

PARTÍCULAS PM10 NA CIDADE DE BRAGANÇA E SUA RELAÇÃO COM OS ESPAÇOS VERDES

Manuel Feliciano*, Ana Fernandes, Eskarne Rementeria, Joana Castro, Luís Dias, Artur Gonçalves, Luís Nunes, Paulo Cortez, Arsénio Araújo

¹Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Apartado 1138, 5301-854 Bragança, Portugal

SUMÁRIO

No âmbito do projecto de investigação POCI/AMB/59174/2004, que tem por objectivo global avaliar os impactes dos espaços verdes na qualidade do ambiente urbano, desenvolveu-se um estudo preliminar de avaliação da influência da vegetação urbana nos níveis atmosféricos de partículas em suspensão.

A metodologia envolveu a medição das concentrações de PM10, em diferentes locais da cidade de Bragança, e o desenvolvimento de ensaios que visam avaliar o papel da vegetação na remoção/emissão de material particulado, através de medições de partículas em suspensão a montante e a jusante da zona de quebra do vento, em cinturas verdes com características contrastantes.

A informação, recolhida até ao momento, mostra que a cidade de Bragança, apesar da sua localização, está, por vezes, exposta a níveis de PM10 não negligenciáveis, tendo-se registado concentrações médias diárias compreendidas entre as $4,06 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ e as $105,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Das áreas estudadas, a avenida Sá Carneiro, uma das artérias de maior intensidade de tráfego rodoviário é a que apresenta valores sistematicamente mais elevados de partículas ($> 40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), fazendo antever alguma dificuldade futura em cumprir os objectivos legais.

A avaliação do papel da vegetação na remoção de partículas sugere que os espaços verdes contribuem para a redução dos níveis atmosféricos de PM10, porém são necessárias medições adicionais para uma melhor clarificação das relações existentes.

Palavras-chave: Vegetação, Partículas em Suspensão na Atmosfera, Monitorização Espacial e Sazonal.

1. INTRODUÇÃO

A maior parte das nossas cidades apresentam sinais evidentes de degradação ambiental, sendo a deterioração da qualidade do ar um dos problemas mais severos para a saúde de quem vive nesses espaços. A crescente utilização dos transportes rodoviários, a expansão da indústria de construção civil e o aquecimento doméstico são alguns dos factores que mais contribuem para agudizar este problema.

Uma das manifestações mais evidentes de deterioração da qualidade do ar em zonas urbanas tem sido o aumento dos níveis atmosféricos de partículas em suspensão, que, a par de outros poluentes gasosos como o ozono superficial, surge na lista dos poluentes com maior perigosidade para a saúde humana. Estudos epidemiológicos, desenvolvidos recentemente, mostram que a fracção de partículas PM10 (partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente $\leq 10 \mu\text{m}$) aumenta o risco de morte respiratória em crianças com uma idade inferior a um ano, agrava problemas de asma, aumenta o risco de bronquites e cancro pulmonar (Schwartz *et al.*, 1996).

* **Autor correspondente:** msabenca@ipb.pt

A solução para este problema passa cada vez mais pela concepção e implementação de novos modelos de organização do espaço urbano, nos quais os espaços verdes devem surgir como elementos fundamentais do novo paradigma de sustentabilidade urbana. A capacidade dos espaços verdes mitigarem as consequências da poluição do ar tem sido amplamente discutida na literatura científica (Cardelino e Chameides, 1990; Taha, 1996; Nowak *et al.*, 2000 e 2006). De facto, a vegetação urbana afecta a qualidade do ar através das alterações das condições micrometeorológicas, baixando a temperatura local, obstruindo a passagem da radiação solar e afectando as características do vento com influência directa nas condições de dispersão atmosférica (Givoni *et al.*, 2003). A vegetação também influencia a deposição seca de gases, potenciando a remoção destes quer através dos estomas, quer através das superfícies cuticulares. A remoção de partículas através da sua intercepção pela vegetação é outro processo relevante, porém, pode ser acompanhado pelo fenómeno de re-suspensão (Sashua-Bar e Hoffman, 2004).

O estudo que se apresenta integra-se neste contexto, tendo como principais objectivos caracterizar a cidade de Bragança em termos de níveis de PM₁₀, identificar as principais fontes deste poluente e avaliar as relações entre níveis de partículas PM₁₀ e os espaços verdes, adoptando uma metodologia assente em medições experimentais e em modelação de processos atmosféricos.

2. METODOLOGIA

As medições de PM₁₀ estão a ser levadas a cabo em diferentes zonas urbanas, por meio de um amostrador de partículas Tecora ECHO PM, de médio caudal, equipado com cabeça PM₁₀ LVS, e um monitor de partículas ADR 1200S (ThermoElectron). O Monitor ADR-1200S distingue-se essencialmente do amostrador pelo princípio de operação e pela sua maior resolução temporal. O Monitor ADR-1200S mede as concentrações de PM₁₀ por meio de um princípio de operação assente na dispersão de radiação laser, tendo sido programado para fornecer informação de minuto a minuto. Os dois instrumentos foram intercomparados, tendo-se obtido resultados bastante satisfatórios.

O desenvolvimento experimental tem vindo a ser executado desde Março de 2005 e envolveu uma fase inicial, de cerca de 5 meses, de avaliação dos níveis de PM₁₀, com o amostrador Tecora, em três locais distintos da cidade de Bragança. Os locais escolhidos foram: a) uma área verde sita no Campus do Instituto Politécnico de Bragança (IPB1); b) a área onde se encontram as instalações dos Serviços Sociais do IPB (IPB2); c) e o “coração” da principal avenida da cidade de Bragança, a Av. Sá Carneiro, a cerca de 6 m do eixo central da via, em três períodos distintos – (SCp1, SCp2, SCp3).

Em 2006, ao longo de um período de quatro meses, foram realizadas medições de concentrações diárias de PM₁₀ no local identificado anteriormente por IPB1 e também se realizaram alguns ensaios de monitorização em contínuo de PM₁₀, ao longo do período diurno, na Avenida Sá Carneiro, usando-se o monitor ADR-1200S.

Para avaliar com pormenor a influência da vegetação na absorção dos poluentes atmosféricos, as concentrações de PM₁₀ foram avaliadas em três posições distintas ao longo de dois transectos lineares, um traçado perpendicularmente numa zona com vegetação arbustiva e arbórea (ponto 1, ponto 2 e ponto 3) e um outro traçado numa zona mais descampada (ponto4, ponto5 e ponto6), como se mostra na figura 1.



Paralelamente a esta componente experimental de campo e com o objectivo de interpretar com maior rigor os valores registados, recorreu-se a modelos de retrotrajectórias e imagens de satélite disponíveis na internet. A aplicação dos modelos de avaliação da qualidade do ar, CALINE 4 e CAL3QHC, foi também uma ferramenta de inferência da contribuição relativa das principais origens de aerossol atmosférico e de avaliação do papel do uso do solo na distribuição dos seus níveis.

Figura 1: Locais de medição sispostos em dois transectos lineares traçados numa cintura verde, perpendicularmente a uma rodovia.

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

As concentrações médias, bem como os máximos e os mínimos obtidos nas diferentes campanhas de medição realizadas encontram-se na figura 2. No total, foram efectuadas cerca de 80 amostragens de 24 horas. A análise dos valores mostra que a cidade de Bragança, apesar da sua localização, está por vezes exposta a níveis de PM10 não negligenciáveis, tendo-se registado concentrações compreendidas entre as $4,06 \mu\text{g m}^{-3}$ e as $105,6 \mu\text{g m}^{-3}$. Das áreas estudadas, a Avenida Sá Carneiro, uma das artérias de maior intensidade de tráfego rodoviário, é a que apresenta valores sistematicamente mais elevados de partículas ($>40 \mu\text{g m}^{-3}$).

Os valores relativamente elevados registados em Março e Abril de 2005, num local muito menos exposto a fontes rodoviárias do que o local da Av. Sá Carneiro advém, por um lado, das condições de baixa humidade atmosférica prevalectentes nos primeiros meses do ano de 2005 e, por outro lado, da ocorrência de eventos de transporte a longa distância, como se pode constatar a partir da análise de imagens de satélite e dos resultados de modelos de retrotrajectórias (modelo HYSPLIT).

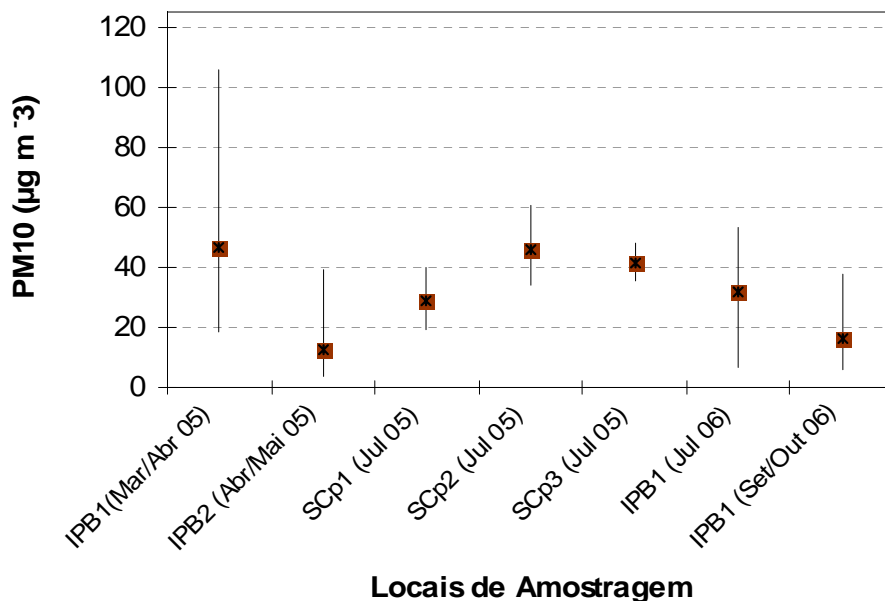


Figura 2: Concentrações médias de 24 horas de PM10 na Cidade de Bragança.

Os valores apresentados para o período SCp2 correspondem a médias diurnas de 24 horas, i.e., resultaram de uma amostragem ao longo de dois períodos diurnos (12 horas + 12 horas), em dias consecutivos. As maiores emissões rodoviárias durante as horas diurnas podem justificar as diferenças encontradas, principalmente em comparação com os valores obtidos no período SCp3.

A análise dos resultados obtidos na monitorização de PM10, efectuada na Avenida Sá Carneiro (ver figura 3), evidencia também que o tráfego automóvel é uma fonte de material particulado. Ainda que não tenha motivado valores elevados no período em análise, é visível a existência de uma certa correlação entre o número de veículos e os níveis de PM10. É de salientar que no período das 11h-16h a relação não é perceptível, em resultado da evolução da camada de mistura nessa altura do dia, provocando um maior efeito de diluição na concentração local do poluente. Com a evolução do dia a dispersão torna-se menos vigorosa, diminuindo este efeito, sendo, nestes casos, os níveis atmosféricos, sobretudo, influenciados pelas emissões de partículas para a atmosfera.

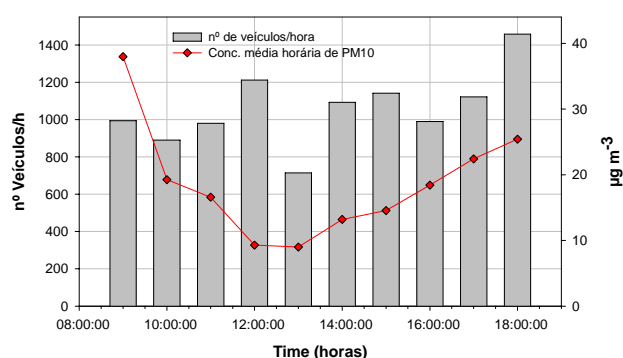


Figura 3: Concentração de PM10 (Monitor ADR-1200S) e contagem de veículos na Av. Sá Carneiro.

No que concerne aos resultados obtidos no ensaio de avaliação da influência da vegetação nos níveis de PM10 (ver figura 4), é possível observar que os valores associados ao transecto traçado na zona com vegetação foram sistematicamente inferiores aos obtidos nos pontos do transecto de controlo (sem vegetação). A análise dos valores em cada um dos transectos é menos clara, principalmente no transecto vegetado, o qual mostra um incremento dos valores no ponto menos exposto às emissões rodoviárias por estar protegido por uma sebe arbustiva e arbórea. Este facto pode, no entanto, ser explicado pela possível re-suspensão do material particulado depositado na vegetação, em resultado de uma perturbação das condições ambientais, uma vez que o número de veículos automóveis foi semelhante nos três períodos de contagem.

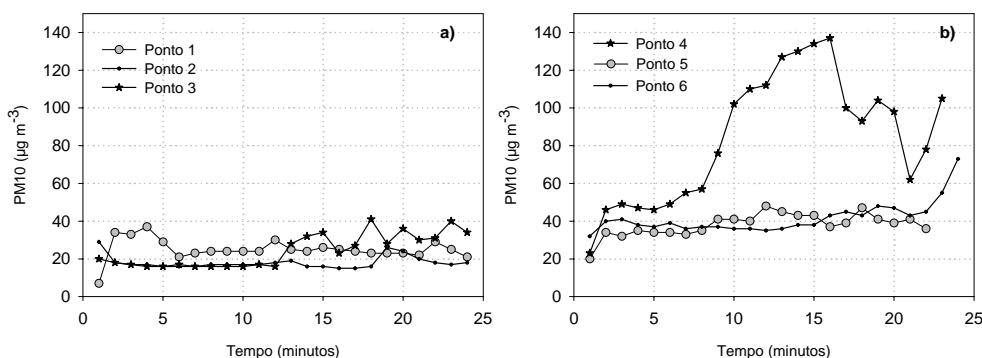


Figura 4: Concentração de partículas PM10 obtidas nos transectos traçados perpendicularmente à cintura verde da R. Artur Mirandela. a) transecto com vegetação; b) transecto livre de vegetação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos ensaios realizados pode concluir-se que a atmosfera de Bragança, embora relativamente limpa de material particulado, está, por vezes, exposta a níveis de PM10 elevados, ultrapassando mesmo o limite legal. Na origem deste facto estão fenómenos de transporte a longa distância e também processos de emissão local, levando a perceber que são inúmeras as fontes de material particulado, nomeadamente, a construção civil, re-suspensão de partículas do solo urbano, tráfego de veículos motorizados, actividades agrícolas. Das áreas estudadas, a avenida Sá Carneiro, uma das artérias de maior intensidade de tráfego rodoviário é a que apresenta valores sistematicamente mais elevados de partículas ($> 40 \mu\text{g.m}^{-3}$), fazendo antever alguma dificuldade futura em cumprir os objectivos legais.

Não obstante a informação ser ainda de carácter preliminar, os ensaios realizados, envolvendo alguns tipos de estruturas verdes, mostram que globalmente a vegetação contribui para a redução das concentrações de partículas em espaços verdes e a jusante desses espaços. Porém, tornou-se também evidente que face à complexidade dos ensaios, é imperativo montar experiências mais elaboradas, integrando a avaliação de outros parâmetros, assim como realizar ensaios adicionais noutros espaços verdes, de modo avaliar, com maior rigor, o contributo da vegetação na remoção/emissão de material particulado.

Agradecimentos

O projecto de investigação GreenUrbe é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) e pelo Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional (FEDER). Uma mensagem de apreço para os alunos de estágio do Curso de Eng^a do Ambiente e Território da ESAB que muito têm ajudado no desenvolvimento da presente investigação. Um agradecimento especial a todos os proprietários que tornaram possível a colocação de equipamentos nas suas propriedades.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardelino C. A. e Chameides W. L. (1990). Natural hydrocarbons, urbanization, and urban ozone. *Journal of Geophysical Research* **95** (D9), 13971-13979.
- Givoni B. M. N., Saaroni H., Pochter O., Yaacov N. F. Y. and Becker S. (2003). Outdoor comfort research issues, *Energy & Buildings* **35**, 77-86.
- Nowak D. J., Civerolo K. L., Rao S. T., Sistla G., Luley C. J., Crane D. E. (2000). A modelling study of the impact of urban trees on ozone. *Atmospheric Environment* **34**, 1601-1613.
- Nowak D. J., Crane D. E. and Stevens J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening* **4**, 115-123.
- Sashua-Bar L. e Hoffman M. E. M. (2004). Quantitative evaluation of passive cooling of UCL microclimate in hot regions in summer, case study: urban streets and courtyards with trees. *Building & Environment* **39** (9), 1087-1099.
- Schwartz, J. Dochery. D. W., Neas, L. M. (1996). Is daily mortality associated specifically with fine particles? *Journal of Air and Waste Management Association* **46**, 927-939.
- Taha H. (1996). Modeling impacts of increased urban vegetation on ozone air quality in the South Coast Air Basin. *Atmospheric Environment* **30** (20), 3423-3430.