circulação no período de realização das contagens e avaliação dos indicadores de desempenho do sistema de transportes (primeiros dias de Setembro de 2002), garantiam as condições de fluidez assegurando a interdependência entre as duas curvas.

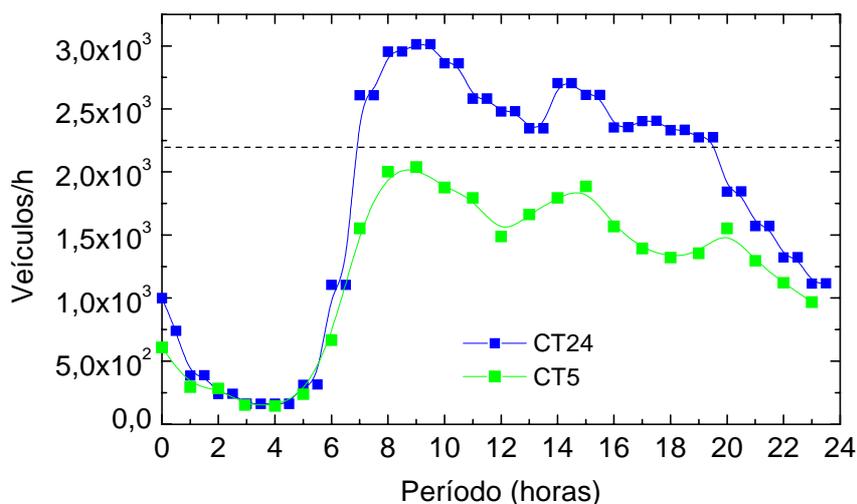


Figura 26 Fluxos horários de tráfego da CT24 e CT5.

Nos sistemas semafóricos de gestão centralizada e para defesa da fluidez de tráfego estão instalados, em locais estratégicos, sensores que permitem garantir que nos grandes eixos de penetração da cidade o controlo numa secção a jusante (Av. Joaquim António de Aguiar) vai influenciar o fluxo de tráfego nas secções a montante, [16, 42, 43], podendo-se pois recorrer ao controlo desta porta para comprovar o efeito de regulação na velocidade de circulação dos autocarros.

A experiência desenvolve-se em três dias consecutivos (11, 12 e 13 de Fevereiro de 2003). Para o conveniente acompanhamento das opções tomadas ao longo da experiência, foram atribuídos aos indicadores de dados de saída do sistema de controlo semafórico “MOUC089” Z:3 (Zona de Regulação nº3) a tarefa de seguir e contabilizar as variações no tempo de verde do semáforo de controlo na entrada da Praça Marquês de Pombal. Ao indicador “CT5 5Minutes” atribuída a contabilização dos débitos de veículos em cada 5 minutos. O dia 11 é um dia normal em termos de controlo. Os detectores de fila de espera encontravam-se no seu estado natural (§ 2.2). Estes detectores são representativos das condições de fluidez do percurso influenciando directamente a velocidade de circulação dos autocarros uma vez que limitam, quando actuados, o débito de veículos no percurso em estudo. Nos dias 12 e 13 os detectores de fila de espera funcionaram alternadamente no seu estado natural e no estado forçado. No estado forçado simularam-se tempos de ocupação de hipotéticas filas de espera na

saída da Avenida Joaquim António de Aguiar. No que se segue analisaremos os resultados experimentais nos diferentes dias:

- CT5 5Minutes” e “MOUC089” Z:3 no dia 11/2/2003:

O dia 11/2/2003, terça-feira, pode ser considerado como um dia padrão em termos de tráfego, considerando a época do ano e as condições meteorológicas favoráveis à circulação em Lisboa.

Analisando a ”CT5 5Minutes”, representada na Fig. 27, verificamos uma pequena amplitude de variação entre as 7h e 30m e as 8h e 30m, com valores a oscilar entre os 185 veículos e os 160 cada 5 minutos, a que corresponde uma intensidade média de tráfego de 2.070 veículos por hora.

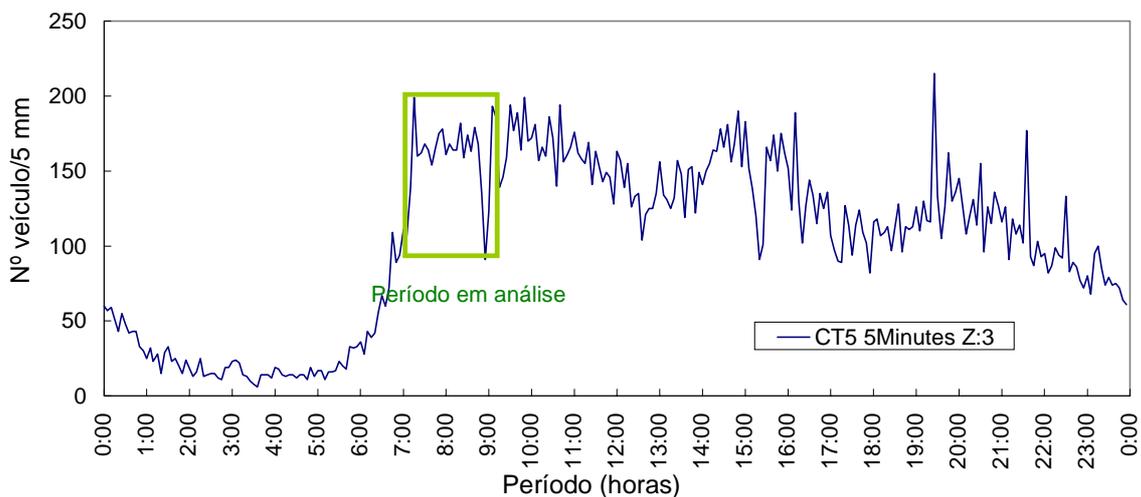


Figura 27 Intensidade veículos cada 5 minutos ” CT5 5Minutes” no dia 11/2/2003.

Observando o indicador de dados de saída do sistema “MOUC089” Z:3, representado na Fig. 28, constata-se a sua estabilidade entre as 7h e 30m e as 9h. O valor médio (34,45 s) dá-nos conta de alterações dinâmicas ao valor de 35 segundos previsto na programação estática. Significa que apenas às 8h e 45m, se registou um incidente que levou o sistema a reagir e a tomar decisões em defesa da fluidez da zona, limitando a entrada de veículos.

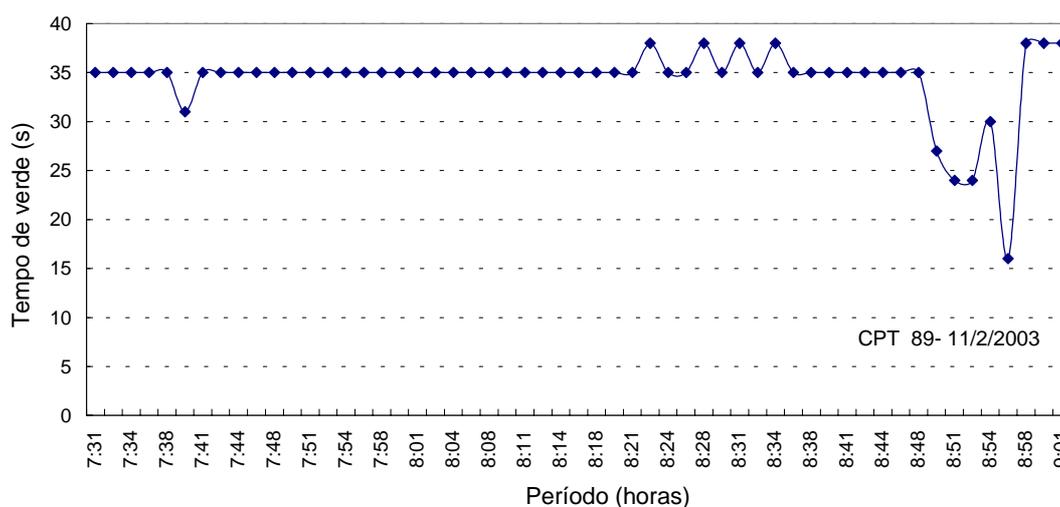


Figura 28 Indicador de dados de saída do sistema “MOUC089” Z:3 no dia 11/2/2003.

- CT5 5Minutes” e “MOUC089” Z:3 no dia 12/2/2003:

O dia 12/2/2003, quarta-feira, é caracterizado, à semelhança do dia anterior, como um dia padrão em termos de tráfego (Fig. 29). No entanto, entre as 8h e as 9h, hora de ponta da manhã, tomaram-se algumas medidas a nível do controlo dos algoritmos responsáveis pela estratégia de acesso à Praça Marquês de Pombal. Objectivamente, a nível da microregulação foram-se provocando incidentes nos detectores estratégicos, simulando tempos de ocupação de hipotéticas filas de espera na saída da Avenida Joaquim António de Aguiar. Como resultado, observando o indicador de dados de saída do sistema “MOUC089” Z:3, representado na Fig. 30, constatamos algumas variações atípicas. O valor médio é (31,76 s) indica que durante uma hora o sistema reagiu e tomou decisões em defesa da pseudo-fluidez da zona, provocando uma descida de 8% no valor médio do dia padrão e provocando algumas retenções de veículos.

Analisando a “CT5 5Minutes”, representado na Fig. 29, verificamos um ligeiro aumento na amplitude de variação entre as 8h e as 9h, se compararmos com o dia anterior, com valores a oscilar entre os 212 e os 110 veículos cada 5 minutos, a que corresponde uma intensidade média de tráfego de 1962 veículos por hora, ou seja, uma descida efectiva de 5.5% relativamente ao dia anterior.

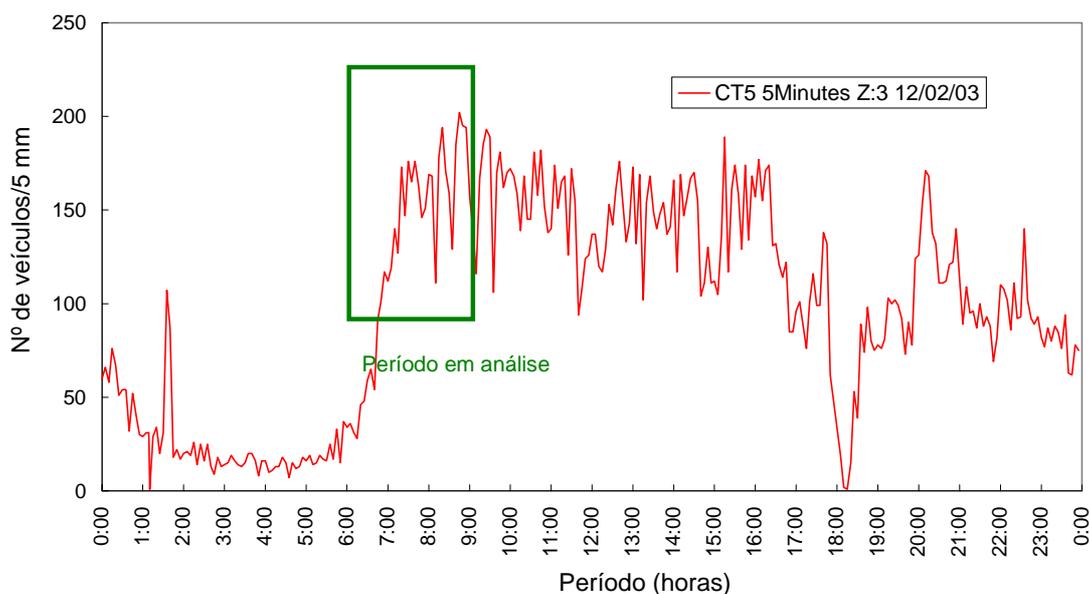


Figura 29 Intensidade veículos cada 5 minutos ” CT5 5Minutes” no dia 12/2/2003.

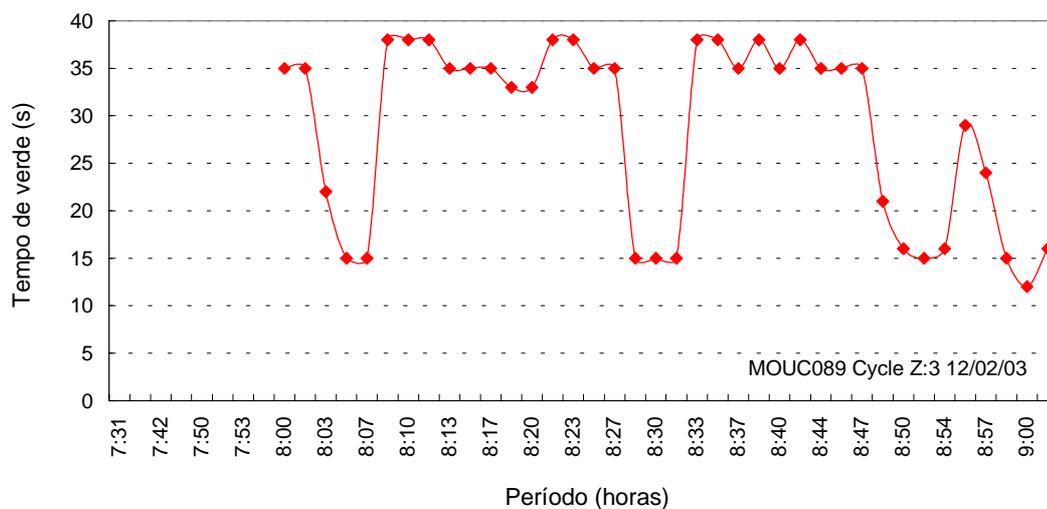


Figura 30 Indicador de dados de saída do sistema “MOUC089” Z:3 no dia 12/2/2003.

- CT5 5Minutes” e “MOUC089” Z:3 no dia 13/2/2003:

Poderemos caracterizar o dia 13/2/2003, quinta-feira, à semelhança dos dias anteriores, como um dia padrão em termos gerais de tráfego. O indicador de tempo de ciclo, durante o período experimental, na hora de ponta da manhã, na zona Pombal, no dia 13/2/2003, dá-nos conta dessa realidade, (ver Fig. 31). A partir das 7h e 45m, está já em execução o ciclo máximo, por

outras palavras, os detectores estratégicos ligados à subida do tempo de ciclo estão com as solicitações máximas.

Tomando em consideração os resultados do dia anterior, alargou-se o período experimental e aumentámos a cadência dos pseudo incidentes. Como resultado, observando o indicador de dados de saída do sistema “MOUC089” Z:3, representado na Fig. 33, constatamos: valor médio é (29,78 s), significando que durante uma hora e meia o sistema reagiu e tomou decisões em defesa da pseudo-fluidiz da zona, limitando a entrada de veículos, provocando uma descida de 13.55% no valor médio do dia padrão e provocando, na entrada, retenções de veículos.

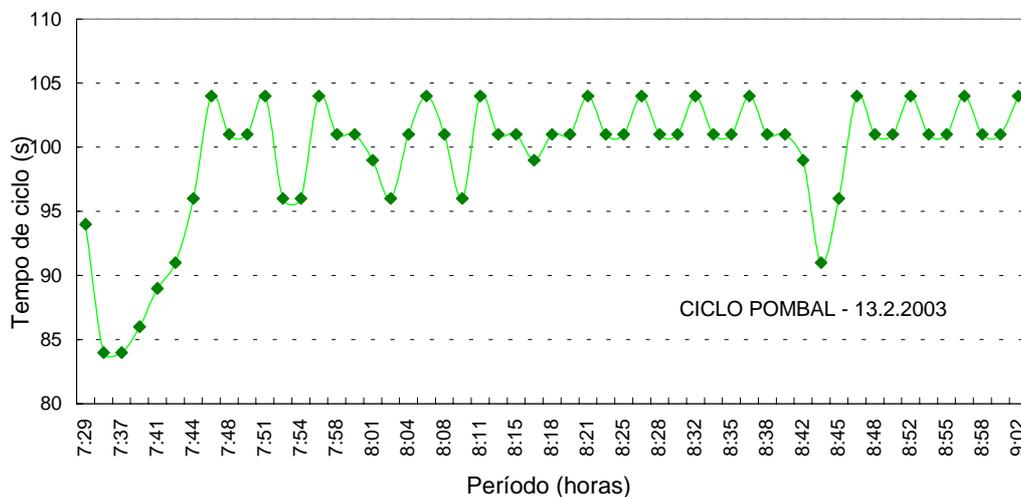


Figura 31 Indicador de tempo de ciclo na zona Pombal no dia 13/2/2003.

Analisando a ”CT5 5Minutes”, representado na Fig. 32, observamos três zonas de amplitude diferente entre as 7h e as 9h. A primeira zona com valores a oscilar entre os 180 e os 112 veículos cada 5 minutos, a segunda zona com pequenas amplitudes em torno de 153 veículos cada 5 minutos e a terceira zona com valores a oscilar entre os 200 e os 125 veículos cada 5 minutos a que corresponde uma intensidade média de tráfego de 1750 veículos por hora, ou seja, uma descida efectiva de 18.3% relativamente ao dia padrão.

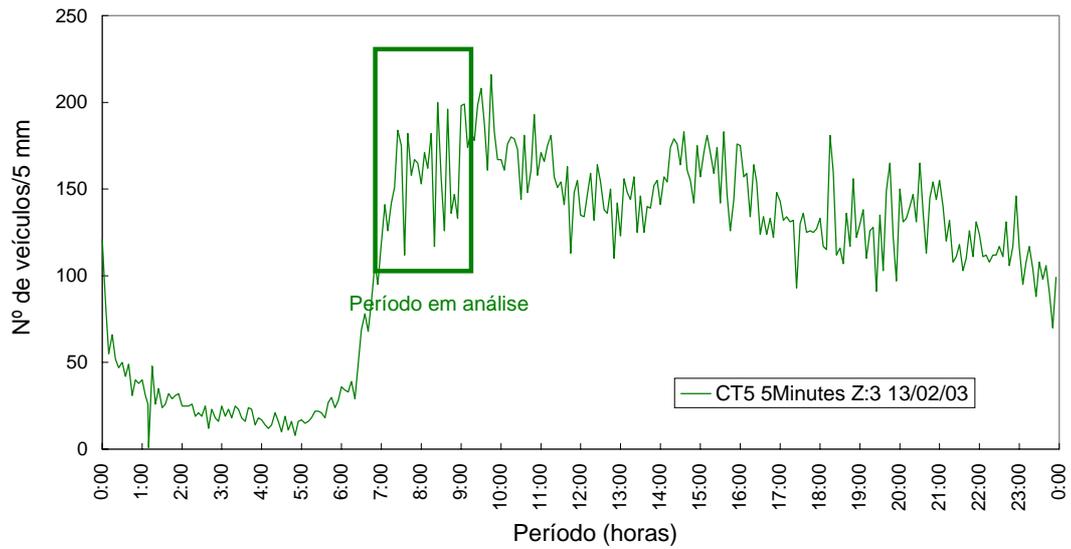


Figura 32 Intensidade veículos cada 5 minutos ”CT5 5Minutes”, no dia 13/2/2003.

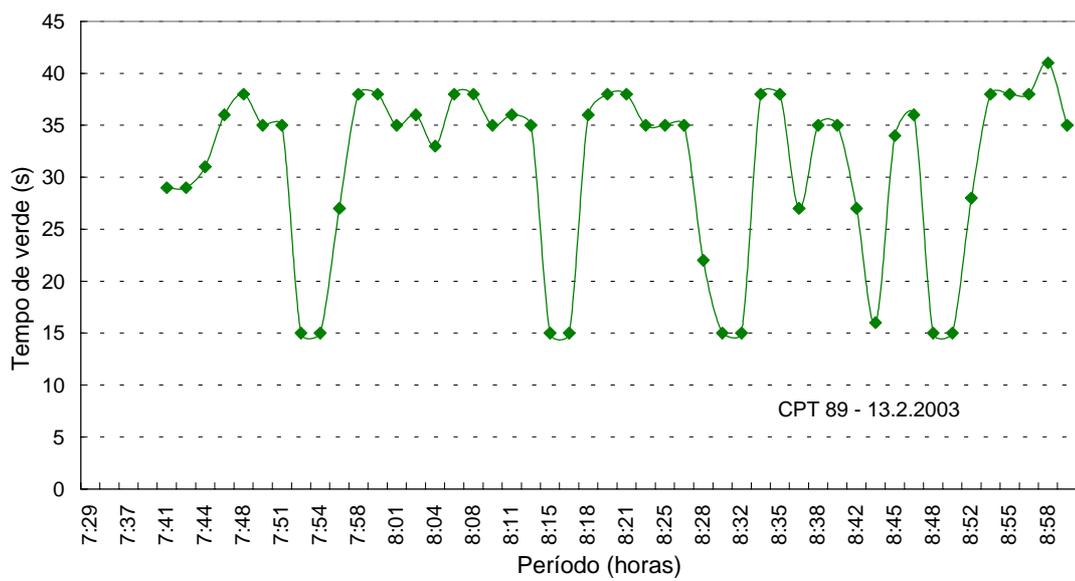


Figura 33 Indicador de dados de saída do sistema “MOUC089” Z:3 no dia 13/2/2003.

## 4.4 VARIAÇÃO DA VELOCIDADE MÉDIA DE CIRCULAÇÃO

Considerámos que continuavam reunidas as condições estratégicas para que, na determinação da variação da velocidade média de circulação dos autocarros, se utilizasse o controlo da Carreira 1-Cais do Sodré/Charneca e o seu itinerário entre o Cais do Sodré e o Campo Grande Norte (CS, SC e CSC, ver §4.2.4). Utilizámos como ferramenta de aquisição de dados o sistema de gestão da frota da Carris, SAEIP. No período experimental, estamos a controlar uma só porta da cidade, pelo que os resultados a conseguir, poderão ser potenciados se o controlo for alargado a outras zonas.

- Percurso Cais do Sodré-Campo Grande (SC)

Na Fig. 34, está representada a variação da velocidade média de circulação da carreira 1 no percurso Cais do Sodré-Campo Grande (SC), entre as 5h e 30m e as 11h nos dias 11/2/2003, 12/2/2003 e 13/2/2003.

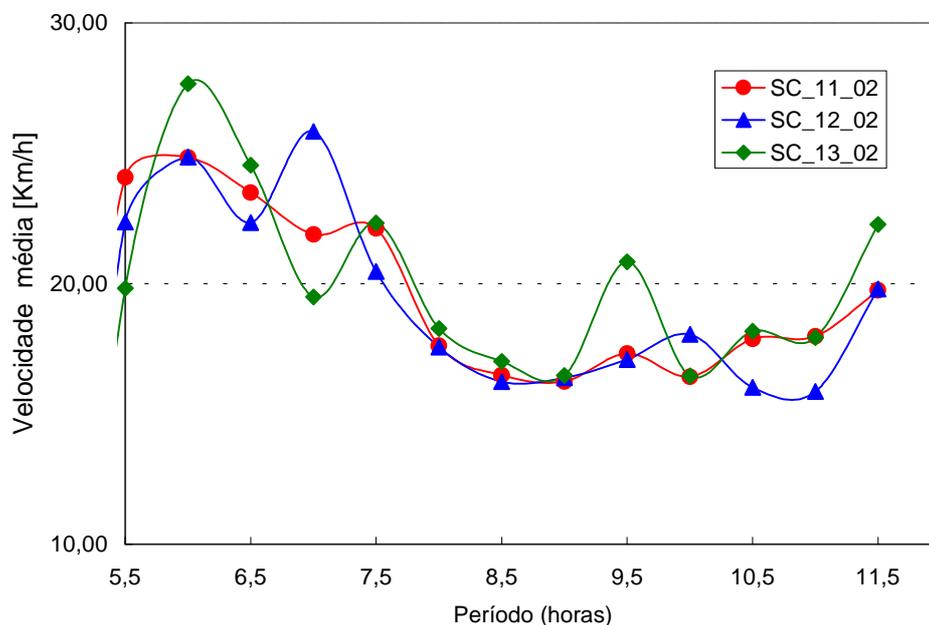


Figura 34 Variação da VMC percurso Sodré-Campo Grande (SC) nos dias 11/2/2003 12/2/2003 e 13/2/2003.

No período relativo à experiência e nos dias 11/2/2003 e 12/2/2003, registaram-se velocidades médias ligeiramente abaixo de 18 km/h. Apenas no dia 13/2/2003 se conseguiu um ligeiro acréscimo. Este facto deve-se a que, na hora de ponta da manhã, o sistema de controlo favorece a entrada na zona. Grande parte do percurso é feito no sentido contrário à banda de coordenação de semáforos. Assim, estamos perante o sentido de circulação mais difícil, razão pela qual, durante um longo período de tempo, a velocidades se mantém inferior a 20Km/h durante os três dias analisados.

- Percurso Campo Grande-Cais do Sodré (CS)

A variação da velocidade média de circulação no percurso Campo Grande-Cais do Sodré (CS) está representada na Fig. 35. No período experimental do dia 11/2/2003 registou-se uma velocidade mínima de 15 km/h. No dia 12 registaram-se velocidades médias próximas de 18 km/h. Finalmente no dia 13/2/2003, conseguiu-se um acréscimo de cerca de 11%, atingindo-se uma velocidade otimizada de 20.04 km/h.

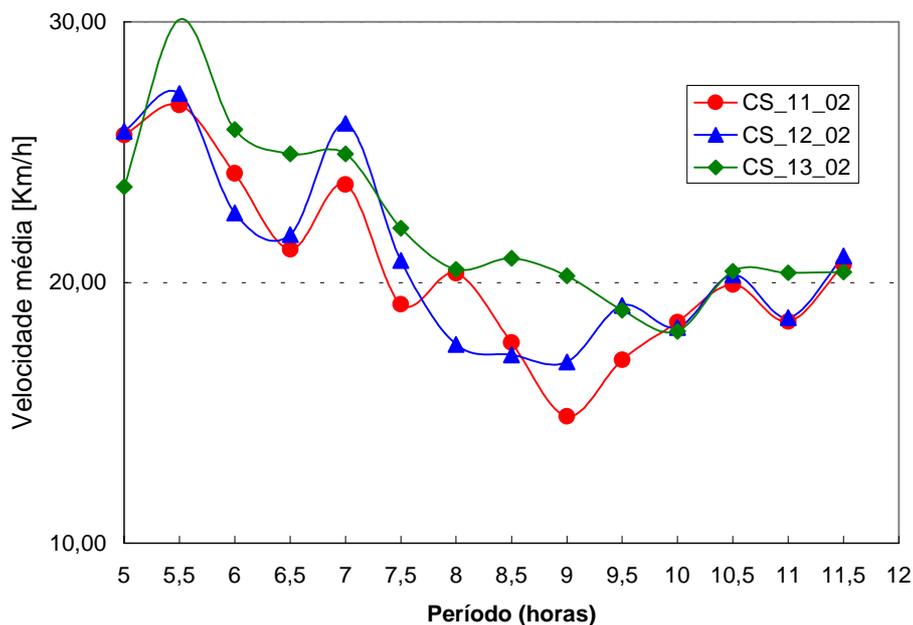


Figura 35 Variação da VMC percurso Campo Grande para Sodré (CS) nos dias 11/2/2003 12/2/2003 e 13/2/2003.

- Percurso Campo Grande-Cais do Sodré-Campo Grande (CSC),

Na Fig. 36 mostra-se a variação da velocidade média de circulação no percurso total Campo Grande-Cais do Sodré-Campo Grande (CSC), entre as 5h e 30m e as 11h nos dias 11/2/2003, 12/2/2003 e 13/2/2003.

No dia 11/2/2003, o fluxo de veículos durante o período experimental é de 2.070 veículos/h. Analisando a "CT5 5Minutes", representada na Fig. 27, verificamos uma pequena amplitude de variação entre as 7h e 30m e as 8h e 30m, com valores a oscilar entre os 160 e os 185 veículos por cada 5 minutos. A injeção deste fluxo no percurso em observação, tem efeitos particularmente gravosos na velocidade de circulação dos autocarros, provocando a sua degradação a partir das 7 horas com um mínimo próximo das 9 horas (15 km/h). A velocidade comercial mínima indicada pela Carris, nas Ruas da Prata e do Ouro, foi de respectivamente 11,6 e 9,5 km/h, comprovando os valores baixos encontrados para a velocidade de circulação. Estas velocidades são consideradas gravosas e não respondem às necessidades fundamentais dos utilizadores de transporte público.

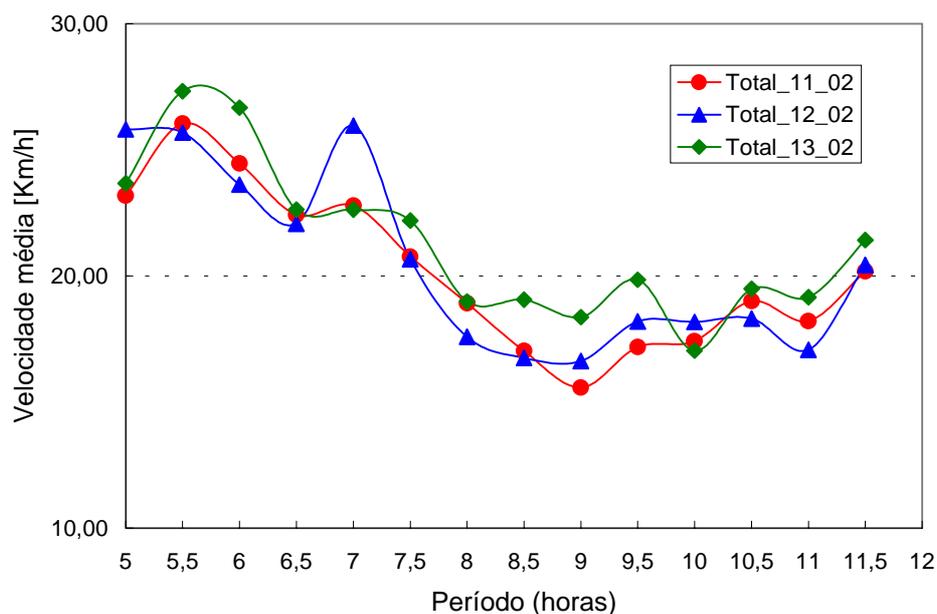


Figura 36 Variação da VMC percurso total de ida e volta (CSC) nos dias 11/2/2003 12/2/2003 e 13/2/2003.

No dia 12/2/2003, entre as 8h e as 9h, analisando a "CT5 5Minutes" (Fig. 29) verificamos um ligeiro aumento na amplitude de variação, com valores a oscilar entre os 110 e os 212 veículos por cada 5 minutos, a que corresponde uma intensidade média de tráfego de 1962 veículos por hora, ou seja, uma descida efectiva de 5.5% relativamente ao dia anterior,

consequência das medidas a nível do controlo dos algoritmos responsáveis pela estratégia de acesso à Praça Marquês de Pombal. Objectivamente, a nível da microregulação foram-se provocando incidentes nos detectores estratégicos, Diminuindo progressivamente a injeção de veículos no percurso em observação, vai ter efeitos menos graves na velocidade de circulação dos autocarros e em particular da carreira 1. Durante aquele período experimental, constatamos uma estabilização da velocidade de circulação em torno de 17 Km/h, com o aumento da velocidade mínima em 13%.

*No dia 13/2/2003*, e tomando em consideração os resultados do dia anterior, alargou-se o período experimental. Analisando a "CT5 5Minutes" (Fig. 32), observamos três zonas de amplitude diferente entre as 7h e as 9h a que corresponde uma intensidade média de tráfego de 1750 veículos por hora, ou seja, uma descida efectiva de 18.3% relativamente ao dia padrão. A minimização da pressão imposta pela circulação automóvel no eixo em observação, à custa de medidas restritivas no controlo semaforico, introduz uma amplificação nos efeitos das medidas de prioridade ao transporte público instaladas no percurso em observação e conduz a valores da velocidade de circulação acima de 20 Km/h durante os primeiros 45 minutos do período experimental, decaindo para 19,09 Km/h no restante período (ver Fig. 36). Leva à estabilização da velocidade de circulação com um acréscimo superior a 2 Km/h em relação ao dia 11/2/2003 considerado o dia padrão e o aumento da velocidade mínima em 26%.

## **4.5 CONCLUSÕES E CRÍTICAS**

As conclusões a que chegamos na secção anterior são interessantes e possibilitarão uma melhor compreensão dos conceitos e temas desenvolvidos tendo em vista a formulação do problema de optimização da melhoria da qualidade do transporte público a custos mínimos. É um facto, que por detrás da estratégia laboratorial levada a cabo, nos valem da intuição, da experiência prática prévia, do conhecimento da cidade, não pretendendo ter obtido êxito completo na realização destes objectivos. O capítulo está ilustrado com gráficos reflectindo não simulações, mas casos específicos de acontecimentos e incidentes reais a partir da experiência e recolha de informação realizadas nos cinco dias referidos e em particular no

período mais crítico, a hora de ponta da manhã. Dado que o percurso em análise apresenta uma elevada procura rodoviária, dificultando a realização de testes à hora de ponta que pudessem eventualmente levar à saturação da zona envolvente, as experiências foram seguidas de perto pelos operadores dos sistemas de televigilância, com câmaras (CCTV) localizadas ao longo do percurso em observação (Cais do Sodré / Av. Ribeira das Naus, Marquês de Pombal / Av. Liberdade / Av. Fontes Pereira de Melo, Campo Pequeno / Av. da República / Entre-Campos). Estes sistemas são complementares ao controlo automático responsável pelas contagens de tráfego e pela monitorização das estratégias de gestão, não se tendo registado anomalias nos aspectos de segurança rodoviária, fluidez de tráfego, capacidade viária ou mesmo de comodidade.

As conclusões a que chegamos parecem revestir-se de solidez científica uma vez que ao estudo da interdependência do par estratégico (velocidade média de circulação do transporte público / intensidade de tráfego da porta), foram dedicados cinco dias de recolha de dados de controlo de tráfego e de exploração da rede de transportes no percurso em observação e na porta de injeção escolhida. Nos dias 9 e 16 de Setembro de 2002 e 11 de Fevereiro de 2003 a atitude foi reactiva, respondendo às solicitações tendo em vista a determinação das condições de circulação no período de realização das contagens e avaliação dos indicadores de desempenho do sistema de transportes. Nos dias 12 e 13 de Fevereiro de 2003 a atitude perante o trabalho foi pró-activa, fazendo acontecer. A nível da microregulação forçaram-se progressivamente incidentes nos detectores estratégicos, provocaram-se tempos de ocupação de hipotéticas filas de espera responsáveis por atrasos nos transportes públicos e obrigou-se o sistema a reagir com a consequente limitação da injeção do débito de veículos no percurso em observação.



## CAPÍTULO 5



## 5 CONCLUSÕES



## 5.1 TRABALHO REALIZADO

O objectivo deste trabalho foi minimizar, na cidade de Lisboa, a pressão imposta pela circulação automóvel no transporte colectivo de superfície.

No Capítulo 2 foram referidas algumas das medidas, ferramentas e componentes dum sistema de controlo de trânsito urbano. A opção pelo transporte público aumenta a capacidade de transporte de passageiros e melhora as condições de fluidez e velocidade, a capacidade de oferta e a eficácia de um sistema de transportes. O desenvolvimento das tecnologias da informação e das telecomunicações permite localizar, identificar e acompanhar os veículos, graças, nomeadamente, aos sistemas de radionavegação por satélite.

No Capítulo 3 caracterizámos e identificámos o tráfego na cidade de Lisboa. Apresentámos estudos relativos aos fluxos centrípeto e centrífugo de tráfego. Constatámos que no somatório das portas de entrada em geral e em cada porta em particular existe um acentuado desequilíbrio entre os dois fluxos, durante as horas de ponta da manhã e da tarde.

Apresentámos, no Capítulo 4, experiências realizadas em Setembro de 2002 e Fevereiro de 2003. Em Setembro de 2002 medimos a velocidade média de circulação da Carreira 1 no trajecto Cais do Sodré/Campo Grande e correlacionámo-la com os fluxos de tráfego centrípeto da Avenida Joaquim António de Aguiar. Tomando em consideração os resultados do período experimental foram impostas, em Fevereiro de 2003, medidas restritivas de entrada na cidade. Estas medidas, realizadas através de controlo semafórico levaram a um acréscimo da velocidade média de circulação, no transporte público de superfície, de 2 km/h.

Com base na experiência concluímos que é possível transformar os indicadores de desempenho dos transportes em reais solicitações do sistema de controlo, através de uma realimentação do sistema e que o maior domínio das variáveis controláveis conduzir-nos-á à estratégia global dum melhor controlo das variáveis incontroláveis.

São, ainda, feitas sugestões reais de implementações futuras que incluem a curto prazo a implementação de uma plataforma integradora incluindo a ligação ao Sistema de Controlo de Tráfego (GERTRUDE) do Sistema de Ajuda à Exploração e Informação aos Passageiros (SAEIP).

## 5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

### 5.2.1 Integração de sistemas CML/Carris

Na região de Lisboa, a concentração das actividades políticas, económicas e administrativas e a sobreposição de funções regionais, nacionais e internacionais, criaram uma procura de transporte elevada e complexa. As viagens caracterizam-se de forma diferente consoante os motivos que as determinam. O motivo trabalho gera um grande número de viagens e dado que existe muito pouca diferenciação nos horários de trabalho praticados na Região, resulta compreensivelmente uma concentração forte de tráfego no início da manhã e no fim da tarde originando as chamadas “pontas de tráfego”.

Tomando em consideração os resultados animadores do período experimental de simulação de incidentes que levaram à tomada de medidas restritivas no controlo semafórico e ao acréscimo de 2 km/h na velocidade média de circulação de uma carreira de transporte público de superfície, podemos imaginar a possibilidade de transformar em reais solicitações do sistema de controlo os indicadores de desempenho dos transportes. Assim, em todas as portas da cidade onde o sistema está disponível ou a sua instalação se prevê a curto prazo, se a velocidade do transporte público começar a degradar-se, o sistema actuará de forma a tomar decisões em defesa da qualidade de serviço na zona, limitando a entrada de veículos. Por exemplo, se a velocidade na carreira 1 baixar (informação transmitida pelo Sistema Integrado de Ajuda à Exploração), o sistema limitará prioritariamente o débito dos veículos de entrada na porta 32 e também o de outras portas que influenciam o trajecto, reduzindo a intensidade de tráfego na Av. Joaquim António de Aguiar e consequentemente os fluxos de tráfego no trajecto da carreira 1. Esta medida restritiva conduz a um aumento de velocidade de circulação restabelecendo as condições pré-definidas para a exploração da carreira.

Os sistemas da área de operações da Carris, estão ligados à produção de transporte e abrangem aspectos como o planeamento, a gestão de pessoal tripulante, a geração de horários e escalas, o controlo da frota em tempo real e a produção de indicadores de gestão.

Todo o universo de tarefas mencionado apoia-se em sistemas informáticos, que foram surgindo ao longo dos anos, à medida que se revelavam necessários, sendo desenvolvidos sem qualquer integração a nível da própria empresa. O módulo de ajuda está integrado no sistema GERTRUDE e, compreendendo o software adicional nas acções de microregulação, bem

como as ligações aos detectores de prioridade instalados na via pública. Estes detectores activos, têm a missão de proceder ao reconhecimento dos autocarros e fazer o seu enquadramento face ao diagrama de Gantt do cruzamento semaforico mais próximo. Conhecida a situação de tráfego na zona envolvente, haverá todas as condições para o accionamento dos algoritmos que vão condicionar a gestão semaforica na prioridade aos transportes públicos.

O Sistema de Ajuda à Exploração e Informação aos Passageiros (SAEIP), é um sistema de gestão da frota em tempo real a partir da localização automática de veículos.

Estando em curso a sua expansão, parece-nos lógico propor a construção de uma base de dados única e a implementação de plataforma integradora capaz de por todas as aplicações a comunicar entre si, incluindo a ligação ao Sistema de Controlo de Tráfego e ao módulo de prioridade ao transporte público (ver Fig. 37).

Resultará daqui, no imediato, uma considerável economia com a dispensa na aquisição dos detectores de prioridade instalados na via pública, dos emissores de fraca potência sob os autocarros e da rede de aquisição de dados.

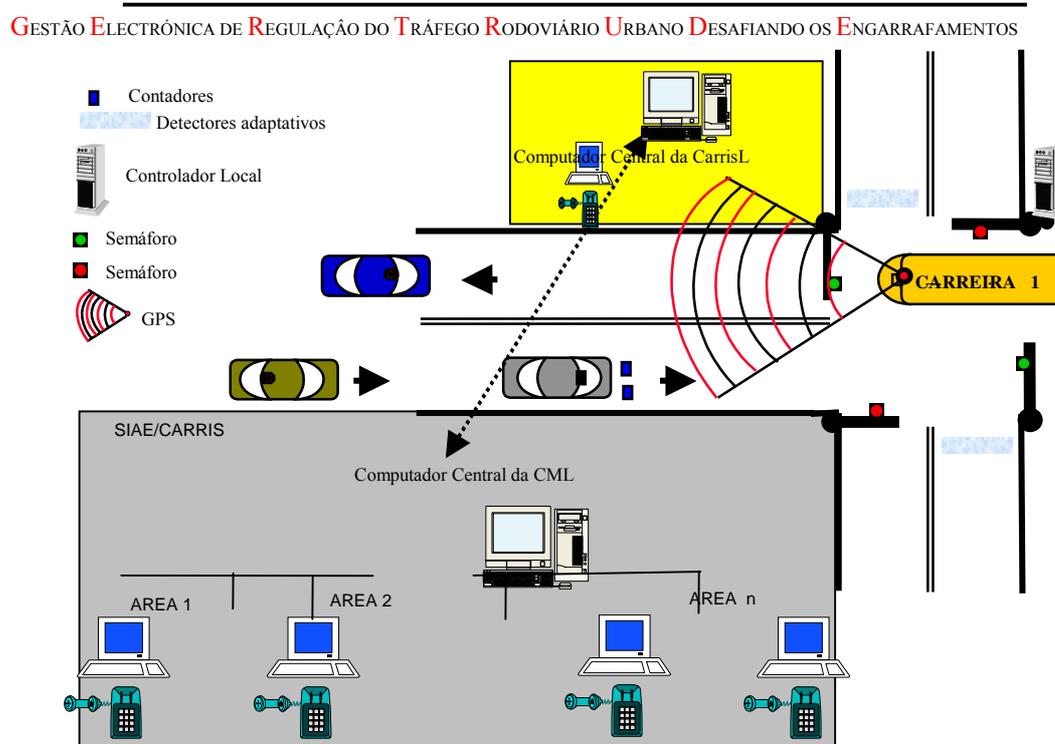


Figura 37 Modelo conceptual de integração de sistemas CML/carris.

A curto prazo, a possibilidade de integração na mesma plataforma de aplicações informáticas de sistemas como a “Bilhética”, [44], das aplicações de gestão da frota em tempo real e de gestão de ocorrências de exploração e das estratégias de controlo da cidade, permitirá enriquecer o sistema de informação relativo ao período imediatamente anterior à decisão de ajuda ao transporte, tornando-o mais flexível e reduzindo o grau de incerteza que está ligado ao sistema actual que depende de um único ponto geográfico de medida.

Passaremos a dispor de novos indicadores e dados estatísticos que nos permitirão observar ao longo do dia a interacção entre variáveis de tráfego que caracterizam os fluxos do transporte individual e as velocidades de circulação e comercial dos transportes públicos de superfície.

A velocidade comercial é uma alavanca-chave dos resultados de um operador rodoviário, actuando simultaneamente sobre os custos e sobre a procura.

O acréscimo na velocidade comercial, proveniente da componente circulação, vai proporcionar uma maior disponibilidade de recursos e meios, com a melhoria da oferta. Ao pretender-se em cada momento um equilíbrio entre a carga necessária e a capacidade disponível, consegue-se uma maior base da variável de custos (veículo \* km), [45].

Ao mesmo tempo, o acréscimo na velocidade comercial conduz a uma maior conveniência dos serviços, a um aumento da procura, levando ao aumento lógico do número de passageiros como resultado da subida da frequência dos serviços do lado da oferta, conseguindo-se uma maior base da variável de proveitos (passageiro \* km).

Em conclusão, as receitas sobem e os custos unitários decrescem, perspectivando-se uma melhoria nos resultados. Estudos recentes no âmbito do processo de reestruturação da Carris estimaram que cada acréscimo de 1 km/h na velocidade comercial permitirá à Carris poupar cerca de 5 milhões de euros (devido às poupanças em pessoal, consumo e necessidades de frota).

### 5.2.2 Desafio da Qualidade

A densidade da rede de transportes públicos, a oferta de serviço, a gestão das interfaces, a regularidade, a fiabilidade e a informação não satisfazem ainda as exigências da população.

A atractividade do sistema de transportes públicos e, conseqüentemente, o seu contributo para a sustentabilidade da vida nas grandes metrópoles, será tanto maior quanto maior for a garantia de que a qualidade oferecida corresponde às necessidades da comunidade. Uma

qualidade elevada de serviço pode influenciar o comportamento dos clientes potenciais, criar uma nova procura e provocar uma repartição modal a favor do transporte público. Pelo contrário, uma oferta de um nível qualitativo inferior desencadeará inevitavelmente uma utilização crescente do transporte individual. As exigências de qualidade são determinantes para o planeamento da oferta que melhor se ajusta às necessidades da procura. No conceito de qualidade do serviço incluem-se não apenas os aspectos qualitativos, mas também os que são quantificáveis e, portanto, objectivamente mensuráveis.

### 5.2.3 Autoridade para a Mobilidade

A opção pelo transporte público implica a criação de condições para a sua atractividade. Tal passa por uma oferta por parte do sistema que satisfaça as necessidades dos seus utilizadores reais e potenciais, e por uma gestão com responsabilidades bem definidas entre os operadores de transporte público e os diferentes órgãos administrantes. Este processo iniciou-se há já alguns anos em muitas metrópoles europeias, onde os níveis de desenvolvimento provocaram o colapso do sistema assente no transporte individual.

Em Lisboa, todos os agentes do sistema terão de confluír na necessidade de concentrar uma parcela das suas competências e responsabilidades, cometendo-as a uma Autoridade para a Mobilidade, dotada de meios técnicos e financeiros, que lhe permita assumir a responsabilidade de proceder à coordenação dos diferentes meios de transporte e seja responsável pelo planeamento e gestão do sistema.

É muito grande a expectativa que pende sobre as Autoridades Metropolitanas de Transportes (AMT), por passar a ter alçada, à luz da versão mais recente do anteprojecto de decreto-lei para a sua criação, não só sobre os transportes colectivos mas também sobre o transporte individual, a nível de circulação e estacionamento. As condições de funcionamento da AMT dependerão das soluções negociadas para as questões críticas relativas à independência desta Autoridade, ao seu modelo de financiamento e à partilha do poder no seu seio.



## **Apêndices**



## A1 REDE FERROVIÁRIA

### A1.1 Caracterização

A rede ferroviária existente dentro dos limites do concelho de Lisboa é composta pelas infra-estruturas dos Caminhos de Ferro Portugueses - CP e/ou REFER, do Metropolitano de Lisboa, EP - ML, e da Companhia Carris de Ferro de Lisboa - CARRIS, neste último caso no que se refere a eléctricos e ascensores, com a procura de cerca de 130 milhões de passageiros/ano.

### A1.2 Caminhos de Ferro Portugueses - CP e/ou REFER

Nos dias de hoje, é característica que os caminhos de ferro busquem soluções de um maior dinamismo e eficácia com vista à sua integração num mercado de transportes cada vez mais competitivo – depois de um longo e letárgico período que se seguiu à áurea época monopolista que terminou nos anos trinta, [46].

As vias de que dispõe dentro dos limites do concelho, são as seguintes:

#### *Linha do Norte*

A linha do Norte é uma via dupla electrificada que se encontra em fase de duplicação parcial. No seu troço entre Santa Apolónia e Moscavide compreende a estação de Braço de Prata, o apeadeiro de Cabo Ruivo e a Gare do Oriente, interface intermodal que integra, igualmente, o Metro, carreiras de autocarro e táxis. Em Santa Apolónia está previsto um interface com o Metro.

#### *Linha de Sintra*

A Linha de Sintra, em Lisboa, é composta pelos troços entre o Rossio e Santa Cruz de Benfica e pela bifurcação existente na zona da Cruz da Pedra para o Terminal da Av. 5 de Outubro. Trata-se de uma via dupla até à estação de Campolide.

Esta linha, toda ela electrificada, compreende, nos troços acima referidos, as estações de Campolide, Sete Rios e Benfica, para além dos terminais já indicados. Servindo os comboios de passageiros do suburbano de Sintra, é também utilizada pelas composições de passageiros e mercadorias de longo curso da Linha do Oeste, bem como pelos comboios de mercadorias para o Ramal de Alcântara-Mar.

### *Linha de Cintura*

A Linha de Cintura, é uma via dupla entre Braço de Prata e Campolide e via única entre esta e Alcântara-Terra. Compreende as estações de Campolide, Rego e Areeiro, de Sete-Rios, Entrecampos e os apeadeiros Chelas e Marvila.

Esta via, totalmente electrificada, serve os comboios de passageiros do suburbano da própria linha e os da Azambuja e Sintra, bem como os comboios de passageiros e mercadorias de longo curso, das linhas do Oeste, Norte e Ramal de Alcântara. Nesta via vão existir cinco interfaces com o Metro, localizadas nas estações de Chelas, Roma-Areeiro, Rego-Entrecampos, Sete-Rios e de Campolide. Na estação de Campolide existe interligação desta linha com a de Sintra e com o Eixo Ferroviário Norte-Sul (Fertagus).

### *Linha de Cascais*

A linha de Cascais, é uma linha electrificada de via dupla, que serve os comboios de passageiros do suburbano Cascais.

No troço entre Cais do Sodré e Algés, compreende as estações de Santos, Alcântara-Mar e Belém.

No Cais do Sodré foi construído um interface multi-modal, com o Metro e as carreiras fluviais e de autocarros.

### *Linha da Matinha*

A Linha da Matinha, que na cidade se situa entre Santa Apolónia e as Linhas do Porto de Lisboa, é, no seu troço inicial de via única (atravessamento da Av. Infante D. Henrique) e, posteriormente, via dupla.

Esta linha, não electrificada, serve os comboios de mercadorias para o Porto de Lisboa (Santa Apolónia, Beato e Poço do Bispo).

### *Ramal de Alcântara*

O Ramal de Alcântara, que se localiza entre Alcântara-Terra e as linhas do Porto de Lisboa, é uma via única, não electrificada, que serve os comboios de mercadorias para o Porto de Lisboa (Alcântara e Rocha do Conde de Óbidos).

### *Eixo Ferroviário Norte/Sul*

Este eixo, estabelece a ligação à margem sul do Tejo, a partir de Campolide, e constitui uma via dupla, electrificada.

## A2 METROPOLITANO DE LISBOA - ML

O Metropolitano de Lisboa apresenta-se, cada vez mais, como a verdadeira espinha dorsal do sistema integrado de transportes da cidade, com a procura de 130 milhões passageiros/ano, [47].

A actual rede do Metro é constituída por 4 linhas, com uma extensão de 28 km e 40 estações:

- Pontinha – Baixa Chiado, "Linha Azul";
- Campo Grande – Rato, "Linha Amarela";
- Telheiras – Cais do Sodré, "Linha Verde";
- Alameda – Oriente, "Linha Vermelha";

Está em curso o Plano de Expansão da Rede, o qual, quando completado, conferirá ao Metropolitano uma dimensão estratégico-estruturante susceptível de, no futuro, permitir um desenvolvimento harmonioso da sua rede, visando a integral cobertura da cidade.

Assim, a concretização deste plano dará lugar a uma rede com cerca de 40 km de extensão e 47 estações, constituída por 4 linhas distintas:

- Pontinha - Santa Apolónia;
- Cais do Sodré - Telheiras;
- Campolide - Moscavide;
- Lumiar - Rato.

Por outro lado, de entre as 47 estações haverá:

- 6 de correspondência entre linhas do metropolitano;
- 8 de correspondência entre linhas do metropolitano e linhas do caminho de ferro;
- 3 de correspondência entre linhas do metropolitano e os transportes fluviais;
- 9 de correspondência entre o metropolitano, transportes rodoviários suburbanos e estruturas "park and ride".

O sistema de energia do ML dispõe de quatro redes eléctricas fundamentais de alimentação e distribuição.

Actualmente, as alimentações exteriores, com origem na EDP, entram nas instalações do Metropolitano nos seguintes locais:

- Na Subestação de Sete Rios, através de dois cabos provenientes do PS Palhavã (EDP);
- No Posto de Seccionamento do Rossio, através de um cabo proveniente da Subestação da Praça da Figueira (EDP), de reserva.

A gestão da rede de energia é realizada a partir da Sala de Comando, situada na Subestação Principal, local onde se encontram os operadores do sistema de telecomando.

Este sistema centralizado possui, para além do Centro de Comando, várias Unidades Remotas de Telecontrolo instaladas nas subestações de tracção, e, ainda, uma Unidade Local de Telecontrolo, localizada na Subestação Principal. As estações que se encontram a maiores profundidades são servidas por escadas mecânicas instaladas nas estações. Vários dispositivos de segurança, associados a micro-interruptores, controlam todos os órgãos principais e param as escadas, desligando a alimentação, sempre que se verifique qualquer anomalia.

Os túneis, possuem um sistema de ventilação que se destina a controlar a temperatura no interior das galerias, evacuando, para o exterior, a energia libertada pelo material circulante, pelos equipamentos electromecânicos fixos, pela iluminação e pelos passageiros.

O Metro possui ainda como infra-estruturas importantes:

- O Parque de material e oficinas das Calvanas, que constitui o maior depósito de material circulante da rede;
- O Parque de material e oficinas de Sete Rios, ponto de ligação à rede eléctrica da EDP;
- A Subestação principal, centro nevrálgico da rede, localizado na Av. Sidónio Pais e onde se situam a Central de Movimento e a Sala de Comando da Empresa.

### **A3 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS PORTUÁRIOS E AEROPORTUÁRIOS**

A área de jurisdição da Administração do Porto de Lisboa estende-se desde a Linha de Entre Torres até à ponte que atravessa o rio Tejo, em Vila Franca de Xira.

As instalações da APL encontram-se, fundamentalmente, situadas na margem direita do rio Tejo entre a zona de Algés e Cabo Ruivo, sendo geridas pelos Cais da Zona Ocidental e Cais da Zona Oriental.

Na margem esquerda do rio Tejo as instalações da APL são de pequena dimensão e encontram-se muito dispersas, sendo geridas pelos Cais da zona Sul.

Na área gerida pelos Cais da Zona Ocidental destacam-se as Docas de Recreio, nomeadamente a do Bom Sucesso, a de Belém, a de Santo Amaro e ainda a de Alcântara, esta última usada, igualmente, para fins comerciais. Há que considerar, também, o Cais de Alcântara, o Cais da Rocha do Conde de Óbidos e o Cais de Santos.

Na área gerida pelos Cais da Zona Oriental situam-se as Docas do Jardim do Tabaco e a do Poço do Bispo onde se encontram embarcações de recreio, embarcações de tráfego local e, ainda, rebocadores e batelões, pertencentes a diversas entidades, utilizados nas fainas de descarga de navios e no serviço de dragagens. Nesta área situam-se os Cais do Jardim do Tabaco, de Santa Apolónia, do Poço do Bispo e da Matinha, bem como o Terminal de Contentores de Santa Apolónia e o Entrepasto de Xabregas.

As empresas de transporte que operam no Rio Tejo são duas: a Transtejo-Transportes Tejo, SA e a Soflusa-Sociedade Fluvial de Transportes, SA, com a procura de cerca de 52 milhões de passageiros/ano.

Junto à Praça do Comércio, localiza-se o terminal de passageiros do Seixal e Montijo. Os restantes terminais de passageiros, existentes na margem norte, são:

- Em Belém, com ligações para Porto Brandão e Trafaria;
- No Cais do Sodré, com transporte de veículos para Cacilhas (integrado no interface Metro, CP e Carris);
- No Cais da Alfândega, com ligação a Cacilhas e Terreiro do Paço que explora os itinerários do Seixal e Montijo e ainda serve de apoio aos Cruzeiros no Tejo.

A Soflusa tem as suas infra-estruturas repartidas pelas duas margens do rio Tejo. Para desembarque e embarque de passageiros utiliza o Terminal do Terreiro do Paço (Estação Sul e Sueste).

As infra-estruturas do Aeroporto da Portela são propriedade da ANA. Contudo, na qualidade de locatária, a TAP possui instalações no edifício da Aerogare e outras.

## A4 CARREIRAS

### A4.1 Carreiras Expresso

São carreiras de longo curso e definem-se pelo transporte de passageiros entre as principais localidades do país, e pela existência de paragens rígidas e perfeitamente definidas.

Estas carreiras são servidas pelas empresas: Rede Nacional de Expressos, Lda.; Eva Transportes; SA; Rede Nacional de Transportes; Lda.; e Transportes de Turismo, Lda., todas elas possuem terminais em Lisboa.

Na análise que consta do quadro seguinte considerou-se como dados importantes as entradas e saídas de Lisboa, quer de passageiros, quer de viaturas, nas horas de ponta:

- Manhã - 07H00/09H30;
- Tarde - 13H00/14H30 e 17H00/19H30.

Tabela A4.1 Entrada e saída de passageiros.

TERMINAIS	07H00/09H30		13H00/14H30		17H00/19H30		TOTAL
	Entradas	Saídas	Entradas	Saídas	Entradas	Saídas	
ARCO CEGO	423	1066	548	667	547	1347	4598
GIL	160	235	315	295	210	280	1735
<b>TOTAL</b>	<b>583</b>	<b>1301</b>	<b>863</b>	<b>962</b>	<b>757</b>	<b>1867</b>	<b>6333</b>

Fonte: Grupo Barraqueiro

Tabela A4.2 Entrada e saída de viaturas.

TERMINAIS	07H00/09H30		13H00/14H30		17H00/19H30		TOTAL
	Entradas	Saídas	Entradas	Saídas	Entradas	Saídas	
ARCO CEGO	15	36	19	23	18	45	156
GIL	4	6	10	8	5	15	48
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>42</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>60</b>	<b>204</b>

Fonte: Grupo Barraqueiro

## A4.2 Carreiras Suburbanas/Interurbanas

Muito embora integrando as mesmas empresas, as carreiras urbanas e as interurbanas apresentam algumas diferenças. Assim, enquanto as primeiras actuam na zona "dormitório" de Lisboa com grande frequência e com inúmeras paragens, utilizando viaturas do tipo urbano, isto é, admitindo também, passageiros de pé; as segundas, são carreiras de médio curso (menos paragens que as anteriores) empregando viaturas de tipologia regional (só passageiros sentados).

Este tipo de carreiras apoiam-se nas seguintes empresas: Rodoviária Lisboa, Barraqueiro, Isidoro Duarte, Henrique Leonardo Mota, Mafrense, Transportes Sul do Tejo, Rodoviária da Estremadura, Lisboa Transportes, Belos Transportes e Vimeca.

Em relação às citadas empresas e para facilidade de apreciação, apresenta-se no quadro seguinte as origens das carreiras e terminais principais.

Tabela A4.3 Terminais e origens das empresas.

<b>TERMINAIS/PARQUES</b>	<b>EMPRESAS</b>	<b>ORIGENS</b>
CAMPO GRANDE	Rodoviária de Lisboa Empresa Barraqueiro Isidoro Duarte Henrique Leonardo Mota Empresa Barraqueiro Mafrense , Rodoviária da Estremadura	Caneças, Loures, Odivelas, Santo António dos Cavaleiros, Bucelas Torres Vedras, Mafra, Póvoa da Galega, Loures, Malveira, Ericeira, Alenquer, Torres Vedras
GIL	Rodoviária de Lisboa	Sacavém, Vila Franca de Xira, Santa Iria da Azóia, Caneças
COLÉGIO MILITAR	Rodoviária de Lisboa Transportes de Lisboa	Queluz, Amadora, Cacém, Massamá, Tercena, Casal de São Brás, Casal da Mira, Brandoa, Alfovelos, Odivelas, Caneças.
PRAÇA DE ESPANHA	Transportes Sul do Tejo Belos Transporte	Margem Sul do Tejo, Região Alentejo, Região Ribatejo.
MARQUÊS DO POMBAL	Vimeca Lisboa Transportes	Buraca, Reboleira, Alfragide, Damaia, Carnaxide, Linda-a-Velha, Queijas, Porto Salvo, Belas, Amadora.

Na análise a este tipo de transporte, que consta do próximo quadro, teve-se em atenção, fundamentalmente, as entradas em Lisboa na hora ponta da manhã (07H00/09H00), e as saídas na hora ponta da tarde (17H00/20H00), com excepção dos fins-de-semana e feriados. Em média, cada circulação corresponde a uma viatura.

Tabela A4.4 Circulação e passageiros em horas de ponta.

TERMINAIS	07H00/09H00		17H00/20H00	
	Circulação	Passageiros	Circulação	Passageiros
CAMPO GRANDE	286	17321	401	20964
GIL	24	1700	40	1950
COLÉGIO MILITAR	43	3950	84	5900
PRAÇA DE ESPANHA	149	13662	146	15231
<b>TOTAL</b>	<b>593</b>	<b>43824</b>	<b>769</b>	<b>50989</b>

### A4.3 CARREIRAS INTERNACIONAIS

São carreiras de longo curso caracterizadas por um serviço de qualidade, que efectuam a ligação entre Portugal e outros países europeus.

Estas carreiras têm como principais cidades de destino as seguintes:

- Espanha - San Sebastian, Madrid, Barcelona, Sevilha, Torremolinos, Algeciras, La Coruña e Benidorm;
- França - Paris, Nice e Lyon;
- Suíça - Zurique e Geneve;
- Luxemburgo - Luxemburgo e Diekirch;
- Bélgica - Bruxelas;
- Alemanha - Hannover, Hamburgo e Frankfurt.



## A5 TRANSPORTE AÉREO

O Aeroporto de Lisboa apresenta um intenso volume de tráfego de passageiros com a movimentação de aviões comerciais pertencentes a 14 Companhias de Aviação estrangeiras e a duas nacionais, a TAP Air Portugal e a Portugália.

Para além disso, é de considerar o movimento de aviões pertencentes a entidades oficiais, a particulares ou a colectividades, cuja actividade não tem por objectivo a exploração comercial. Os quadros que se seguem permitem uma análise detalhada do tráfego de passageiros reportado a 1996, tendo em vista o conseqüente e adequado planeamento na área da protecção civil.

Tabela A5.1 Tráfego de passageiros.

TIPO DE VOO	EMBARQUES	DESEMBARQUES	TOTAL
<b>DOMÉSTICO</b>	644174	633098	1277272
Interior	177396	168851	346247
Territorial	466778	464247	931025
<b>INTERNACIONAL</b>	2450236	2455501	4905737
Regular	2231515	2246013	4477528
Não Regular	218721	209488	428209
<b>NÃO COMERCIAL</b>	15684	17168	32852
Militar	10434	11296	21730
Estado	1867	2026	3893
Aviação Geral	3359	3338	6697
Outros	24	263	287
Trânsito não Comercial	-	245	245
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>3110094</b>	<b>3304320</b>	<b>6414414</b>

Fonte: ANA



## A6 TRANSPORTE DE MERCADORIAS

À semelhança do adoptado para expor o Transporte de Passageiros, também aqui, quanto ao Transporte de Mercadorias, se subdividiu em:

- Rodoviário;
- Ferroviário;
- Fluvial;
- Aéreo.

### A6.1 Transporte rodoviário

Nesta área, pela importância de que se revestem, faz-se referência ao transporte de mercadorias público e privado.

O transporte público de mercadorias obedece a uma gestão que assenta, essencialmente, nas necessidades momentâneas de mercado, sendo as suas rotas traçadas no início de cada dia e, muitas vezes, alteradas no decurso dos mesmos, [48].

Assim, e mesmo dispondo de um levantamento exaustivo das empresas, respectivas frotas e capacidades de transporte, torna-se extremamente difícil efectuar qualquer planeamento ou previsão de disponibilidade de utilização dos veículos, a curto e médio prazo.

Para efeitos de emergência é da maior importância ter conhecimento de alguns indicadores sobre a localização dos veículos. Por um lado, sabe-se da existência de um conjunto de locais de estacionamento dentro da cidade, onde se concentram pequenas empresas que utilizam veículos de pequena e média tonelagem, aguardando a realização de fretes, tais como:

- Largo Vitorino Damásio;
- Largo do Intendente;
- Campo das Cebolas;
- Campo de Santana;
- Campo dos Mártires da Pátria;
- Zona da Graça.

Para além destes locais, as empresas utilizam, também, para estacionamento eventual, as imediações de terminais ferroviários e marítimos. Por outro lado, é ainda possível localizar as viaturas através do contacto com empresas sedeadas no concelho, uma vez que a grande maioria das mesmas dispõe de meios de comunicação rádio ou telefónico.

No que se refere às empresas que se situam em Lisboa, é possível ter acesso com relativa facilidade a todo o tipo de veículos de mercadorias que operam no mercado, [49].

- Veículos de carga geral, de pequena e média tonelagem, utilizados na distribuição de bens e mercadorias;
- Veículos utilizados no trabalho portuário com capacidade para o transporte de 20 a 44 toneladas, tanto do tipo rígido, como em conjuntos articulados. Em alguns destes veículos podem ser transportados contentores de toda a espécie, incluindo caixas frigoríficas ou térmicas;
- Veículos de transporte de mercadorias em cisternas;
- Veículos específicos para transporte de produtos a granel, que vão desde os cereais à pedra ou entulhos.

No que se refere a transportes privados de mercadorias, e por razões que se prendem com a anterior legislação, Lisboa dispõe de um número de veículos extremamente elevado, de tipologia diversificada e dispersa por inúmeras empresas. No entanto, com o novo enquadramento decorrente da integração na União Europeia, esta situação tende a alterar-se, muito embora através de um processo lento. No concelho, a esmagadora maioria deste tipo de viaturas corresponde a "mistos" e "pesados" de 3500 kg. Pontualmente, circulam transportes de mercadorias de e para o Porto de Lisboa (Cais de Santa Apolónia e Rocha de Conde de Óbidos), nos quais se incluem produtos explosivos militares.

Circulam ainda pela cidade comboios de mercadorias de e para a Linha do Oeste.

## A6.2 Transporte marítimo/fluvial

O Porto de Lisboa dispõe de uma capacidade para carga e descarga de mercadorias que excede o actual movimento, muito embora este seja elevado. Este transporte inclui o tráfego de longo curso, o tráfego de cabotagem e o tráfego local. O maior volume de tráfego corresponde ao de longo curso e de cabotagem, sendo o tráfego local proveniente de descargas ao largo, principalmente de cereais, carvão e minério, através de batelões.

A movimentação de mercadorias de carga geral e contentores é feita, fundamentalmente, na zona portuária de Alcântara/Santos e de Santa Apolónia/Xabregas. As mercadorias sólidas a granel são descarregadas no Terminal do Beato e as mercadorias líquidas a granel, exclusivamente na Ponte Cais da Matinha. A movimentação da carga é obrigatoriamente feita por empresas de estiva.

O total de mercadorias carregadas e descarregadas alcança, respectivamente, valores da ordem dos 2 000 000 t e de 12 000 000 t, o que corresponde a 13% e 30% do todo nacional. A estes valores há que adicionar o movimento de contentores, que é de cerca de 1 000 000 para os embarcados e de igual número para os desembarcados.

### A6.3 Transporte aéreo

Tabela A6.1 Movimento de carga (ton).

TIPO DE VOO	EMBARQUES	DESEMBARQUES	TOTAL
<b>DOMÉSTICO</b>	8394.8	6704.8	15099.6
Interior	1092.8	1184.8	2277.7
Territorial	730.2	5519.9	12821.9
<b>INTERNACIONAL</b>	36397.4	38495.5	74892.9
Regular	34582.1		70229.8
Não Regular	1815.3	2847.8	4663.1
<b>TOTAL COMERCIAL</b>	44792.2	45200.3	89992.5
<b>TOTAL NÃO COMERCIAL</b>	42.2	43.7	85.9
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>44834.4</b>	<b>45244</b>	<b>90078.4</b>
<b>CARGA EXPRESSO</b>	<b>1835.2</b>	<b>6019.4</b>	<b>7854.6</b>

Fonte: ANA



## **A7 AS POLÍTICAS AMBIENTAIS NA CIDADE E NA REGIÃO**

A expansão dos subúrbios e das cidades dormitório tem contribuído para a decadência dos centros urbanos, estabelecendo-se um ciclo de deterioração, no qual quanto mais se expandem os subúrbios, maiores são os problemas dos que vivem nos centros das cidades, [50, 51].

Actualmente, nos países industrializados, grande parte da população, (60 a 90%), vive em áreas urbanas, estando a urbanização a desenvolver-se nas sociedades do Terceiro Mundo, pelo que podemos afirmar que o nosso planeta é, crescentemente, um mundo predominantemente urbano. A cidade é um sistema social global que concentra a quase totalidade dos fenómenos típicos de dimensões mais amplas, nomeadamente económicos, políticos, culturais e ecológicos.

A dimensão ecológica, remete-nos sobretudo, para questão da sustentabilidade ambiental, constituindo um dos temas estratégicos da qualidade urbana.

A governação urbana é complexa, sobretudo porque os problemas urbanos são dos maiores do nosso tempo. Problemas estes que se agravam nas cidades de grande dimensão e, sobretudo, nas áreas metropolitanas. Manifestam-se numa suburbanização crescente e incontrolada, com a consequente perda de coesão geográfica e sociológica, na destruição dos velhos centros, incapazes de se adaptarem à circulação automóvel, na terciarização, na crescente necessidade de transportes em face do alargamento das distâncias entre o emprego e a residência.

Neste quadro, o contributo das cidades para a problemática ambiental é evidente. Efectivamente, o meio urbano e as grandes cidades, são considerados como a origem primordial de alguns dos mais preocupantes problemas ambientais.

É também nas cidades que se tem desenvolvido de forma notória uma consciência ambientalista, fenómeno que terá ainda maior relevância se pensarmos que 80 % dos europeus vivem em cidades, fazendo da União Europeia a região mais urbanizada do mundo. O debate sobre o desenvolvimento sustentável, tornou-se o debate social mais importante do nosso tempo.

A resolução dos problemas das cidades representaria uma grande contribuição para a resolução dos problemas ambientais globais mais urgentes como o efeito estufa e as chuvas ácidas, pois é nas cidades que encontramos as maiores concentrações de população e de actividades económicas e, portanto, de emissões.

Nestes termos, um dos desafios que hoje se colocam a quem tem como tarefa a gestão das cidades, é a clarificação do modelo de gestão e desenvolvimento que se pretende para o futuro, criando uma cidade moderna e desenvolvida em que todo o seu espaço possua condições ambientalmente equilibradas.

O planeamento e a gestão da cidade moderna devem, assim, integrar a requalificação do ambiente urbano como uma das variáveis operativas mais relevantes, o que é reconhecido na generalidade dos documentos e convenções sobre esta temática, designadamente a Agenda 21 (documento-chave da Cimeira da Terra, celebrada no Rio em 1992), ou a Carta das Cidades e Municípios Europeus Sustentáveis (Carta de Aalborg, de 1994), através da qual as autoridades locais e regionais se comprometeram com a Agenda 21 e outros processos de planificação e desenvolvimento sustentável nas cidades.

Um dos princípios assumidos na Conferência de Hanover dos líderes municipais foi a aceitação da responsabilidade partilhada para atingir o desenvolvimento sustentável, envolvendo de uma maneira integrada, os cidadãos, as organizações não governamentais e governamentais, em particular nos domínios do desenvolvimento e da renovação urbana e dos transportes.

Para Portugal em termos de políticas de cidades, uma das recomendações do Conselho Económico e Social é precisamente o estímulo à melhoria dos factores de mobilidade, numa estratégia coerente que vise a inversão da continuada tendência para a utilização do transporte individual em desfavor do colectivo.

Neste contexto, na sequência do Plano de Desenvolvimento Regional 2000-2006, que tem como prioridade a requalificação urbana e a valorização ambiental das cidades, foi criado o Programa Polis – ou Programa Cidades. É um dos instrumentos que tem como um dos objectivos específicos promover áreas pedonais e condicionar o trânsito automóvel em centros urbanos.

Procurando avaliar as principais preocupações dos europeus, um inquérito do Eurobarómetro de 1999 revela que uma das principais preocupações prendem-se com problemas associados a ambiente urbano, sendo, em termos de ambiente local, os problemas relacionados com o tráfego e a poluição do ar que lideram. É, pois, apenas lógico, que os poderes públicos locais assumam a resolução destes problemas no quadro das políticas que desenvolvem.

## A8 TEMPOS DE CIRCULAÇÃO

A tabela que se segue indica o conjunto de dados que serviram de base à determinação das velocidades de circulação no dia 16 de Setembro de 2002, Carreira 1 no sentido Cais do Sodré/Campo Grande.

Tabela A8.1 Tempos de circulação da Carreira 1 no sentido Cais do Sodré/Campo Grande.

troço	Sentido	chapa	tempo circulação	início
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	5	4	2002-09-16 05:36
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	8	5	2002-09-16 05:48
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	9	4	2002-09-16 06:00
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	10	4	2002-09-16 06:11
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	12	5	2002-09-16 06:21
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	1	5	2002-09-16 06:31
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	2	5	2002-09-16 06:42
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	3	5	2002-09-16 06:52
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	4	5	2002-09-16 07:01
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	5	6	2002-09-16 07:11
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	7	5	2002-09-16 07:21
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	8	8	2002-09-16 07:33
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	9	6	2002-09-16 07:43
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	10	6	2002-09-16 07:55
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	11	6	2002-09-16 08:06
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	12	5	2002-09-16 08:16
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	1	7	2002-09-16 08:28
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	2	6	2002-09-16 08:40
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	3	7	2002-09-16 08:50
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	4	5	2002-09-16 09:00
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	5	7	2002-09-16 09:11
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	7	8	2002-09-16 09:22
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	8	6	2002-09-16 09:32
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	9	7	2002-09-16 09:44
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	10	8	2002-09-16 09:56
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	11	7	2002-09-16 10:06
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	12	6	2002-09-16 10:20
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	1	8	2002-09-16 10:30
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	3	6	2002-09-16 10:43
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	4	6	2002-09-16 10:54

CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	5	7	2002-09-16 11:06
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	7	8	2002-09-16 11:19
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	8	6	2002-09-16 11:38
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	9	8	2002-09-16 11:44
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	10	7	2002-09-16 11:56
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	12	7	2002-09-16 12:09
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	1	6	2002-09-16 12:21
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	3	5	2002-09-16 12:34
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	4	7	2002-09-16 12:50
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	5	17	2002-09-16 12:49
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	7	7	2002-09-16 13:12
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	8	6	2002-09-16 13:24
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	9	5	2002-09-16 13:36
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	10	5	2002-09-16 13:50
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	12	5	2002-09-16 14:01
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	1	7	2002-09-16 14:14
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	3	7	2002-09-16 14:30
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	4	6	2002-09-16 14:42
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	5	6	2002-09-16 14:50
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	7	6	2002-09-16 15:03
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	8	6	2002-09-16 15:20
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	9	5	2002-09-16 15:30
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	10	7	2002-09-16 15:40
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	12	8	2002-09-16 15:54
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	1	7	2002-09-16 16:06
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	3	7	2002-09-16 16:19
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	4	5	2002-09-16 16:32
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	5	7	2002-09-16 16:47
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	6	6	2002-09-16 16:57
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	7	5	2002-09-16 17:07
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	8	9	2002-09-16 17:20
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	9	7	2002-09-16 17:30
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	10	7	2002-09-16 17:42
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	12	6	2002-09-16 17:54
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	1	6	2002-09-16 18:17
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	3	8	2002-09-16 18:27
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	4	6	2002-09-16 18:40
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	5	8	2002-09-16 18:50
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	6	3	2002-09-16 19:01
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	7	5	2002-09-16 19:14
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	9	21	2002-09-16 19:22
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	8	6	2002-09-16 19:25
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	10	5	2002-09-16 19:48
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	12	5	2002-09-16 19:58
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	1	6	2002-09-16 20:10
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	3	5	2002-09-16 20:28
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	5	3	2002-09-16 20:42
CAIS SODRÉ - ROSSIO	SC	7	6	2002-09-16 21:00

ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	5	4	2002-09-16 05:40
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	8	5	2002-09-16 05:53
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	9	6	2002-09-16 06:04
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	10	7	2002-09-16 06:16
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	12	4	2002-09-16 06:26
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	1	5	2002-09-16 06:36
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	2	5	2002-09-16 06:47
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	3	4	2002-09-16 06:57
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	4	6	2002-09-16 07:06
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	5	5	2002-09-16 07:17
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	7	5	2002-09-16 07:26
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	8	5	2002-09-16 07:41
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	9	4	2002-09-16 07:49
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	10	4	2002-09-16 08:01
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	11	4	2002-09-16 08:12
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	12	5	2002-09-16 08:21
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	1	5	2002-09-16 08:34
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	2	5	2002-09-16 08:46
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	3	7	2002-09-16 08:57
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	4	7	2002-09-16 09:05
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	5	5	2002-09-16 09:18
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	7	7	2002-09-16 09:29
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	8	4	2002-09-16 09:38
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	9	7	2002-09-16 09:51
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	10	6	2002-09-16 10:04
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	11	4	2002-09-16 10:13
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	12	7	2002-09-16 10:27
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	1	6	2002-09-16 10:38
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	3	9	2002-09-16 10:49
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	4	4	2002-09-16 11:00
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	5	5	2002-09-16 11:13
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	7	6	2002-09-16 11:27
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	8	4	2002-09-16 11:43
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	9	5	2002-09-16 11:52
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	10	4	2002-09-16 12:03
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	12	6	2002-09-16 12:16
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	1	5	2002-09-16 12:27
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	3	4	2002-09-16 12:39
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	4	4	2002-09-16 12:57
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	4	4	2002-09-16 13:07
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	7	6	2002-09-16 13:19
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	8	5	2002-09-16 13:29
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	9	4	2002-09-16 13:41
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	10	5	2002-09-16 13:54
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	12	5	2002-09-16 14:06
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	1	6	2002-09-16 14:21
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	3	6	2002-09-16 14:37
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	4	5	2002-09-16 14:47

ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	5	6	2002-09-16 14:56
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	7	5	2002-09-16 15:09
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	8	7	2002-09-16 15:27
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	9	7	2002-09-16 15:35
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	10	7	2002-09-16 15:47
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	12	11	2002-09-16 16:02
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	1	10	2002-09-16 16:13
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	3	13	2002-09-16 16:25
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	4	11	2002-09-16 16:37
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	5	6	2002-09-16 16:54
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	6	1	2002-09-16 17:03
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	7	7	2002-09-16 17:12
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	8	5	2002-09-16 17:29
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	9	8	2002-09-16 17:37
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	10	7	2002-09-16 17:48
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	12	8	2002-09-16 18:00
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	1	7	2002-09-16 18:24
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	3	7	2002-09-16 18:34
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	4	4	2002-09-16 18:45
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	5	4	2002-09-16 18:58
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	6	2	2002-09-16 19:07
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	7	5	2002-09-16 19:18
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	9	5	2002-09-16 19:43
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	8	5	2002-09-16 19:31
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	10	4	2002-09-16 19:53
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	12	5	2002-09-16 20:03
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	1	5	2002-09-16 20:15
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	3	4	2002-09-16 20:33
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	5	4	2002-09-16 20:46
ROSSIO - MARQUÊS POMBAL	SC	7	4	2002-09-16 21:06
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	5	3	2002-09-16 05:45
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	8	2	2002-09-16 05:59
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	9	2	2002-09-16 06:10
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	10	3	2002-09-16 06:23
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	12	2	2002-09-16 06:30
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	1	3	2002-09-16 06:42
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	2	2	2002-09-16 06:52
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	3	3	2002-09-16 07:02
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	4	3	2002-09-16 07:12
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	5	2	2002-09-16 07:23
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	7	2	2002-09-16 07:32
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	8	3	2002-09-16 07:46
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	9	3	2002-09-16 07:54
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	10	3	2002-09-16 08:06
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	11	1	2002-09-16 08:17
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	12	2	2002-09-16 08:27
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	1	4	2002-09-16 08:41
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	2	2	2002-09-16 08:51

MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	3	3	2002-09-16 09:05
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	4	3	2002-09-16 09:13
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	5	4	2002-09-16 09:25
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	7	3	2002-09-16 09:38
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	8	2	2002-09-16 09:43
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	9	3	2002-09-16 09:59
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	10	2	2002-09-16 10:12
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	11	2	2002-09-16 10:19
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	12	2	2002-09-16 10:34
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	1	3	2002-09-16 10:44
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	3	3	2002-09-16 10:58
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	4	3	2002-09-16 11:06
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	5	3	2002-09-16 11:19
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	7	3	2002-09-16 11:34
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	8	3	2002-09-16 11:50
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	9	2	2002-09-16 11:58
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	10	3	2002-09-16 12:10
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	12	4	2002-09-16 12:23
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	1	3	2002-09-16 12:33
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	3	4	2002-09-16 12:45
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	4	4	2002-09-16 13:02
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	5	3	2002-09-16 13:13
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	7	2	2002-09-16 13:26
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	8	5	2002-09-16 13:38
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	9	3	2002-09-16 13:47
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	10	4	2002-09-16 14:01
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	12	4	2002-09-16 14:12
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	1	3	2002-09-16 14:28
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	3	2	2002-09-16 14:44
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	4	3	2002-09-16 14:53
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	5	2	2002-09-16 15:02
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	7	5	2002-09-16 15:15
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	8	3	2002-09-16 15:34
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	9	5	2002-09-16 15:42
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	10	3	2002-09-16 15:56
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	12	3	2002-09-16 16:14
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	1	5	2002-09-16 16:25
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	3	4	2002-09-16 16:40
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	4	5	2002-09-16 16:48
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	5	4	2002-09-16 17:01
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	6	1	2002-09-16 17:10
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	7	3	2002-09-16 17:19
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	8	3	2002-09-16 17:36
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	9	4	2002-09-16 17:46
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	10	3	2002-09-16 17:57
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	12	4	2002-09-16 18:09
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	1	3	2002-09-16 18:31
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	3	4	2002-09-16 18:43

MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	4	2	2002-09-16 18:51
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	5	5	2002-09-16 19:03
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	6	2	2002-09-16 19:13
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	7	2	2002-09-16 19:24
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	9	3	2002-09-16 19:48
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	8	3	2002-09-16 19:37
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	10	2	2002-09-16 19:58
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	12	2	2002-09-16 20:08
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	1	3	2002-09-16 20:21
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	3	2	2002-09-16 20:38
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	5	3	2002-09-16 20:50
MARQUÊS POMBAL - SALDANHA	SC	7	3	2002-09-16 21:11
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	5	4	2002-09-16 05:49
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	8	4	2002-09-16 06:02
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	9	4	2002-09-16 06:12
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	10	4	2002-09-16 06:27
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	12	4	2002-09-16 06:32
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	1	4	2002-09-16 06:46
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	2	5	2002-09-16 06:54
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	3	4	2002-09-16 07:06
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	4	5	2002-09-16 07:16
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	5	5	2002-09-16 07:25
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	7	5	2002-09-16 07:35
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	8	6	2002-09-16 07:50
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	9	5	2002-09-16 07:57
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	10	6	2002-09-16 08:10
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	11	4	2002-09-16 08:21
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	12	6	2002-09-16 08:29
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	1	6	2002-09-16 08:45
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	2	7	2002-09-16 08:55
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	3	7	2002-09-16 09:09
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	4	7	2002-09-16 09:17
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	5	7	2002-09-16 09:29
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	7	6	2002-09-16 09:41
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	8	7	2002-09-16 09:46
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	9	7	2002-09-16 10:02
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	10	5	2002-09-16 10:16
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	11	6	2002-09-16 10:22
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	12	7	2002-09-16 10:38
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	1	7	2002-09-16 10:48
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	3	7	2002-09-16 11:01
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	4	8	2002-09-16 11:09
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	5	8	2002-09-16 11:23
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	7	7	2002-09-16 11:38
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	8	4	2002-09-16 11:54
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	9	5	2002-09-16 12:01
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	10	7	2002-09-16 12:13
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	12	6	2002-09-16 12:27

SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	1	5	2002-09-16 12:36
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	3	6	2002-09-16 12:48
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	4	6	2002-09-16 13:07
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	5	6	2002-09-16 13:16
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	7	6	2002-09-16 13:28
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	8	6	2002-09-16 13:43
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	9	5	2002-09-16 13:51
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	10	7	2002-09-16 14:05
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	12	6	2002-09-16 14:16
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	1	7	2002-09-16 14:32
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	3	7	2002-09-16 14:47
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	4	6	2002-09-16 14:57
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	5	8	2002-09-16 15:05
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	7	6	2002-09-16 15:21
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	8	6	2002-09-16 15:38
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	9	7	2002-09-16 15:48
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	10	7	2002-09-16 15:59
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	12	8	2002-09-16 16:18
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	1	6	2002-09-16 16:31
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	3	7	2002-09-16 16:44
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	4	6	2002-09-16 16:54
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	5	7	2002-09-16 17:06
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	6	4	2002-09-16 17:14
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	7	7	2002-09-16 17:23
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	8	8	2002-09-16 17:39
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	9	7	2002-09-16 17:50
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	10	7	2002-09-16 18:01
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	12	9	2002-09-16 18:13
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	1	11	2002-09-16 18:35
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	3	9	2002-09-16 18:47
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	4	7	2002-09-16 18:54
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	5	7	2002-09-16 19:08
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	6	3	2002-09-16 19:17
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	7	6	2002-09-16 19:27
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	9	5	2002-09-16 19:51
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	8	4	2002-09-16 19:41
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	10	5	2002-09-16 20:01
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	12	5	2002-09-16 20:11
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	1	4	2002-09-16 20:25
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	3	5	2002-09-16 20:40
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	5	4	2002-09-16 20:53
SALDANHA - ENTRECAMPOS	SC	7	4	2002-09-16 21:14
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	5	3	2002-09-16 05:53
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	8	3	2002-09-16 06:06
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	9	3	2002-09-16 06:16
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	10	3	2002-09-16 06:31
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	12	2	2002-09-16 06:37
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	1	3	2002-09-16 06:50

ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	2	3	2002-09-16 06:59
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	3	2	2002-09-16 07:10
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	4	4	2002-09-16 07:22
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	5	3	2002-09-16 07:31
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	7	4	2002-09-16 07:40
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	8	2	2002-09-16 07:57
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	9	3	2002-09-16 08:03
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	10	4	2002-09-16 08:17
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	11	2	2002-09-16 08:26
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	12	3	2002-09-16 08:36
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	1	4	2002-09-16 08:53
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	2	4	2002-09-16 09:03
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	3	5	2002-09-16 09:17
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	4	3	2002-09-16 09:25
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	5	5	2002-09-16 09:37
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	7	4	2002-09-16 09:48
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	8	4	2002-09-16 09:53
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	9	4	2002-09-16 10:10
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	10	5	2002-09-16 10:22
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	11	2	2002-09-16 10:29
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	12	3	2002-09-16 10:45
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	1	3	2002-09-16 10:55
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	3	6	2002-09-16 11:09
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	4	5	2002-09-16 11:17
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	5	5	2002-09-16 11:35
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	7	5	2002-09-16 11:45
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	8	5	2002-09-16 12:00
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	9	4	2002-09-16 12:08
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	10	4	2002-09-16 12:21
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	12	3	2002-09-16 12:34
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	1	5	2002-09-16 12:42
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	3	4	2002-09-16 12:56
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	4	3	2002-09-16 13:13
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	5	5	2002-09-16 13:25
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	7	4	2002-09-16 13:35
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	8	4	2002-09-16 13:50
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	9	4	2002-09-16 13:57
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	10	4	2002-09-16 14:13
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	12	5	2002-09-16 14:24
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	1	6	2002-09-16 14:39
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	3	6	2002-09-16 14:55
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	4	6	2002-09-16 15:04
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	5	5	2002-09-16 15:13
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	7	5	2002-09-16 15:29
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	8	4	2002-09-16 15:45
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	9	5	2002-09-16 15:56
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	10	6	2002-09-16 16:06
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	12	5	2002-09-16 16:26

ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	1	5	2002-09-16 16:38
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	3	4	2002-09-16 16:52
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	4	5	2002-09-16 17:01
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	5	6	2002-09-16 17:14
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	6	5	2002-09-16 17:21
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	7	5	2002-09-16 17:31
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	8	6	2002-09-16 17:48
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	9	5	2002-09-16 17:58
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	10	7	2002-09-16 18:09
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	12	7	2002-09-16 18:24
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	1	6	2002-09-16 18:46
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	3	4	2002-09-16 18:56
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	4	5	2002-09-16 19:02
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	5	5	2002-09-16 19:15
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	6	3	2002-09-16 19:24
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	7	3	2002-09-16 19:34
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	9	4	2002-09-16 19:58
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	8	4	2002-09-16 19:46
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	10	4	2002-09-16 20:06
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	12	3	2002-09-16 20:17
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	1	4	2002-09-16 20:30
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	3	3	2002-09-16 20:45
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	5	3	2002-09-16 20:58
ENTRECAMPOS - CAMPO GRANDE NORTE	SC	7	3	2002-09-16 21:18



## REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA

---

- [1] Valdes, A., “Ingenieria de Trafico”, Editorial Dossat, SA, 1978.
- [2] Fillion, A., “Transport urbains-une politique d’ innovation”, Ed. Eyroller, 1975.
- [3] Sampaio, C., “Transportes e Mobilidade na Área Metropolitana de Lisboa”, Área Metropolitana de Lisboa, Abril 2002 pp.29-37.
- [4] Montroll, E. W.; “Acceleration Noise and Clustering Tendency of Vehicular Traffic”, Theory of Traffic Flow; Proceedings of the First Symposium on the Theory of Traffic Flow, Detroit, 1959, Elsevier, 1961.
- [5] Greenberg, H., “An Analysis of Traffic Flow”, Operations Research, Vol. 7, no.1, 1959.
- [6] Karlin, S., “A First Course in Stochastic Processes”, Academic Press, Second Edition, 1983.
- [7] Drew, D., “Classification and Application of Traffic Problems by Models”, Traffic Engineering, November, 1965-July, 1966.
- [8] Drew, D. R., ”Traffic Flow Theory and Control”, Mc Graw-Hill inc., 1968.
- [9] Ashton, W.D., “The Theory of Road Traffic Flow”. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1966.
- [10] Haight, F. A., “Mathematical Theories of Traffic Flow”. New York: Academic Press,1963.
- [11] “GERTRUDE”, Manual de operação, DTR-CML, 1985.
- [12] Speed and Speed Control, “ Traffic Control and Roadway Elements” Washington, D. C., Highway Users Federation for Safety and Mobility, Cap. 6-10, 1971.
- [13] Vieira, M., "Perspectivas dos Transportes na região de Lisboa- das infraestruturas à aplicação das novas tecnologias" Revista Ingenium Julho/Agosto 1990.
- [14] Moskowitz, K., “Analysis and Projections of Traffic Surveillance”, Communication and Control, National Cooperative Highway Research program Report 84 Washington, D. C., 1970.

- 
- [15] Vieira, M., “Sinalização Semafórica de Tráfego baseada em LED’S” Jornadas de Engenharia de Telecomunicações e Computadores Proceedings de JETC’99, VIII-3, 1999.
- [16] Clark, D J, Blythe, P T, Thorpe, N, and Rourke, A. “The ADEPT Project: 3. Congestion Metering”, The Cambridge Trial. Traffic Engineering and Control. 35(4): 256-263, Apr 1994.
- [17] Hills, P.J. and Blythe, P.T.. “Road pricing: solving the technical problems” Journal of Economic Affairs. 10(5): 8-10, Jun 1990.
- [18] Vieira, M., "Luz verde à melhor circulação em Lisboa", Revista Comunicações, 1987.
- [19] Webster, F. V., and B. M. Cobbe, “Traffic Signals”, Road Research Technical Paper 56. London, England: Road Research Laboratory, 1966.
- [20] Webster, F. V., “Traffic Signals Settings,” Road Research Technical Paper 39. London, England: Road Research Laboratory, 1958.
- [21] N. Viswanadham and Y.Narahari, “Performance Modeling of Automated Manufacturing Systems”, Prentice Hall Information and System Sciences Series, Ed.Thomas Kailath, 1991.
- [22] Vieira, M., “Gestão Integrada”, Tese para concurso de Engenheiro Electrotécnico Assessor à CML, 1988.
- [23] Hills, P.J. and Blythe, P.. The Future for Road User Charging in the UK. Ingenia, Journal of the Royal Academy of Engineering. 14, Nov 2002.
- [24] Blythe, P.T.. Road Tolling and Road Use Pricing. Artech House Book, Advances in Mobile Information Systems, ISBN 0-89006-951. Chapter 13, 1998 .
- [25] Blythe, P.T. “Electronic Tolling in Europe: State of the art and future trends”. Operation and Maintenance of Large Infrastructure Projects, published by Balkema (ISBN 9054109637). 85 – 102, 1998.
- [26] Blythe PT, Holland R J, Rackliffe T, Mageean J. ITS “Applications in Public Transport: Improving the Service to the Transport System User”. Journal of Advanced Transportation. 34(3): 325-345, 2000.
- [27] Viegas, J. M. “O financiamento do sistema de transportes” Seminário Internacional no IST, pp.112-126, Dezembro 1991.
- [28] Oliveira, H., “Transportes e Mobilidade na Área Metropolitana de Lisboa”, Área Metropolitana de Lisboa, pp.68-84, Abril 2002.

- 
- [29] “Extract from the White Paper on Transports” Direcção-Geral da Energia e dos Transportes, Office for Official Publications of the European Communities, 2001.
- [30] “Telematics Applications for Transport”, Project Summaries, European Union, 1994-1998.
- [31] Vieira, M., “Sistemas de Gestão e Controlo de Tráfego” Seminário de Telemática Rodoviária, Parque das Nações Lisboa, 2000.
- [32] Tanenbaum, A. S., “Computer Networks ”, Third Edition, 1996.
- [33] Blythe, P.T. and Hills, P.J. “The PAMELA Project: 1”. The Technology. Traffic Engineering and Control. 32(5): 240-245, Jul 1991.
- [34] Blythe, P.T. and Hills, P.J.. “The ADEPT Project: 1. Overview”. Traffic Engineering and Control. 35(2): 63-68, Feb 1994.
- [35] Vieira, M., “Executive Summary Operation: Results of an investigation of requirements and options in the field of integrated road safety, information and navigation system” Project IRIS”, 1992.
- [36] Blythe, et al. P.T. “A microwave based automatic data communications system for traffic management and control applications”, IEE International Conference on Automotive Electronics (London), 1987.
- [37] “Plano Director Municipal de Lisboa”, Edição CML/DPPE, 1995.
- [38] “Regulamento de Trânsito da Câmara Municipal de Lisboa”, Edital nº2/66”, 1966.
- [39] “Estudo de Transportes da Região de Lisboa”, Direcção Geral de Transportes Terrestres, 1973.
- [40] “Estudo de Tráfego das Entradas e Saídas da Cidade de Lisboa”, Câmara Municipal de Lisboa/RDT, Recolha de dados de Tráfego Lda., 2001.
- [41] “Transportation and Traffic Engineering” Institute of Traffic Engineers, J. Baerwald, Editor, by Prentice-Hall, Inc., 1976.
- [42] Miller, A. J., “The Capacity of Signalized Intersections in Australia, Australian Road”, Research Board Bulletin Nº 3 Melbourne, 1968.
- [43] “Signalized Intersection Capacity Parameters”, Traffic Engineering, XLII, Nº.9, 1972.
- [44] Blythe, P.T. “Smart cards per i trasporti pubblici... e altro!” [Smart cards for public transport... and more!]. Journal Aquapolis [Journal of Research and Planning for Cities on Water]. 13(2): 7-19, Jun 1997.
- [45] V. R. Vuchic, “Urban Public Transportation” by Prentice-Hall, Inc., 1981.

- 
- [46] Cunha J. A., “O financiamento do sistema de transportes” Seminário Internacional no IST, Dezembro 1991, pp.66-111.
- [47] Rolo, M. F., “Um Metro e uma Cidade”, Edição. Metropolitano de Lisboa, 1999.
- [48] “Regulamento de Operações de Carga e Descarga de Mercadorias na Cidade de Lisboa”, Edição CML /DTR, 1991.
- [49] Cruzeiro, M. F., “Lisboa Hábitos de Compra”, Edição CML/DMAC, 2001.
- [50] Antonion, J., “Environmental Management Planning for Traffic”, McGraw Hill, 1971.
- [51] Rubenstein, H. M., “Site and Environmental Planning”, 2ªEdição 1980.