

***Planos e Programas  
para a Melhoria da Qualidade do Ar na  
Região de Lisboa e Vale do Tejo***

**EDIÇÃO REVISTA | DEZ 06**

**ANEXO IV**  
**Caracterização de situações críticas do tráfego**

## Caracterização de situações críticas de tráfego

O DCEA/FCT/UNL desenvolveu recentemente investigação acerca da distribuição espacial de concentrações de poluentes atmosféricos em Lisboa envolvendo a realização de campanhas em localizações de tráfego, em 2004, para os poluentes CO, NO, NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>. Os resultados obtidos serviram, em parte, ao desenvolvimento de uma tese de mestrado (Martins, 2005) sendo transcritos na análise aqui efectuada. Os resultados são particularmente úteis na compreensão das situações onde se demonstra que é o tráfego que origina elevadas concentrações de partículas inaláveis e também de dióxido de azoto, como é o caso particular da zona da Avenida da Liberdade e também, mesmo que em menor escala, da zona de Entrecampos, em Lisboa.

### 1.1 Campanha de medição de partículas em suspensão em Lisboa em locais de tráfego

As partículas constituem um grupo consideravelmente extenso de poluentes do ar provenientes de múltiplas fontes, nomeadamente do tráfego automóvel, indústria ou de eventos naturais. Em zonas de tipologia claramente urbana existentes na cidade de Lisboa os transportes rodoviários são a maior fonte de poluição (Ferreira, 2000), sendo que se observam junto das vias de tráfego mais intenso, as maiores concentrações de partículas. A concentração deste poluente resulta de emissões directas do escape dos veículos, do desgaste dos pneus e dos travões, ou da ressuspensão das poeiras das estradas.

A Área Metropolitana de Lisboa (AML), na qual se centra a cidade de Lisboa, é constituída por 18 concelhos e possui estruturas rodoviárias de circulação importantes. Para além dos níveis de poluição decorrentes de um intenso fluxo de tráfego automóvel, ocorrem aqui condições geográficas, topográficas e meteorológicas próprias, que influenciam o transporte e dispersão dos poluentes.

Segue-se a apresentação e discussão dos resultados das concentrações de partículas inaláveis (PM<sub>10</sub>), medidas simultaneamente em alguns dos principais eixos de Lisboa.

#### 1.1.1 Metodologia

No que respeita às amostragens, foram colocados para medição simultânea onze amostradores de partículas de baixo volume (*Low Volume Air Sampler - LVS*) *Derenda*<sup>®</sup> *LVS 3.1* em ambos os lados de cinco vias de tráfego bem como um amostrador no topo da estação de qualidade do ar da Avenida da Liberdade.

A selecção dos locais procurou representar as principais vias de tráfego existentes em Lisboa, com congestionamentos frequentes e grande fluxo de veículos. Tratam-se de vias com elevado grau de importância na circulação rodoviária, quer por constituírem um acesso aos locais mais centrais da cidade, como a Avenida da Liberdade e Saldanha, quer por constituírem um ponto chave na entrada e saída da cidade (Eixo Norte-Sul, Segunda Circular e Avenida Marechal Gomes da Costa).

A Tabela 1 apresenta alguns dos aspectos metodológicos relativos à campanha de amostragem em causa e a Figura 1 assinala os pontos de amostragem.

**Tabela 1: Aspectos metodológicos da campanha de medição de partículas em Lisboa**

Aspectos metodológicos		
Período de medições	Entre 30 de Janeiro e 4 de Fevereiro de 2004 (Nota: os dias 31-1-2004 e 1-2-2004 corresponderam a um sábado e domingo respectivamente)	
Pontos de amostragem	Eixo Norte-Sul	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ordem Hospitaleira S. João de Deus</li> <li>- Centro Ismaili</li> </ul>
	2ª Circular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Santa Casa da Misericórdia</li> <li>- Posto de Limpeza da CML</li> </ul>
	Av. Marechal Gomes da Costa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Air Liquide</li> <li>- Metalurgia Luso - Italiana</li> </ul>
	Saldanha	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gabinete do Arquitecto</li> <li>- Segurança Social</li> </ul>
	Av. da Liberdade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escritório de Advogados</li> <li>- Biblioteca do Ministério das Obras Públicas</li> </ul>
	Av. da Liberdade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estação de Qualidade do Ar da Av. da Liberdade</li> </ul>



**Figura 1: Localização dos pontos de amostragem de PM<sub>10</sub> em Lisboa**

### 1.1.2 Resultados

Os resultados gerais de PM<sub>10</sub> para os onze pontos de amostragem correspondentes à caracterização das cinco vias de circulação acima referidas estão representados na Figura 2

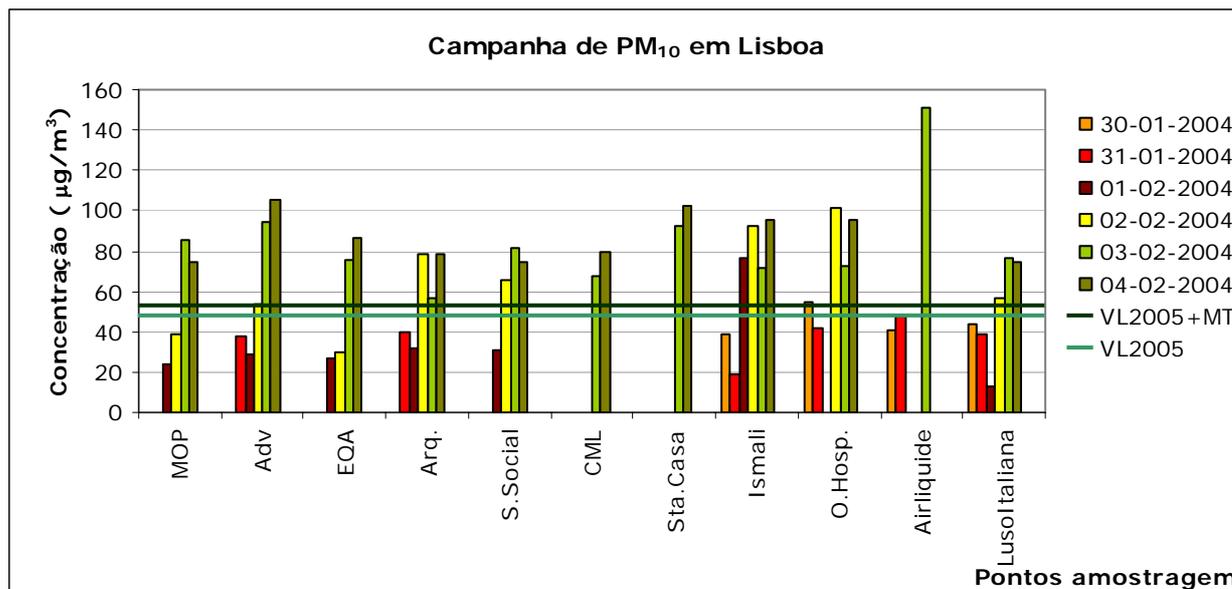


Figura 2: Concentrações médias diárias de PM<sub>10</sub> registadas

Note-se que a comparação dos resultados com os valores legislados é meramente indicativa, uma vez que os valores obtidos resultam de médias diárias a partir das 9 horas da manhã não sendo por isso consideradas todas as horas do dia em questão (das 0 às 24 horas).

Foi efectuado o estudo para verificar a possível existência de eventos naturais. Foi aplicado o modelo ICoD (Insular Coastal Dynamics), que permite obter informação acerca do índice de aerossóis e origem das massas de ar, de acordo com a análise de trajectória das massas de ar até sete dias antes do dia em questão, no sentido de avaliar a ressuspensão de partículas a partir dos desertos, nomeadamente do Sahara e Sahel. Os resultados decorrentes da aplicação do modelo permitiram concluir que não ocorreram quaisquer eventos naturais durante qualquer um dos dias da presente campanha.

### 1.1.1.1 Comparação de resultados com estações urbanas de fundo próximas

A rede de monitorização da qualidade do ar da Área Metropolitana de Lisboa Norte possui estações de dois tipos distintos, urbanas de fundo e de tráfego, e representam diferentes níveis de exposição da população à poluição atmosférica. As estações de tráfego localizam-se em zonas de circulação automóvel intensa, em locais de passagem de grande número de pessoas, ao passo que as estações urbanas de fundo se localizam em áreas afastadas das vias de tráfego principais ou de fontes industriais importantes.

Os resultados das estações urbanas de fundo dos Olivais, Loures e Reboleira foram comparados com os valores obtidos pelos amostradores. Os resultados obtidos pelos amostradores são consistentemente superiores aos verificados em qualquer estação de fundo, demonstrando claramente a influência do tráfego nos locais caracterizados, à excepção de alguns valores que poderão ter resultado de erros no procedimento de pesagem dos filtros.



### 1.1.1.2 Avaliação global

Da análise global dos resultados é possível salientar os seguintes aspectos:

- As concentrações de PM<sub>10</sub> são, de uma forma geral, muito elevadas, sendo que:
  - o valor-limite diário para 2005 é excedido em 26 das 33 amostragens em dias úteis da semana (cerca de 80%), e apenas numa amostragem (das 13) durante o fim-de-semana (cerca de 8%), tendo em conta o VL+MT para o ano de referência de 2004 (55µg/m<sup>3</sup>);
  - em todo o caso, evidencia-se a elevada percentagem de excedências ao valor-limite, sempre superior a 50% do total de dias de amostragem;
- os valores de PM<sub>10</sub> são substancialmente inferiores durante o fim de semana (dias 31-1-2004 e 1-2-2004), consubstanciando a natureza da principal contribuição existente naqueles pontos de amostragem, especialmente vocacionados para a avaliação da influência do tráfego. Contudo, a existência de precipitação poderá ter também influenciado os valores de concentração para esses dias;
- a análise comparativa dos dados no único dia em que foi possível obter resultados para todos os pontos de amostragem em simultâneo (terça-feira, dia 3-2-2004), permitiu verificar que os maiores valores de concentração de PM<sub>10</sub>, foram registados para a Avenida da Liberdade e, inconsistentemente, na Avenida Marechal Gomes da Costa, uma vez que se registou um valor que se considera atípico;
- no dia seguinte (quarta-feira, dia 4-2-2004), os valores mais elevados foram medidos no Eixo Norte-Sul e Segunda Circular, podendo estes ter resultado da diminuição média da intensidade do vento, já que se tratam de locais particularmente expostos ao vento, por não existirem os obstáculos físicos existentes nos outros pontos de amostragem retratados. Os resultados obtidos neste dia na Avenida da Liberdade mostram um registo elevado idêntico, pelo que se pode concluir ser este o local onde ocorrem, de forma consistente, os níveis mais elevados de PM<sub>10</sub>.
- As concentrações de PM<sub>10</sub> registadas em todos os períodos de amostragem não tiveram a influência de eventos naturais, devendo-se assim à contribuição de fontes antropogénicas.

A campanha de partículas inaláveis efectuada permitiu obter indicações sobre o poluente que regista persistentemente o maior número de excedências ao valor-limite. Verifica-se que as estações de qualidade do ar que registam mais excedências são as da Avenida da Liberdade e de Entrecampos, sendo que as restantes campanhas de monitorização decorreram exactamente nesses locais, mas agora para vários poluentes (CO, NO, NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>).

## 1.2 Campanha de medição de CO, NO, NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> na Avenida da Liberdade

### 1.1.3 Metodologia

A campanha de monitorização da qualidade de ar foi realizada na Avenida da Liberdade através de uma unidade móvel de medição da qualidade do ar do DCEA/FCT/UNL (o SNIF Air Lab designado de forma abreviada por SNIF), em dois pontos de medição próximos à Estação de Qualidade do Ar (EQA). Os resultados obtidos no SNIF foram comparados com os da EQA da Avenida da Liberdade.

A localização dos pontos de amostragem no gradiente de distâncias em relação à berma e próximo da EQA teve como objectivo:

- melhor determinar a representatividade local dos resultados da EQA;
- avaliar a distribuição transversal dos poluentes, ao longo do corredor pedonal da zona de implantação da EQA;
- e avaliar o tipo de exposição da população às concentrações dos poluentes provenientes das vias de tráfego adjacentes.

Alguns dos aspectos da metodologia da campanha levada a a cabo estão indicados na Tabela 2.

**Tabela 2: Aspectos metodológicos da campanha de medição de poluentes na Avenida da Liberdade**

Aspectos metodológicos	
1º período de medições	Entre 16 e 19 de Maio de 2004
2º período de medições	Entre 19 e 21 de Maio
Pontos e esquema de amostragem	Localizaram-se transversalmente à Avenida, no sentido de caracterizar o perfil de poluição no local de implantação da EQA. Num primeiro período de campanha o SNIF esteve sob exposição mais directa ao tráfego, a 4 metros do eixo da primeira faixa de rodagem da Avenida da Liberdade, e no segundo período de medição ficou mais afastado da via a cerca de 6 metros de distância. A EQA localiza-se entre os dois pontos de amostragem (a cerca de 5 metros da via).
Níveis de tráfego utilizados	Médias horárias; dados fornecidos pela Câmara Municipal de Lisboa.

Na Figura 3 pode observar-se o aspecto do SNIF Air Lab, a estação de qualidade do ar da Avenida da Liberdade e uma representação esquemática do corredor pedonal Este da referida Avenida.



Fonte: DCEA e CCDRLVT

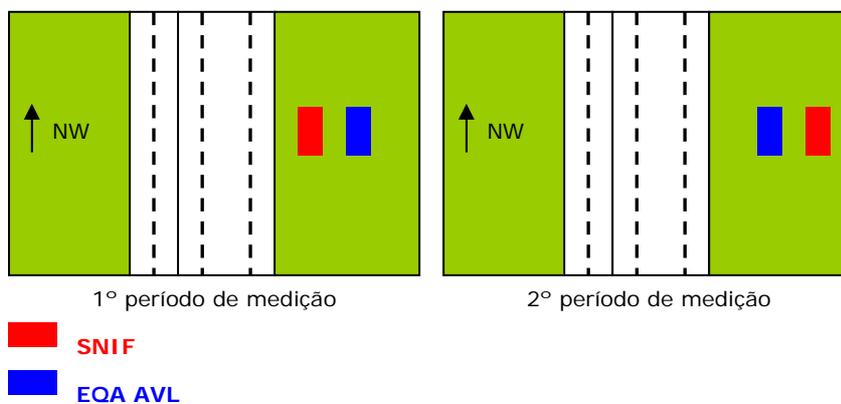


Figura 3: Pontos de amostragem da campanha de poluentes na Avenida da Liberdade

### 1.1.4 Resultados gerais

Dos resultados obtidos salientam-se os seguintes aspectos (bem como as concentrações registadas indicadas na Figura 4):

- as concentrações obtidas de  $\text{NO}_2$  e  $\text{CO}$  não excederam os limites estipulados no Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, o mesmo não sucedendo a todos os valores médios diários registados para as  $\text{PM}_{10}$ , medidos na EQA e SNIF, que excederam o VL+MT para 2004 ( $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- durante o primeiro período de medição (em que o SNIF se encontrou situado entre a via principal da Avenida da Liberdade e a EQA e, portanto, sob maior influência do tráfego rodoviário) as concentrações dos poluentes ( $\text{PM}_{10}$  e  $\text{CO}$ ) medidos no SNIF registaram valores superiores aos obtidos na EQA. Registou-se uma redução nas concentrações dos poluentes, do ponto situado a 4 m para o ponto a 5 m da berma, de 17% e 14% para as  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{CO}$ , respectivamente;
- durante o segundo período de medição os níveis de poluentes ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$  e  $\text{NO}$ ) registados na EQA foram sempre superiores aos do SNIF (neste período mais afastado da via principal e assim sob menor exposição ao

tráfego automóvel e à ressuspensão de partículas), salientando-se porém a diferença quase nula, no que respeita ao CO. Registou-se uma redução nas concentrações dos poluentes, do ponto situado a 5 m para o ponto a 6 m da berma, de 11%, 1%, 7% e 30% para as PM<sub>10</sub>, CO, NO<sub>2</sub> e NO, respectivamente. Os poluentes NO<sub>2</sub> e NO não foram medidos no primeiro período da campanha, devido a avaria do analisador.

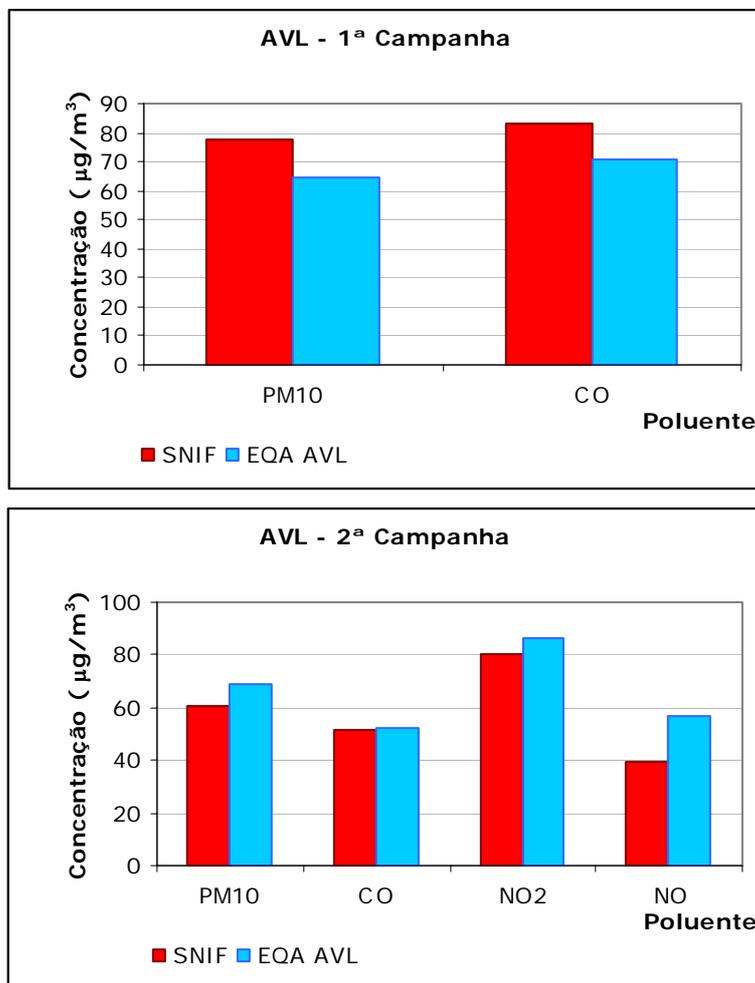


Figura 4: Resultados obtidos para vários poluentes, nas duas campanhas de medição, na Avenida da Liberdade

### Resultados para o dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>)

Foi feita a análise do comportamento das concentrações de NO<sub>2</sub> e os níveis de tráfego, quer em relação à sua evolução horária, quer em relação aos rumos e intensidade do vento.

A evolução temporal (por hora do dia) das concentrações de NO<sub>2</sub> traduz a influência do tráfego existente, principalmente nos valores registados na EQA da Avenida da Liberdade.

Os resultados obtidos no 2º período de medição na Avenida da Liberdade mostram que os teores de NO<sub>2</sub>, medidos a uma maior distância à via de tráfego no SNIF, foram inferiores aos registados na EQA, embora diferindo muito pouco. Ainda assim

o rácio NO/NO<sub>2</sub> foi de 0,7 e 0,5, para os pontos mais perto da via de tráfego (EQA) e mais longe (SNIF), respectivamente. Estes rácios demonstram que a proporção de NO em relação ao NO<sub>2</sub> foi mais elevada no ponto de medição mais próximo do tráfego rodoviário, traduzindo a sua influência.

Foi também efectuado o estudo dos valores de concentração média horária de NO<sub>2</sub> em função do rumo do vento (salientando-se que dado tratar-se de um poluente secundário, depende em larga medida da presença de certos compostos e reacções da química urbana, e não só da orientação do vento). De acordo com os resultados obtidos, pode ser concluído que, à excepção da direcção Nordeste, os níveis de NO<sub>2</sub> medidos, quer na EQA quer no SNIF, não registam diferenças significativas, ainda que ocorram variações dos quantitativos de tráfego. No que respeita à direcção Nordeste, os valores são muito superiores, reflectindo neste caso, as condições existentes ao final da tarde num dia de medição (refira-se a título de exemplo que, no dia seguinte, naquelas mesmas horas, verificaram-se ventos de Sul/Sudoeste, tendo sido os níveis de NO<sub>2</sub> significativamente inferiores).

### 1.1.1.3 Resultados para as partículas em suspensão (PM<sub>10</sub>)

As concentrações médias diárias de PM<sub>10</sub> registadas na EQA da Avenida da Liberdade e no SNIF foram bastante elevadas, excedendo sempre o valor-limite diário em vigor para o ano 2004 (55 µg/m<sup>3</sup>). Note-se que durante o período de campanha não ocorreram alterações visíveis de tráfego, obras, ou outro tipo de influência que pudesse induzir níveis mais elevados do poluente. Verificou-se simultaneamente que os níveis de PM<sub>10</sub> em estações de fundo, nesse período, foram já de si elevados, contribuindo para um acréscimo nas concentrações do poluente medido nas localizações com influência directa do tráfego rodoviário.

Uma comparação com uma estação de qualidade do ar de fundo urbano (Olivais) permitiu ainda concluir que:

- é perceptível a contribuição da poluição de fundo nos valores obtidos na EQA da Avenida da Liberdade: ao aumento das concentrações registado nos Olivais, correspondem subidas em ordem de grandeza idêntica na Avenida da Liberdade;
- o acréscimo da concentração de PM<sub>10</sub> verificado no SNIF, relativamente aos teores registados nas estações urbanas de fundo de Olivais e Loures, foi muito superior durante o 1º período (SNIF na localização mais próxima da berma), o que revela maior exposição e influência do tráfego rodoviário;
- na estação da Avenida da Liberdade ocorre também um acréscimo significativo nas concentrações de PM<sub>10</sub> relativamente às estações de fundo, embora não tão marcado como no SNIF, o que poderá resultar do seu posicionamento intermédio de medição (entre os locais onde ficou a medir o SNIF nos 1º e 2º períodos de amostragem).

Refira-se que, no sentido de averiguar os elevados níveis de fundo de partículas em suspensão, procedeu-se à verificação da ocorrência de eventos naturais causadores de um acréscimo anormal dos teores de partículas. Recorreu-se à aplicação do modelo ICoD (Insular Coastal Dynamics) para o período da campanha, tendo-se verificado que o fenómeno ocorreu de facto, em todos os dias, à excepção do dia 17/5/2004.

À semelhança da análise efectuada para o  $\text{NO}_2$ , também se procedeu à análise do comportamento das concentrações de  $\text{PM}_{10}$  de acordo com os níveis de tráfego, intensidade e direcção de vento. Os resultados de concentração média horária de  $\text{PM}_{10}$  obtidos na EQA da Avenida da Liberdade e SNIF associados às orientações de ventos predominantes, nos dois períodos de medição, permitem concluir o seguinte:

- o factor proximidade à via principal revelou ser mais importante do que a orientação do vento;
- contudo, registaram-se em média os maiores valores de concentração de  $\text{PM}_{10}$  para ventos de Norte, e os menores para ventos de Oeste. Esta constatação é precisamente contrária ao que seria de esperar considerando que estas orientações de vento promovem o escoamento das massas de ar no sentido dos pontos de amostragem (Oeste) e contrário a estes (Norte);
- desta forma, não é possível assegurar uma relação directa entre a orientação do vento e a existência de maiores ou menores valores de concentração de  $\text{PM}_{10}$ . Este facto poderá resultar da especificidade e complexidade dos movimentos atmosféricos, bem como, devido à utilização de valores de parâmetros meteorológicos que não foram medidos no próprio local das medições.

#### 1.1.1.4 Resultados para o monóxido de carbono (CO)

A medição de CO ocorreu durante os dois períodos de campanha, na EQA da Avenida da Liberdade e SNIF, sendo que a unidade móvel permaneceu mais próxima da principal via de tráfego no primeiro período de medição entre 16 e 19 de Maio de 2004 e, na mesma linha transversal, mais afastada do que a EQA entre 19 e 21 de Maio.

Da análise de todos os valores obtidos durante aqueles dois períodos, foi possível constatar o cumprimento confortável do valor limite relativo à média octo-horária ( $10 \text{ mg/m}^3$ ), estipulado no Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, pelo que não existe um impacte negativo importante deste poluente na qualidade do ar local.

No que respeita ao padrão diário das concentrações deste poluente a evolução horária dos valores é influenciada pela presença de tráfego automóvel, na medida em que regista aumentos essencialmente durante a manhã e final da tarde.

### 1.3 Campanha de medição de CO, NO, $\text{NO}_2$ e $\text{PM}_{10}$ em Entrecampos

#### 1.1.5 Metodologia

A campanha de monitorização da qualidade de ar realizada em Entrecampos foi também levada a cabo recorrendo ao SNIF, em dois pontos de medição próximos à

Estação de Qualidade do Ar. Os resultados obtidos no SNIF foram comparados com os da EQA de Entrecampos.

O objectivo da localização dos dois pontos de amostragem foi:

- a comparação dos dados do SNIF com os da EQA de Entrecampos;
- e a avaliação da exposição da população que circula nos corredores pedonais.

Alguns dos aspectos da metodologia da campanha levada a cabo em Entrecampos estão indicados na Tabela 3.

**Tabela 3: Aspectos metodológicos da campanha de medição de poluentes em Entrecampos**

Aspectos metodológicos	
1º período de medições	Entre 15 a 21 de Outubro de 2004
2º período de medições	Entre 22 a 28 de Outubro de 2004
Pontos de amostragem	Na 1ª semana: localizaram-se a cerca de 6 metros do eixo da primeira faixa de rodagem; Na 2ª semana: numa passagem pedonal sob forte influência do tráfego da rotunda de Entrecampos, a cerca de 8 metros do eixo da primeira faixa de rodagem e sob exposição próxima do túnel de Entrecampos, junto do muro superior do mesmo, a Sul.  O SNIF localizou-se em qualquer das duas semanas, sob exposição mais directa ao tráfego.
Níveis de tráfego utilizados	Médias horárias; dados fornecidos pela Câmara Municipal de Lisboa.

Na Figura 5 pode observar-se o aspecto do SNIF Air Lab, a estação de qualidade do ar de Entrecampos e uma representação esquemática da localização dos pontos de amostragem.



Fonte: DCEA e CCDD-LVT



Figura 5: Pontos de amostragem da campanha de poluentes em Entrecampos

### 1.1.6 Resultados gerais

Dos resultados obtidos salientam-se os seguintes aspectos (bem como as concentrações registadas indicadas na Figura 6):

- de um modo geral, durante os dois períodos de medição (15-10-2004 a 28-10-2004) todos os resultados de  $\text{NO}_2$  e CO obtidos cumpriram as normas relevantes, estipuladas no Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, o mesmo não sucedendo a alguns dos valores médios diários registados para as  $\text{PM}_{10}$ , sobretudo no SNIF, que excederam o VL+MT para 2004 ( $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- verificou-se que, da primeira para a segunda semana de medições, houve um aumento nas concentrações médias em todos os poluentes, na EQA de Entrecampos e no SNIF;
- uma vez que, não ocorreram alterações no valor médio de veículos contabilizados, nem diferenças significativas nos parâmetros meteorológicos, e se registaram também aumentos de concentração em todos os poluentes, no 2º período de medições, nas estações de fundo de Olivais e Loures, conclui-se que o fenómeno do aumento generalizado das concentrações se poderá relacionar com um aumento de poluição a nível regional, com consequentes efeitos a nível local;
- para averiguar da possibilidade da ocorrência de episódios de eventos naturais nos dias da campanha, foi aplicado o modelo ICoD (Insular Coastal Dynamics), que permitiu verificar a sua não ocorrência;
- no 1º período de campanha as concentrações de  $\text{PM}_{10}$  e CO registadas no SNIF (localizado ao lado da estação mas com maior proximidade ao tráfego) foram mais elevadas do que na estação de Entrecampos (em que as concentrações foram respectivamente 21% e 27% das obtidas no SNIF). Tal não sucedeu para o  $\text{NO}_2$  e NO, poluentes para os quais se obteve uma concentração 29% e 25% mais baixa no SNIF do que na EQA;

- no 2º período de campanha as concentrações de PM<sub>10</sub> e CO foram mais elevadas na localização do SNIF, mais exposta à influência do tráfego rodoviário (sendo que na EQA estas concentrações foram 28% e 18% mais baixas do que as medidas no SNIF, respectivamente). Contrariamente, a concentração de NO<sub>2</sub> foi mais elevada na EQA (a obtida no SNIF foi 12% mais baixa). Tal poderá resultar do facto do NO<sub>2</sub> se comportar como produto secundário resultante das emissões automóveis (que libertam primariamente NO), e assim, a menor distância aos tubos de escape ainda não ocorreram as reacções de oxidação do NO registando-se menores níveis de NO<sub>2</sub>.

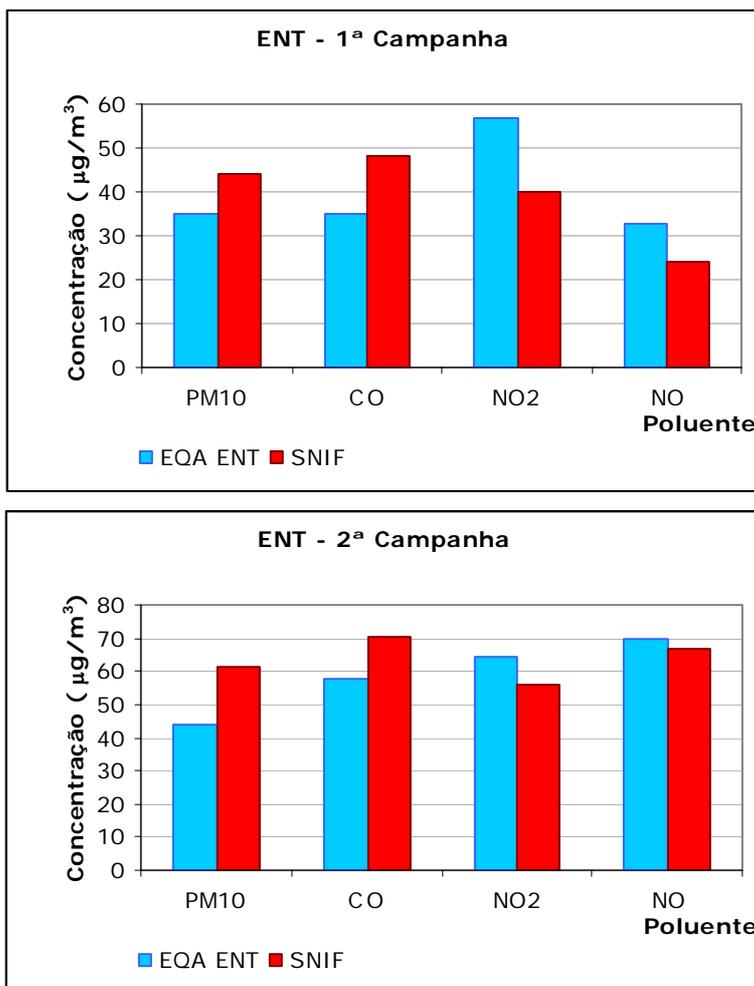


Figura 6: Resultados obtidos para vários poluentes, nas duas campanhas de medição, em Entrecampos

### 1.1.1.5 Resultados para o dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>)

Efectuou-se a análise dos resultados de concentrações de NO<sub>2</sub> obtidas em simultâneo na EQA de Entrecampos e SNIF e quantitativos de tráfego medidos no único sistema de contagem existente na zona. Verifica-se que:

- as concentrações de NO<sub>2</sub> registadas estiveram sempre abaixo do valor-limite horário (260µg/m<sup>3</sup>), sendo que as concentrações obtidas na EQA de Entrecampos são geralmente superiores às verificadas no SNIF;



- verificou-se uma boa correlação para este poluente entre os pontos de amostragem na EQA e no SNIF (principalmente na 1ª campanha o se deve à proximidade física dos dois pontos);
- do conjunto dos poluentes medidos o NO<sub>2</sub> foi aquele que melhor explicou o comportamento do tráfego, sobretudo durante a segunda semana de campanha (SNIF mais exposto à contribuição do tráfego);
- no que respeita ao padrão diário de concentração deste poluente, verificam-se os valores mais elevados durante as “horas de ponta” da manhã e do final da tarde;
- a evolução temporal das concentrações de NO<sub>2</sub> traduz a influência do tráfego e vai de encontro aos valores de correlação apresentados. A localização do SNIF, durante a segunda semana da campanha, responde melhor às variações horárias dos quantitativos de tráfego (com um factor de correlação mais elevado);
- quer na 1ª campanha quer na 2ª os valores mais elevados de NO<sub>2</sub> foram registados na EQA de Entrecampos, que era o ponto de amostragem mais afastado da berma. Tal poderá resultar do facto do SNIF se encontrar a uma maior proximidade do tráfego em relação à EQA e, sendo o NO<sub>2</sub> um produto secundário resultante das emissões automóveis (que libertam primariamente NO), a menor distância aos tubos de escape, induz menor número de reacções de formação de NO<sub>2</sub> a partir do poluente primário.

Foi feita também a análise dos resultados obtidos para as concentrações de NO<sub>2</sub> e volume de tráfego em função do rumo de vento. Sendo que se trata de um poluente secundário, este depende em larga medida da presença de certos compostos e reacções da química urbana, e não só da orientação do vento. Assim:

- quando considerados globalmente os resultados de NO<sub>2</sub> obtidos em ambas as campanhas, verificou-se que os valores de concentração média horária quase não variaram com a alteração da orientação do vento;
- quando considerados os resultados de NO<sub>2</sub> obtidos apenas na 2ª campanha (precisamente quando se verificou um maior coeficiente de correlação com os quantitativos de tráfego), foi evidente a relação entre os valores de concentração de NO<sub>2</sub> e os respectivos quantitativos de tráfego registados em média para cada orientação de vento.

Através da análise de correlações verificou-se que os resultados horários de NO<sub>2</sub> obtidos no SNIF e na EQA de Entrecampos apresentaram sempre uma correlação significativa com as medições das estações urbanas de fundo de Olivais e Loures.

### **1.1.1.6 Resultados para as partículas em suspensão (PM<sub>10</sub>)**

As concentrações médias diárias obtidas, foram comparadas com o valor-limite diário em vigor para o ano 2004, ou seja 55 µg/m<sup>3</sup>. Ocorreram excedências ao VL+MT em seis dos sete valores médios diários de PM<sub>10</sub> medidos pelo SNIF (durante a segunda semana de amostragem), ou seja, 86% de excedências, e duas excedências ao VL+MT medidas na EQA de Entrecampos (uma na primeira campanha e outra na segunda).

Relativamente à variação da concentração do poluente por rumos de vento esta não foi conclusiva, uma vez que, durante as duas semanas de amostragem, os valores de concentração mais elevados corresponderam a orientações do vento favoráveis ao escoamento das massas de ar das zonas de tráfego mais críticas.

No sentido de melhor compreender alguns picos de concentração verificados em Entrecampos, durante o período de campanha, procedeu-se à sua comparação com os valores médios horários de concentração de PM<sub>10</sub> registados nas estações urbanas de fundo dos Olivais e de Loures.

Verifica-se que aos aumentos de concentração registados nos Olivais e Loures, correspondem subidas em ordem de grandeza idêntica na EQA de Entrecampos e SNIF: os seus quantitativos totais de PM<sub>10</sub> (na localização de tráfego) são repartidos entre a contribuição da poluição de fundo existente e a afectação do tráfego e de outras fontes locais.

Através da análise de correlações entre os registos horários de PM<sub>10</sub> na EQA de Entrecampos, SNIF, EQA de Olivais, e EQA de Loures (sendo os seus coeficientes significativos sobretudo entre Entrecampos e Olivais), é muito provável que alguns picos de concentração medidos em Entrecampos resultem da contribuição dos níveis de poluição de fundo existentes.

#### **1.1.1.7 Resultados para o monóxido de carbono (CO)**

Quanto ao cumprimento das normas nacionais, em concreto o estipulado no Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, verificou-se que o valor limite relativo à média octo-horária (10 mg/m<sup>3</sup>), não foi excedido por nenhuma ocasião.

Tal como referido anteriormente, as concentrações de CO estão associadas às emissões do tráfego automóvel. Desta forma, observa-se um padrão diário de concentração deste poluente dependente da intensidade do tráfego automóvel, ocorrendo os valores mais elevados ao início da manhã e final da tarde (o pico observado durante o período da tarde é mais prolongado).

É ainda de realçar que os valores obtidos no SNIF são mais elevados do que os registados na EQA durante a maior parte do dia, invertendo-se a situação ao final da tarde. Esta situação é mais visível na segunda semana de campanha, quando a influência do tráfego é mais significativa: de facto a dinâmica do trânsito local indica uma maior concentração de veículos no sentido Norte-Sul de manhã e no sentido Sul-Norte ao final da tarde, correspondente à flutuação típica de entrada e saída de veículos na cidade de Lisboa.

Deste modo, parece evidente que o maior grau de proximidade de um ponto de amostragem à zona de influência do tráfego (neste caso no sentido Norte-Sul ou Sul-Norte) determina que a representatividade dos resultados deve ser entendida de forma local.

## **1.4 Avaliação global**

Neste âmbito, as campanhas de monitorização de partículas inaláveis que tiveram lugar em cinco das principais vias de tráfego rodoviário existentes em Lisboa



(Segunda Circular, Eixo Norte-Sul, Avenida Marechal Gomes da Costa, Saldanha e Avenida da Liberdade), permitiram retirar as seguintes conclusões:

- a obtenção de informação meteorológica, nomeadamente de direcção e intensidade do vento, proveniente dos próprios locais de medição é essencial para a melhor sustentação das apreciações efectuadas aos resultados;
- os resultados gerais mostram o generalizado incumprimento legal do VL+MT de PM<sub>10</sub> para 2004 (55 µg/m<sup>3</sup>), concretamente nos dias úteis da semana, sendo de salientar que durante o período da campanha, não se terão verificado quaisquer eventos naturais;
- os maiores valores de concentração foram obtidos na Avenida da Liberdade, um pouco acima, em termos médios, dos restantes locais amostrados, ainda que se trate de uma avaliação pouco sustentada devido ao diminuto número de valores médios diários em causa;
- a ocorrência de precipitação nos primeiros dias, a diminuição da intensidade do vento, a localização dos pontos de amostragem a alturas e distâncias à via de tráfego diferentes, parecem ter influenciado os teores de partículas inaláveis obtidos.

A referida campanha permitiu obter indicações, em simultâneo, sobre o poluente que regista persistentemente o maior número de excedências ao valor-limite, nomeadamente nas EQA da Avenida da Liberdade e Entrecampos, precisamente os locais onde decorreram as restantes campanhas de monitorização.

A caracterização da qualidade do ar em Entrecampos e Avenida da Liberdade, que envolveu os resultados do SNIF e da EQA, permitiu concluir os seguintes aspectos:

- os resultados de NO<sub>2</sub> e CO cumprem sempre as respectivas normas de qualidade do ar, estipuladas no Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, o mesmo não sucedendo a alguns dos valores médios diários registados para PM<sub>10</sub>, medidos sobretudo no SNIF, que excederam o respectivo VL+MT;
- verifica-se normalmente um perfil bimodal das concentrações de PM<sub>10</sub>, CO e NO<sub>2</sub>, por serem poluentes influenciados pelo tráfego automóvel;
- em Entrecampos, o NO<sub>2</sub> é do conjunto de poluentes medidos, aquele que melhor explica o comportamento do tráfego; sobretudo durante a segunda semana de campanha, medido no SNIF. Este ponto parece obter face aos resultados apresentados, uma resposta mais efectiva do que a localização da actual EQA, no que concerne aos objectivos inerentes à escolha da localização de uma estação de tráfego;
- na Avenida da Liberdade a proximidade à sua via principal, representa por regra, maiores valores de concentração medidos, à excepção do CO, cuja tendência não é clara;
- para as PM<sub>10</sub> verifica-se há uma correlação significativa entre os valores medidos em ambas as EQA de Entrecampos e Avenida da Liberdade com os da EQA dos Olivais. Essa elevada correlação, associada ao estudo do perfil horário da concentração de PM<sub>10</sub>, permite concluir que os elevados níveis deste poluente de devem à contribuição da poluição de fundo a que se acresce a influência dos níveis de tráfego rodoviário.



- Através do diagnóstico efectuado verifica-se que o poluente PM<sub>10</sub> foi aquele para o qual ocorreram mais persistentemente excedências ao Valor Limite acrescido da Margem de Tolerância. As referidas excedências registaram-se mais frequentemente as nas estações de tráfego de Avenida da Liberdade e também na de Entrecampos. Assim sendo, estas duas estações de tráfego, são representativas das situações mais problemáticas em termos de qualidade do ar.