



Geoquímica urbana na cidade de Lisboa: controle de dados climatológicos na dispersão de poeiras contaminadas

Urban geochemistry at Lisbon city: climate control upon the dispersion of metal-laden ground-level dusts

AS Bartolomeu¹, AP Reis², C Patinha², A Dias², A Cachada³, C Prazeres⁴, AJ Sousa⁴,
E Ferreira da Silva², MJ Batista⁵

¹ BII-UA/GEOBIOTEC, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal e-mail: sofiabartolomeu@ua.pt

² GEOBIOTEC, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

³ CESAM - Universidade de Aveiro, Campus de Santiago 3810-193 Aveiro Portugal

⁴ CERENA, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal

⁵ LNEG, Estrada da Portela, Zambujal, 2720-866 Amadora, Portugal

Resumo

Este estudo apresenta resultados preliminares de dados de poeiras colhidas na cidade de Lisboa. Insere-se num projecto de I&D denominado "URBSOIL-LISBON_Geoquímica dos solos urbanos de Lisboa: caracterização e cartografia, suporte para futuros estudos de saúde humana", que tem como principal objectivo caracterizar a qualidade ambiental de jardins e parques públicos da cidade de Lisboa, pela análise de solos, poeiras e biomonitores. O vento é o principal factor de dispersão das poeiras em suspensão em meio urbano, pelo que se recolheram e trataram estatisticamente dados relativos às direcções predominantes e intensidades médias dos ventos na cidade, no período Agosto08-Julho 09. Com o objectivo de caracterizar a qualidade do ar em Lisboa no mesmo período de tempo, recolheram-se, trataram-se estatisticamente e interpretaram-se dados de 8 estações de monitorização da qualidade do ar existentes no concelho de Lisboa. Um total de 66 amostras de poeira foi colhido em 51 pontos de amostragem que incluíram jardins públicos, recreios escolares e parques infantis. Neste estudo foi seleccionada para análise química e mineralógica a fracção <500 µm porque inclui as PM₁₀ e PM_{2,5}, e partículas que tanto podem ser inaladas como facilmente aderem às mãos sendo passíveis de serem ingeridas, especialmente por crianças. Nas 51 amostras foram determinadas concentrações de 47 elementos traço, num laboratório comercial, o Activation Laboratories, Canada. Dentre os elementos de maior toxicidade, verifica-se que V e As não apresentam teores muito elevados, ao contrário de Al, Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Mn e Cr que apresentam alguns valores bastante elevados.

Palavras-chave: poeiras, Lisboa, elementos traço, toxicidade, dispersão de contaminantes

Abstract

This study presents the first data from ground-level dusts collected at Lisbon city. The work is part of a research project untitled "URBSOIL-LISBON_Geochemical survey of Lisbon urban soils: a baseline for future human health studies", that aims to assess the environmental quality of public gardens, city parks and schoolyards of the city, as determined by soils, ground-level dusts and biomonitors. As the wind is the main vehicle of dusts dispersion, during the period of August 08-July 09, data on dominant directions and intensity of wind blows were gathered, statistically treated and interpreted. During the same period, it was also gathered, statistically treated and interpreted, data from 8 stations of air quality monitoring that exist in the city, with the objective of knowing the urban air quality in the same period and for a better understanding of the results obtained for the ground-level dusts. A total amount of 66 samples were collected at 51 urban sites (public gardens, city parks and schoolyards). The size fraction <500 µm was selected for the study as it includes finer size fractions that can easily be inhaled or adhere to the hands and ingested, especially by children. A total of 47 trace elements were determined in the ground-level dusts, at a commercial laboratory, the Laboratories, Canada. The first results show that, from the most hazardous elements V and As have low concentrations in the samples while Al, Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Mn and Cr have some samples with metal concentrations of some concern.

Keywords: ground-level dusts, Lisbon, trace elements, toxicity, contaminant dispersion

Introdução

Em ambiente urbano várias substâncias potencialmente tóxicas (SPTs) podem ser emitidas de diversas fontes antropogénicas, sendo principalmente libertadas via emissão atmosférica. Após emissão, estas SPTs tendem a aderir à matéria particulada em suspensão formando poeiras. Estas mantêm-se temporariamente em suspensão até serem depositadas no solo (artificializado ou não) ou na água. Nos pavimentos, as poeiras podem ser facilmente re-suspensas pelo vento e/ou serem arrastadas pela escorrência superficial urbana, sendo por vezes recolhidas no sistema urbano de escoamento de águas pluviais. Este processo de relocação destes materiais finos não só fisicamente transporta os contaminantes para os retalhos de solos urbanos e ecossistemas aquáticos próximos (através dos esgotos receptores das águas pluviais e dos sistemas urbanos de drenagem), como altera quimicamente os contaminantes pela dissolução dos metais solúveis. Uma vez que as águas pluviais urbanas são descarregadas sem tratamento prévio, o processo descrito pode afectar significativamente as massas de água e a biota no envolvente do espaço urbano. Sendo um dos maiores veículos de dispersão de SPTs, a análise de poeiras é assim indispensável num estudo ambiental urbano. Adicionalmente, sabe-se que SPTs emitidas por fontes antropogénicas estão associadas a partículas mais finas e que o grau de penetração respiratória e retenção é função directa da dimensão aerodinâmica da partícula. Geralmente apenas as partículas inferiores a 10 µm atingem o tracto respiratório inferior (nariz aos alvéolos). Se estas partículas se depositarem na região alveolar do pulmão, a eficiência de adsorção de elementos traço é de 60-80%, podendo afectar a fisiologia pulmonar, especialmente se as partículas contiverem metais tóxicos biologicamente disponíveis (Fernández Espinosa e tal., 2001). Assim, o estudo das poeiras formadas em meio urbano é essencialmente quer na avaliação da qualidade ambiental da cidade como na avaliação de riscos potenciais para a saúde pública.

Este estudo apresenta resultados preliminares de dados de poeiras colhidas na cidade de Lisboa. Insere-se num projecto de I&D denominado "URBSOIL-LISBON_Geoquímica dos solos urbanos de Lisboa: caracterização e cartografia, suporte para futuros estudos de saúde humana", que tem como principal objectivo caracterizar a qualidade ambiental de jardins e parques públicos da cidade de Lisboa, pela análise de solos, poeiras e biomonitorios. Neste trabalho apresentam-se os primeiros resultados obtidos para as poeiras.

Área de estudo

O local de estudo é a Cidade de Lisboa. Situada na margem direita do Rio Tejo, Lisboa é limitada a Norte pelo distrito de Leiria, a sul pelo Oceano Atlântico e a este pelo distrito de Santarém. Tem de coordenadas geográficas: 38° 42' N 09° 10' O e a altitude varia entre 5 metros à beira-rio e os 226 metros, na Serra de Monsanto. Ocupa uma área de 83,84 km² onde residem 489 563 habitantes (Wikipédia, 2008), com uma densidade populacional de 5839 hab/km².

O clima de Lisboa apresenta características mediterrânicas, com verões quentes e secos e invernos amenos. Nesta região, o clima é influenciado pela Corrente do Golfo. Esta corrente marítima formada no Golfo do México é potente, rápida e quente do Oceano Atlântico, que traz ar quente. Neste concelho, a primavera é caracterizada por alguma precipitação e a temperatura varia entre os 8°C e os 26°C; o verão é quente e seco; o Outono é ameno e instável e o Inverno é frio e húmido mas também com períodos de sol.

O vento tem uma acção de transporte e difusão de poluentes atmosféricos, assim como de poeiras que facilmente são remobilizadas do solo e ficam em suspensão na atmosfera urbana até serem depositadas novamente. A velocidade do vento é o principal factor de dispersão das poeiras em suspensão em meio urbano (Pissimanis et al, 1991). Na cidade de Lisboa, o vento sopra predominantemente de Nor-noroeste, característica que não têm variado muito nos últimos anos. A figura 1a) apresenta as direcções preferenciais do vento na cidade de Lisboa, no período Agosto 08 a Julho 09, enquanto a figura 1b) apresenta valores médios da intensidade do vento para o mesmo período.

Materiais e Métodos

Um total de 66 amostras de poeira foi colhido em 51 pontos de amostragem (Fig.3) que incluíram jardins públicos, recreios escolares e parques infantis. Neste estudo foi seleccionada para análise química e mineralógica a fracção <math><500\ \mu\text{m}</math> porque inclui as PM_{10} e $\text{PM}_{2,5}$, e partículas que tanto podem ser inaladas como facilmente aderem às mãos sendo passíveis de serem ingeridas, especialmente por crianças.



Fig. 3. Carta de amostragem de poeiras.

As amostras foram colhidas com um simples conjunto de pá e vassoura, sobre o pavimento (a maioria) ou qualquer outra superfície acumuladora na ausência de um pavimento artificializado. Foram colhidas várias réplicas de campo para avaliar o erro de amostragem, e algumas amostras side-by-side para avaliar a variabilidade lateral. A figura 4 ilustra o método de amostragem de poeiras para análise de compostos inorgânicos.

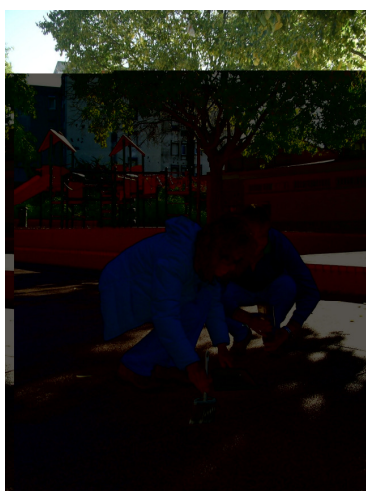


Fig. 4. Amostragem de poeiras.

As amostras foram secas a 30°C , desagregadas e separadas em 3 fracções, uma para análise química, outra para análise mineralógica e outra para análise granulométrica. Posteriormente procedeu-se à extracção dos metais segundo o seguinte método: 1g de amostra

foi incinerado durante 30 min a 350°C; posteriormente foi atacado com 25 ml de ácido nítrico a 25% e submetido a um sistema de refluxo durante 15 min. Este sistema foi seleccionado por minimizar a perda de voláteis (Sezguin et al., 2003).

Foram determinadas concentrações de 67 elementos traço, num laboratório comercial, o Activation Laboratories, Canadá.

Neste estudo, os valores apresentados apenas se referem à análise química das amostras.

Resultados

A tabela 1 apresenta uma análise estatística exploratória dos resultados obtidos para os elementos analisados.

Dentre os elementos de maior toxicidade, verifica-se que V e As não apresentam teores muito elevados, ao contrário de Al, Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Mn e Cr que apresentam alguns valores bastante elevados. Alguns anómalos interessantes ocorrem ainda em metais de menor ou nenhuma toxicidade, como Bi, W, Ba, Ag, Mo e Ca.

Tabela 1 - Estatística sumária das concentrações dos elementos traço nas poeiras.

Elemento	Média	Mediana	Mínimo	1º Quartil	3º Quartil	Máximo	StD	Amplitude	Skew.
Na	4862.9399	4110	987	2890	5870	18600	2997.6014	17613	2.2704
Li	27.56	5	5	5	33	155	38.8924	150	1.9786
Be	2.502	2.4	0.5	1.9	2.9	6.1	1.0605	5.6	1.2169
Mg	28442.6	25700	3240	16600	33500	116000	20590.64	112760	2.2969
Al	32763.801	24100	8240	16700	29300	378000	51973.53	369760	6.2542
Si	11440	12200	5400	9300	13500	19200	2755.4769	13800	0.1089
K	8824.4004	8280	2280	5840	11300	21600	4201.5872	19320	0.8675
Ca	1396.212	949	72.6	630	1410	20300	2790.2576	20227.4	6.5965
Sc	7.72	5	5	5	5	33	6.3697	28	2.954
Ti	992.86	782	221	559	1080	3560	725.9785	3339	1.8028
V	120.642	110	29.6	74.8	148	368	70.1244	338.4	1.57
Cr	150.614	80.2	23.9	50.5	119	1940	288.8058	1916.1	5.3107
Mn	1190.2	991	266	655	1400	5520	882.897	5254	3.0432
Fe	62.608	54.4	14.4	42	71.9	177	35.8412	162.6	1.5741
Co	33.865	26.8	5.74	19.3	38.4	188	30.4379	182.26	3.339
Ni	125.532	94.8	18.5	62.7	157	587	109.3611	568.5	2.5172
Cu	1107.486	389	66.8	144	1320	9180	1774.888	9113.2	2.9728
Zn	2912.8401	1730	384	688	2880	26900	4352.4714	26516	3.9681
Ga	8.634	7.88	3.36	6.09	9.48	28.4	4.6901	25.04	2.2405
Ge	0.3368	0.3	0.11	0.22	0.42	0.85	0.1501	0.74	1.0224
As	29.2134	28	9.87	16.8	37.8	75.8	14.1076	65.93	0.9155
Se	2.866	2.5	1	1	3.7	9.5	2.0718	8.5	1.1263
Br	54.2	52	15	15	75	173	34.5543	158	1.0483
Rb	53.206	49.1	19.6	33.6	60.9	227	31.3151	207.4	3.6175
Sr	781.59	758	87.5	595	1060	1410	340.8956	1322.5	-0.2467
Y	30.58	28.3	5.64	22.6	34.8	104	16.4152	98.36	2.6253
Zr	40.306	32.4	5.63	21.5	50.9	175	31.405	169.37	2.3411
Nb	2.65	2.3	0.627	1.59	3.28	6.7	1.5252	6.073	0.962
Mo	19.976	9	1.9	5.3	16.7	236	36.9743	234.1	4.6026
Pd	0.0922	0.05	0.05	0.05	0.13	0.49	0.0814	0.44	2.9584
Ag	1.98	1	1	1	1	18.4	2.8698	17.4	4.4339
Cd	4.9848	2.15	0.62	1.58	2.93	118	16.4506	117.38	6.8904
In	0.1334	0.102	0.016	0.058	0.185	0.406	0.0992	0.39	1.2446
Sn	35.656	17.2	3.2	9.1	47.8	178	37.7682	174.8	1.6977
Sb	13.696	5.15	0.8	2.71	18.1	97.5	19.1896	96.7	2.5956
I	8.06	5	5	5	11	31	5.6979	26	2.0712
Cs	3.9408	3.33	1.32	2.05	4.9	21.1	2.9671	19.78	4.1017
Ba	1254.22	665	139	373	1040	13100	2082.3534	12961	4.3938
Hf	1.1211	0.939	0.196	0.615	1.22	4.78	0.8739	4.584	2.5622
Ta	0.0285	0.025	0.005	0.017	0.036	0.069	0.0159	0.064	0.7784
W	2.6198	0.9	0.38	0.61	1.36	67.7	9.5534	67.32	6.7394
Au	0.0868	0.061	0.01	0.029	0.113	0.403	0.0865	0.393	2.135
Tl	0.3881	0.359	0.156	0.246	0.461	0.973	0.1658	0.817	1.1204
Pb	904.318	610	68.4	170	1080	5950	1221.2278	5881.6	2.9131
Bi	5.796	2	2	2	2	129	18.1897	127	6.6296
Th	9.8388	10	3.65	6.75	11.2	18.5	3.5981	14.85	0.4839
U	5.446	5.39	1.12	4.07	6.54	12.9	2.2441	11.78	0.8474

As concentrações dos elementos químicos estão expressas em µg/L, com as excepções de Ca e Fe, expressos em mg/L; StD= desvio-padrão; Skew: coeficiente de assimetria

Uma vez identificadas e localizadas as prováveis fontes de poluentes, serão efectuados mapas de todos os elementos químicos. Os dados dos mapas com a distribuição espacial dos

elementos serão integrados com os dados das prováveis fontes de contaminação, com os dados meteorológicos disponíveis (direcção e intensidade do vento) e com os dados de monitorização da qualidade do ar. Pretende-se assim compreender os valores elevados obtidos para alguns elementos traço nomeadamente Al, K, Na, Mg e relacionar fontes antropogénicas com cada um dos contaminantes. Espera-se ainda identificar e compreender os mecanismos que controlam a dispersão das poeiras contaminadas no meio urbano.

Devido à ausência de legislação para valores admissíveis de metais tóxicos nas poeiras, a avaliação do risco para a saúde pública será efectuada utilizando critérios específicos do local ("site specific risk assessment").

Agradecimentos

Os autores agradecem à FCT o financiamento do projecto PTDC/CTE-GEX/68523/2006. A primeira autora agradece à FCT, à UA e à Unidade de I&D GEOBIOTEC a bolsa BII-UA/GEOBIOTEC.

Referencias

- Espinosa, A.J.F., Rodriguez, M.T., Barragán de la Rosa, F.J., Sánchez, J.C.J., 2001. Size distribution of metals in urban aerosols in Seville (Spain). *Atm. Environment*. 35, 2595-2601.
- Pissimanis, D.K., Karras, G.S., Notaridou, V.A., 1991. On the meteorological conditions during some strong smoke episodes in Athens. *Atm. Environment*. 25B (2), 193-202.
- Sezguin, N., Ozcan, H.K., Demir, G., Nemlipglu, S., Bayat, C., 2003. Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 highway. *Environment international*, 29, 979-985.
- Wikipédia 2008 <http://pt.wikipedia.org/wiki/Lisboa> Consultado em 15 Novembro 2009.