

## **Poluição por partículas e clima urbano. Um estudo de magnetismo ambiental em Coimbra, Portugal central**

### ***Particle pollution and urban climate. An Environmental Magnetism study in Coimbra, central Portugal***

**J. FIALHO** - josefialho@gmail.com (Universidade de Coimbra, Departamento de Ciências da Terra)

**N. GANHO** - nganho@netvisao.pt (CEGOT, Universidade de Coimbra, Departamento de Geografia)

**C. R. GOMES** - romualdo@dct.uc.pt (CGUC, Universidade de Coimbra, Departamento de Ciências da Terra)

*RESUMO:* Neste estudo procedeu-se à recolha de dados de temperatura, humidade relativa e matéria particulada, em 10 campanhas itinerantes. Para avaliar a sua concentração, as partículas foram magnetizadas e medidas a 1T (tesla), -25 mT, -100 mT e -300 mT. O conhecimento das áreas com situações frequentes de estabilidade absoluta, associadas a inversões de gradiente térmico intensas, é importante, pois a diminuição da camada de mistura, provocará uma dispersão ineficiente dos poluentes, onde a matéria particulada, não é excepção.

*PALAVRAS-CHAVE:* Magnetismo ambiental, clima urbano, matéria particulada, magnetização isotérmica remanescente ( $IRM_{1T}$ ).

*ABSTRACT:* In this study, temperature, relative humidity and particulate matter data were collected in 10 itinerant campaigns. The particles were magnetized and measured at 1 T (tesla), -25 mT, -100 mT e -300 mT, in order to assess its concentration. The knowledge of frequent absolute stability area, associated with intense thermal inversions, is important, because the decrease of the mixture layer will cause inefficient dispersion of the pollutants and particulate matter is not an exception.

*KEYWORDS:* Environmental magnetism, urban climate, particulate matter, isothermal remanent magnetization ( $IRM_{1T}$ ).

## **1. INTRODUÇÃO**

A cidade de Coimbra está inserida num contexto geológico e geomorfológico muito peculiar, pois desenvolve-se no contacto de duas grandes unidades morfoestruturais, a Orla Meso-Cenozóica Ocidental e o Maciço Antigo (Soares *et al.*, 1985). Esta configuração, confere relevo diversificado à cidade e sua envolvente periurbana, com áreas deprimidas de declives reduzidos (por exemplo, o meandro abandonado da Arregaça), por um lado, e vertentes com algum significado topográfico, (por exemplo, a Serra do Roxo, com 510 m), por outro.

O relevo mais ondulado com cumeadas mais aplanadas potenciou, ao longo do tempo, forte urbanização. Destaca-se ainda o desenho rectilíneo do encaixe de ribeiras subsidiárias, como são exemplos a Ribeira de Coselhas (NE-SW) e o Vale do Rio dos Fornos em Souselas (NE-SW) (Marques *et al.*, 2009). Em termos macroclimáticos, Coimbra encontra-se num domínio

Mediterrâneo, mas com influência atlântica (Ferreira, 2005), devido à sua proximidade ao Oceano Atlântico.

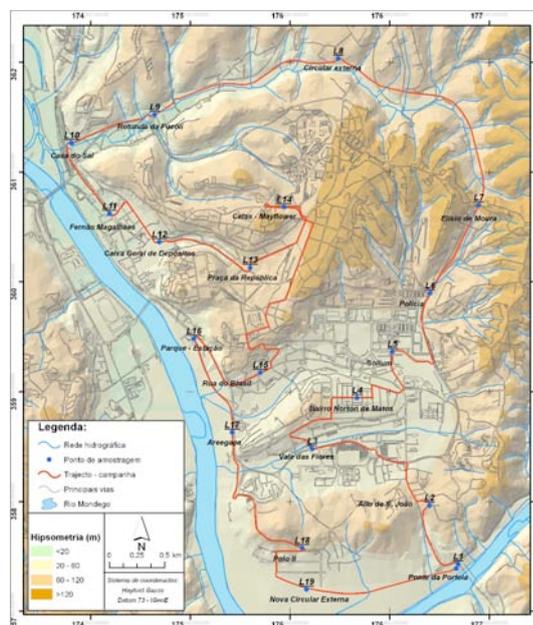
A população, na área urbana de Coimbra, tem aumentado consideravelmente, em áreas como o seu sector sul (Vale das Flores, Solum, Calhabé), o que faz aumentar o tráfego rodoviário e, conseqüentemente, os níveis de poluição.

A cidade de Coimbra tem sido palco de trabalhos de magnetismo ambiental que têm contribuído para traduzir a distribuição da matéria particulada, função da intensidade do tráfego automóvel, da presença de obras, da topografia e do clima, em especial, da quantidade de pluviosidade (*e.g.*, Gomes *et al.*, 2003; Lourenço, 2003; Gomes *et al.*, 2008).

Neste estudo pretende-se encontrar a relação entre o clima urbano e a concentração de matéria particulada na atmosfera da cidade de Coimbra.

## 2. METODOLOGIA

Para realizar este estudo foi implementada uma metodologia específica para a recolha dos dados, através da realização de campanhas itinerantes de observação, onde todas as variáveis (temperatura, em °C, humidade relativa, em % e matéria particulada) eram registadas/amostradas em simultâneo. O percurso de amostragem foi desenhado de forma a percorrer, em menos de uma hora, 20 pontos da cidade (fig.1). Os locais de amostragem dos dados climáticos e partículas foram definidos de acordo com estudos anteriores procurando evidências do maior ou menor desenvolvimento da Ilha de Calor Urbano, ou de Ilhas de Frescura, ou seja, da configuração do campo térmico da cidade (Ganho, 1998). Trabalharam-se os dados brutos, calculando-se apenas alguns parâmetros estatísticos.



Figural - Percurso efectuado com a identificação dos pontos de amostragem.

Para o estudo da matéria particulada foram utilizados colectores que percorriam troços definidos do trajecto efectuado, bem como colectores que percorriam a totalidade do percurso. A amostragem foi efectuada durante a noite, no intervalo de tempo em que os valores de matéria particulada, registados nas estações em Coimbra, são mais elevados. No laboratório foi utilizada a metodologia do Magnetismo Ambiental. Procedeu-se à magnetização a 1 T (tesla), -25 mT, -100 mT e -300 mT e a posterior medição da magnetização remanescente isotérmica (MRI) dos

colectores expostos à atmosfera em intervalos de tempo específicos. As medições da MRI foram efectuadas num magnetómetro *fluxgate* rotativo *Molspin* e os campos magnéticos foram aplicados com um magnetizador também *Molspin*, no Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra.

### 3. RESULTADOS

O trabalho permitiu avaliar a relação existente entre o clima urbano e a maior ou menor dispersão da matéria particulada na *urban canopy layer*. Foram aferidos aspectos relacionados com a configuração do clima urbano, onde o campo térmico apresentava uma ilha de calor urbano polinucleada (Ganho, 1998), e com a configuração do lago de ar frio da parte terminal do vale da Ribeira de Coselhas. Este local reveste-se de uma grande importância quanto à qualidade do ar, pois foi onde se registaram as maiores concentrações de matéria particulada, nomeadamente no colector que percorre o troço compreendido entre a Polícia (L6) e a Rotunda da casa do Sal (L10) (fig. 1).

Para a matéria particulada, pode verificar-se que a sua concentração não é homogénea no espaço urbano, havendo áreas mais poluídas do que outras, em função da configuração dos campos térmicos. Esta afirmação resulta da comparação dos valores de  $MRI_{1T}$  para os diferentes colectores parciais, dos diferentes dias de amostragem, por exemplo 20-12-2008 (fig.2a).

Nas áreas deprimidas verificou-se que a concentração média de partículas é superior. No entanto, analisando mais detalhadamente, e contrapondo com as diferentes situações topoclimáticas presentes, aferiu-se que nem sempre são estas áreas que assumem maiores valores, exemplificando com o dia 15-02-2009, onde a área compreendida pela secção do Vale da Ribeira de Coselhas, apresenta um dos valores mais baixos do dia de amostragem (fig.2b).

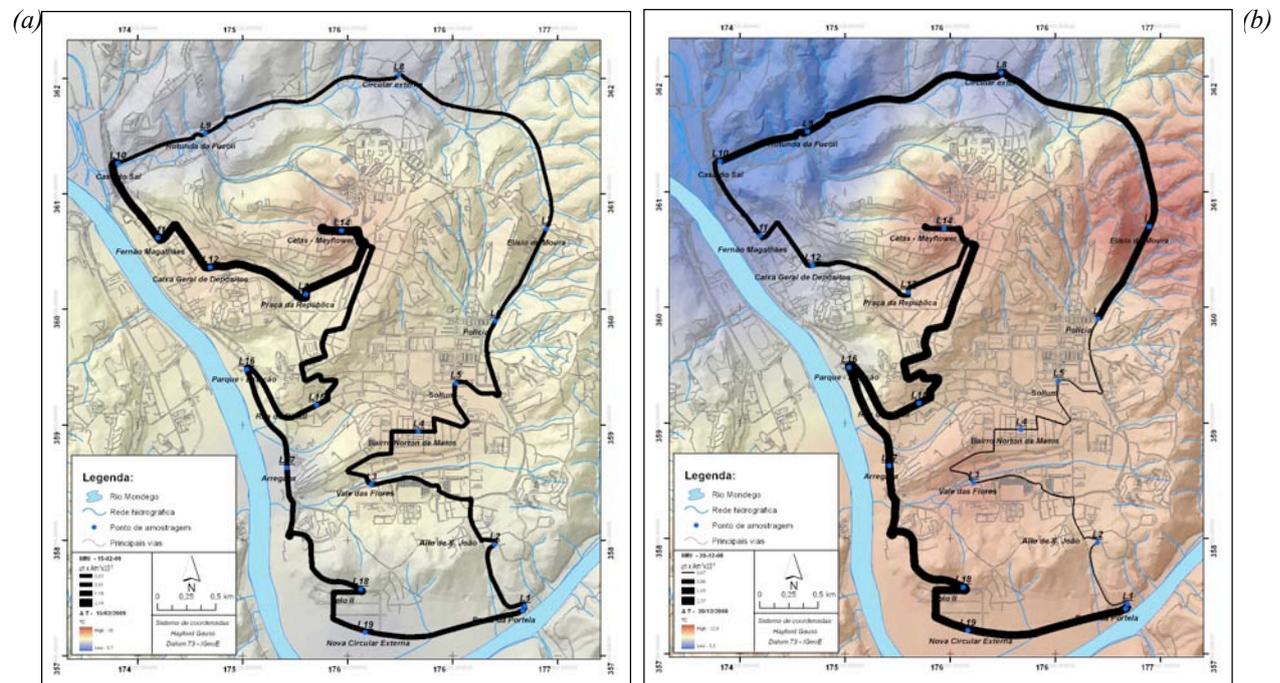


Figura 2 - Dados de temperatura e  $MRI_{1T}$  (valores  $\times 10^{-3} Am^{-1}$ ) para os 20 pontos de amostragem. (a) dia 20-12-08. (b) dia 15-02-09.

Com o cálculo dos *S-Ratios*,  $S_{-25}$ ,  $S_{-100}$  e  $S_{-300}$ , concluiu-se que foram recolhidas partículas ferromagnéticas com estrutura de magnetite, como era esperado, tendo em atenção os trabalhos

desenvolvidos anteriormente para a cidade de Coimbra (e.g., Gomes *et al.*, 2003; Lourenço, 2003; Gomes *et al.*, 2008).

A projecção dos valores de MRI<sub>25T</sub>, nas curvas de desmagnetização de Dunlop e Özdemir (1997), permitiu aferir que foram recolhidas partículas com diâmetro aerodinâmico compreendido entre 1 µm e 3 µm.

#### 4. CONCLUSÃO

Os valores de MRI dos colectores passivos provam que em todos os dias de amostragem foi recolhida matéria particulada, apesar do curto espaço de tempo que os colectores estiveram expostos ao ar. Os valores de MRI<sub>1T</sub> foram, em alguns casos, significativos, explicitando-se, por exemplo, o dia 20-12-2008, com  $2,38 \times 10^{-3} \text{ Am}^{-1}$ .

O conhecimento das áreas com situações de estabilidade absoluta frequentes, associadas a inversões de gradiente térmico intensas, é importante, pois a diminuição consequente da camada de mistura, provocará uma dispersão ineficiente dos poluentes, onde a matéria particulada, não é excepção. A espacialização das diferentes concentrações de matéria particulada, no espaço urbano de Coimbra, pode ser aferida através da leitura dos diferentes valores obtidos nos colectores parciais, e observa-se que a matéria particulada não se apresenta em concentrações iguais em todo o espaço urbano.

Estes resultados podem dar informações relevantes, em termos de ordenamento do território, pois indicam áreas de maior propensão para a concentração de matéria particulada e, consequentemente, de diminuição da qualidade do ar.

#### Referências

- Dunlop, D.J. & Özdemir, Ö. (1997) – *Rock Magnetism. Fundamentals and Frontiers*. Cambridge University Press, Cambridge, 573p.
- Ferreira, D.B. (2005) – *Geografia de Portugal, vol.1*. Ambiente Físico, dir. C. A. Medeiros, coord. A. B.Ferreira, Círculo de Leitores, Lisboa.
- Ganho, N. (1998) – *O Clima Urbano de Coimbra: estudo de climatologia local aplicada ao ordenamento urbano*. Dissertação de Doutoramento apresentado à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, 551p.
- Gomes, C., Rey, D. & Rocha, A.R. (2006) – Níveis de poluição por partículas com origem no tráfego rodoviário na cidade de Coimbra. *Magiver IV*, Livro de resumos, Vigo, Espanha.
- Gomes, C.R., Dinis, A.M., Rocha, A.F., Gomes, E.M.C., & Neves, L.F. (2008) – Magnetic Properties and Size of Microscopic Pollutant Particles in the Urban Area of Coimbra. *Microsc Microanal*, 14 (supp 3), 2008.
- Lourenço, A.M. (2003) – *Parâmetros Magnéticos dos solos na periferia da área urbana de Coimbra*. Dissertação de Mestrado (não publicado). Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 154 p.
- Marques, D., Ganho, N. & Rochette, A. (2009) – O contributo de estudos climáticos à escala local para o ordenamento urbano - O exemplo de Coimbra (Portugal). *Actas do 1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde, 2º Congresso Lusófono de Ciência Regional, 3º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza e 15º Congresso da Associação Portuguesa de Desenvolvimento Regional (APDR)*, Cidade da Praia, Cabo Verde, pp. 3394-3415.
- Soares, F., Marques, F. & Rocha, R.B. (1985) – Contribuição para o conhecimento geológico de Coimbra, *Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univ. Coimbra*, 100, pp. 41-71.