

---

**Parâmetros magnéticos *versus* teores de elementos seleccionados em  
folhas de *Nerium oleander* e solos da cidade de Viseu, Portugal  
central**

***Magnetic parameters versus concentration of selected elements in  
Nerium oleander leaves and topsoils of the urban area of Viseu,  
central Portugal***

**E. M. C. GOMES** – egomes@dct.uc.pt (CGeoc, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra)

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

**J. M. P. DIAS** - jorgedias@escolarosaviterbo.pt (Escola Secundária Frei Rosa Viterbo, Sátão)

**L. J. F. NEVES** – luisneves@dct.uc.pt (IMAR, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra)

**RESUMO:** A relação entre os parâmetros magnéticos e os teores de elementos seleccionados (Fe, Mn, Zn, Pb, Cu e Cr) em folhas de *Nerium oleander* L. e solos da cidade de Viseu constitui o objectivo fundamental deste trabalho. Nos solos a susceptibilidade magnética é indicadora da concentração em Fe, Cu e Mn. Nas folhas os parâmetros magnéticos são indicadores da concentração em Fe, Cu, Pb e Zn, sugerindo uma contribuição antrópica para estes elementos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Viseu, propriedades magnéticas, elementos químicos, folhas de loendro, solos.

**ABSTRACT:** *The main purpose of this study is to relate magnetic parameters and concentration of selected elements (Fe, Mn, Zn, Pb, Cu, and Cr) in Nerium oleander L. leaves and soils in the urban area of Viseu. The magnetic susceptibility of soils samples is a proxy of the Fe, Cu, and Mn contents. The magnetic parameters of plant leaves are proxies of the Fe, Cu, Pb, and Zn contents, suggesting an anthropogenic contribution. The magnetic parameters and elements concentration indicate that Fe, Zn, Pb, and Cu are related to anthropogenic contribution.*

**KEYWORDS:** *Viseu, magnetic properties, chemical elements; oleander leave, topsoils.*

## **1. INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, têm sido desenvolvidos vários estudos de magnetismo ambiental para avaliar e monitorizar os níveis de poluição por partículas e por elementos químicos em áreas urbanas (e.g., Davila *et al.*, 2006). Em Portugal, também têm vindo a ser realizados estudos, nomeadamente, nas cidades de Coimbra, Viseu e Figueira da Foz (e.g., Gomes *et al.*, 2006), tendo-se usado, maioritariamente, folhas de árvores e arbustos como colectores de partículas. Os estudos realizados para a cidade de Viseu mostraram a relação entre os parâmetros magnéticos, medidos em amostras de solos e de folhas de *Nerium oleander* L. (loendro), e a proximidade a locais de maior ou menor tráfego automóvel (Dias, 2005).

Pretende-se, com este trabalho, relacionar os parâmetros magnéticos com a concentração de elementos seleccionados em folhas de loendro e solos, da área urbana de Viseu, e concluir sobre as fontes possíveis destes elementos nas amostras estudadas.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A cidade de Viseu é a sede de um concelho com uma área de 507 km<sup>2</sup> e 93 502 habitantes, segundo o Censos de 2001. Serão cerca de 68 000 os habitantes no perímetro urbano. Possui um relevo acidentado, com altitudes compreendidas entre os 400 e 700 metros.

O concelho de Viseu é relativamente industrializado, destacando-se, das actividades transformadoras, as indústrias alimentar, têxtil, madeira e mobiliário, produtos metálicos, tintas e vernizes, bioquímica e extractiva, em especial de granito, feldspato e quartzo. Estes centros produtivos não se localizam, todavia, nas proximidades da área de amostragem deste estudo.

Na região afloram maioritariamente rochas granitóides que integram o batólito granítico das Beiras. Distinguem-se, na área onde se insere a cidade de Viseu, duas fácies designadas por granito biotítico a granodiorito de Mosteirinho, de grão médio a grosseiro, porfiróide, e granito biotítico porfiróide de Farminhão, muito grosseiro (Neves, 1991). Relativamente aos minerais essenciais, quartzo, plagioclase (An<sub>19-29</sub>), feldspato potássico e biotite são comuns às duas fácies. A anfíbola só ocorre na fácies de Mosteirinho. Dos minerais acessórios destacamos: moscovite, cordierite, andaluzite, turmalina, zircão, esfena, apatite, monazite, ilmenite e magnetite. Por vezes, podem ocorrer sulfuretos em quantidades traço, como galena, blenda, pirite e arsenopirite (Neves, 1991). O teor médio e desvio padrão de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, Cr, Zn, Pb e Cu das fácies granitóides são, respectivamente: 3,39(±0,54) % peso, 0,05(±0,01) % peso, 9,5(±3,3) mg/kg, 61,7(±8) mg/kg, 27,7(±4) mg/kg e 2,0(±2,6) mg/kg (Neves, 1991).

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

A amostragem foi realizada no mês de Setembro de 2004, após 4 meses de tempo quente e seco, na área urbana da cidade de Viseu. Foram colhidas 26 amostras de folhas de loendro (3 folhas de tamanho idêntico e do mesmo ramo, por planta), a uma altura de 30 cm acima do solo, e 24 amostras de solos superficiais. Foram determinados os parâmetros magnéticos ( $\chi_{LF}$ , IRM<sub>IT</sub>, ARM) e os teores de Fe, Mn, Cu, Zn, Pb e Cr das folhas e dos solos. Os parâmetros magnéticos foram medidos no Laboratório de Magnetismo Ambiental, Paleomagnetismo e Arqueomagnetismo da Universidade de Vigo, Espanha (Dias, 2005). Os teores de Fe, Mn, Cu, Zn e Cr nas folhas e nos solos foram analisados por Espectrometria de Absorção Atómica e o Pb por Espectrometria de Absorção Atómica em Forno de Grafite, no Laboratório Químico do Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra. As amostras de folhas foram sujeitas a moagem mecânica, após o que se tomou 0,5 g para digestão por microondas com uma mistura de HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Para as amostras de solos utilizou-se 0,5 g da fracção inferior a 63  $\mu$ m. O ataque foi realizado com uma mistura de HNO<sub>3</sub> e HCL em digestor de microondas.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na tabela 1 apresenta-se informação estatística referente às propriedades magnéticas e composição química das folhas de plantas e solos da área urbana de Viseu. As propriedades magnéticas incluem a magnetização remanescente isotérmica (MRI), a magnetização remanescente anisterética (MRA) e a susceptibilidade magnética a baixa frequência ( $\chi_{BF}$ ). Os elementos químicos seleccionados incluem: o Pb, elemento essencialmente geogénico mas também relacionado com o tráfego automóvel, o Zn e o Cu, elementos normalmente relacionados com actividades agrícolas e, no caso do Zn, também com o tráfego automóvel, o Fe

pela sua relação com as propriedades magnéticas e como elemento resultante da queima de combustíveis fósseis e desgaste dos componentes automóveis (Urbat *et al.*, 2004), o Mn como elemento essencialmente geogénico, fertilizante e substituto do Pb na gasolina e o Cr pelo facto de não constituir um nutriente comum das plantas.

Tabela 1. Informação estatística sobre os parâmetros magnéticos e teores de elementos seleccionados das folhas de loendro e dos solos da área urbana de Viseu.

	MRI (Am <sup>-1</sup> kg <sup>-1</sup> )	MRA (Am <sup>-1</sup> kg <sup>-1</sup> )	χ <sup>BF</sup> (10 <sup>-8</sup> m <sup>3</sup> kg <sup>-1</sup> )	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cr (mg/kg)
<b>Folhas</b>									
Max	120,9		193,2	2,5	126,5	44,1	1396,5	231,6	6,8
Min	4,7		2,3	0,2	34,2	9,4	207,1	37,7	0,3
$\bar{x}$	31,3		51,6	1,2	67,7	23,4	766,0	108,7	3,3
m	21,9		32,4	1,1	56,5	21,1	708,6	96,9	3,5
s	25,4		47,7	0,6	29,2	9,56	339,6	56,7	1,6
v*	81,2		92,4	49,4	43,1	40,9	44,3	52,1	47,8
<b>Solos</b>									
Max	878,8	39,8	141,9	149	499,9	167,8	61365,8	833,6	
Min	155,5	4,5	44,9	16,2	174,9	19,7	17805,6	412,5	
$\bar{x}$	391,9	12,3	78,4	62,7	184,4	66,3	37241,3	455,5	
m	368,4	10,8	81,0	62,7	174,9	62,5	37445,7	412,5	
s	152,6	7,7	25,0	31,02	107,0	32,5	11,1	151,4	
v*	39,0	62,6	31,8	49,5	58,0	49,1	29,7	33,3	

\* O coeficiente de variação (v) é adimensional.

Na figura 1 apresentam-se alguns diagramas de variação de elementos químicos para as folhas, solos e granitóides da região. Nos diagramas Fe *versus* Pb e Fe *versus* Mn podemos constatar que algumas das amostras de solos mostram concentrações nestes elementos que se enquadram no domínio composicional dos granitóides, enquanto no diagrama Zn *versus* Cu os solos mostram composição distinta da dos granitóides. Salienta-se que Fe, Mn, Zn e Cu são micronutrientes essenciais para as plantas. Os dois primeiros são, todavia, relativamente abundantes nas rochas e solos da região (figura 1a), enquanto os últimos mostram, na maioria das amostras, teores mais elevados nos solos relativamente às rochas (figura 1c).

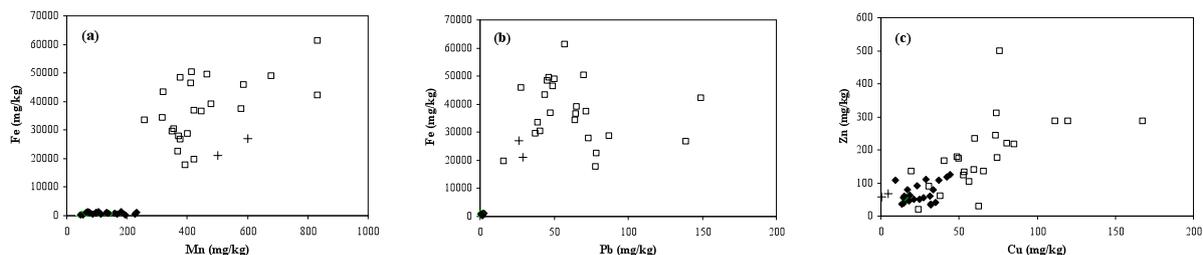


Figura 1. Diagramas de variação de elementos para as folhas (◆), solos (□) e granitóides (+) da região: (a) Fe-Mn; (b) Fe-Pb; (c) Zn-Cu.

Na tabela 2 representam-se as matrizes dos coeficientes de correlação de Spearman entre os parâmetros magnéticos e as concentrações de Fe, Mn, Zn, Pb, Cu e Cr para as folhas de loendro e solos da área urbana de Viseu. A análise da tabela 2 permite concluir que os parâmetros magnéticos das folhas se correlacionam com o Zn, Cu, Pb e Fe, mas não com Cr e Mn. Apenas o Fe e o Zn se correlacionam positivamente com todos os elementos usados neste estudo. Pode concluir-se também que os parâmetros magnéticos dos solos se correlacionam, em parte, com Cu, Fe, Mn, Pb e Zn, sempre positivamente. Nos solos, Fe e Mn só se correlacionam entre si. A correlação positiva observada para Cu, Zn e Pb nas folhas mantém-se nos solos.

Tabela 2. Matriz dos coeficientes de correlação de Spearman entre os parâmetros magnéticos e os teores de elementos seleccionados para folhas de Loendro (26 amostras) e solos (23 amostras) da área urbana de Viseu. A “bold” indicam-se os coeficientes significativos para a probabilidade de 0,95.

Folhas	MRI	$\chi_{BF}$	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Pb
MRI	1,000	<b>0,983</b>	0,280	0,336	<b>0,461</b>	<b>0,500</b>	<b>0,615</b>	<b>0,486</b>
$\chi_{BF}$		1,000	0,242	0,302	<b>0,438</b>	<b>0,453</b>	<b>0,597</b>	<b>0,498</b>
Cr			1,000	0,092	<b>0,623</b>	0,388	<b>0,597</b>	0,390
Mn				1,000	<b>0,523</b>	0,403	<b>0,569</b>	0,198
Fe					1,000	<b>0,760</b>	<b>0,723</b>	<b>0,608</b>
Cu						1,000	<b>0,730</b>	<b>0,689</b>
Zn							1,000	<b>0,632</b>
Pb								1,000

Solos	MRI	MRA	$\chi_{BF}$	Mn	Fe	Cu	Zn	Pb
MRI	1,000	0,295	<b>0,789</b>	0,223	0,228	<b>0,716</b>	<b>0,605</b>	<b>0,657</b>
MRA		1,000	<b>0,658</b>	<b>0,508</b>	<b>0,623</b>	0,063	-0,126	0,158
$\chi_{BF}$			1,000	<b>0,520</b>	<b>0,661</b>	<b>0,473</b>	0,316	0,318
Mn				1,000	<b>0,496</b>	0,252	0,179	0,176
Fe					1,000	0,115	-0,203	-0,201
Cu						1,000	<b>0,737</b>	<b>0,718</b>
Zn							1,000	<b>0,652</b>
Pb								1,000

## 5. CONCLUSÕES

A análise dos resultados permite traçar as seguintes conclusões: 1) os teores mais elevados de Cu e Zn nos solos, relativamente às rochas, poder-se-ão justificar pela adição de fertilizantes, considerando que estes elementos são micronutrientes essenciais para as plantas; 2) Cu, Zn e Pb são os elementos que indicam um fornecimento externo ou contaminação, sobretudo nas folhas; 3) a origem do Fe e Mn, nos solos, parece ser essencialmente geogénica; 4) a correlação entre os parâmetros magnéticos e o Fe das folhas é diagnóstica da presença de estruturas tipo magnetite de origem antrópica e/ou natural; 5) nos solos, a presença de outras espécies minerais com Fe, para além das ferromagnéticas *s.l.*, pode justificar a ausência de correlação entre MRI e Fe.

## Referências

- Davila, A.F., Rey, D., Mohamed, K., Rubio, B., Guerra, A.P. (2006) - Mapping the sources of urban dust in a coastal environment by measuring magnetic parameters of *Platanus hispanica* leaves. *Environ Sci Technol.*, 40(12), pp. 3922-3928.
- Dias, J.M.P. (2005) – Um estudo de magnetismo ambiental na cidade de Viseu. Aplicação ao Ensino das Ciências Ambientais. Dissertação de Mestrado (não publicado), Univ. Coimbra, 170p.
- Gomes, C.R.S., Rocha, A., Neves, L.F., Rey, D.G. (2006) - *A influência do tráfego rodoviário na qualidade do ar em meios urbanos: um estudo na cidade de Coimbra, Portugal Central*. Pluris 2006, Braga, Portugal, 8p.
- Neves, L.J.P.F. (1991) – *Transferências de matéria e energia na interface granitóides biotíticos porfiróides – granitóides moscovíticos-biotíticos na região de Torredeita (Viseu, Portugal central)*. Tese de doutoramento (não publicada), Universidade de Coimbra, 240p.
- Urbat, M., Lehndorff, E. & Schwark, L. (2004) – Biomonitoring of fair quality in the Cologne conurbation using pine needles as a passive sampler – Part I: magnetic properties. *Atmospheric Environment*, 38, pp. 3781 –3792.