



## Avaliação da Concentração de Vanádio em Solos de Parques da Cidade de São Paulo

Ana Maria G. FIGUEIREDO<sup>1</sup>, Jacinta ENZWEILER<sup>2</sup>, Joel B. SÍGOLO<sup>3</sup>, Sonia P. CAMARGO<sup>1</sup>, Felipe C. GUMIERO<sup>1</sup>, Arthur PAVESE<sup>1</sup>

1- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN – SP) - [anamaria@ipen.br](mailto:anamaria@ipen.br), [spompeu@8415.com.br](mailto:spompeu@8415.com.br) ; 2- Instituto de Geociências – UNICAMP - [jacinta@ige.unicamp.br](mailto:jacinta@ige.unicamp.br); 3- Instituto de Geociências – USP - [jbsigolo@usp.br](mailto:jbsigolo@usp.br)

### Resumo

No presente trabalho, a concentração de vanádio foi determinada em solos superficiais (0-20 cm) de 14 parques de São Paulo. As concentrações obtidas foram maiores que os valores de condição de qualidade para solos de São Paulo, de acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), principalmente nos parques situados na região central da cidade, situados próximos a avenidas com alta densidade de tráfego, sugerindo ser a queima de combustíveis a fonte desse elemento nos solos.

**Palavras-chave:** Solos urbanos, parques, vanádio, São Paulo

### Abstract

In the present study, the concentration of vanadium was determined in surface soils (0-20cm) collected from 14 parks of São Paulo. The concentration levels obtained were higher than the values considered as quality condition values for soils in São Paulo, according to the Environmental Protection Agency of the State of São Paulo (CETESB) guidelines, mainly in the parks located in the central region of the city, located near avenues of high density traffic. These results suggest that fuel combustion may be a source of this element in the soils.

**Keywords:** Urban soil, parks, vanadium, São Paulo

### 1. Introdução

O solo é um compartimento essencial do ecossistema urbano, e tem influência significativa na qualidade de vida dos habitantes das cidades. Os metais são os poluentes do solo mais estudados, devido à sua toxicidade e permanência nesse compartimento. Os solos urbanos recebem uma carga maior de metais que os solos rurais, devido à influência do tráfego, de indústrias, queima de combustíveis e disposição de rejeitos. O estudo de contaminação de solos em centros urbanos tem sido ultimamente alvo de estudo pela comunidade científica mundial (Manta *et al.*, 2002; De Miguel *et al.* (1998), Ajmone-Marsan & Biasioli, 2010, entre outros). A maior parte dos estudos é focada nos metais potencialmente tóxicos, destacando-se os metais Pb, Zn e Cu, Cr e Ni, havendo poucas informações sobre os teores de vanádio.



A exposição da população em geral ao vanádio está principalmente relacionada à combustão de petróleo, carvão e óleos pesados. A produção e o uso de ligas e aços com V e outras aplicações, como catalisadores, também são formas de introdução de V no ambiente, inclusive na forma de material particulado. O vanádio originado da queima de combustíveis fósseis é emitido na forma de óxidos, incluindo VO, V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, e V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; entretanto, durante a combustão, a maior parte do vanádio é emitida como V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Estudos epidemiológicos sugerem que altas concentrações atmosféricas de vanádio estão associadas a uma frequência crescente de câncer de pulmão em residentes de áreas metropolitanas (Rodriguez-Mercado *et al.*, 2010).

Existem poucas informações sobre os teores de metais em solos da cidade de São Paulo, uma cidade com cerca de 20 milhões de habitantes e uma frota de cerca de 9 milhões de veículos. Como parte de um projeto que visa à avaliação da concentração de metais em solos de parques urbanos da cidade de São Paulo, o objetivo deste trabalho foi estudar a ocorrência e concentração de vanádio em solos superficiais em parques do Município de São Paulo, visando identificar o grau de influência antrópica nos solos e as possíveis fontes poluidoras.

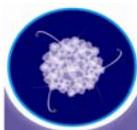
## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Amostragem

Foram amostrados 14 parques públicos de São Paulo. As amostras de solos foram coletadas entre outubro de 2006 e abril de 2007. As amostras de solos superficiais (0-20 cm) foram compostas de sub-amostras coletadas em linhas através dos parques a cada 10 m. Um tubo de polietileno de 4 cm de diâmetro foi usado para coletar as amostras, que foram acondicionadas em sacos plásticos. No laboratório, as amostras foram secas a 40°C e peneiradas em peneiras plásticas (<2 mm). As amostras foram moídas em almofariz de ágata para obter um pó fino e homogêneo (< 75 µm).

### 2.1. Fluorescência de Raios X – XRF

Uma porção-teste (9 g) de cada amostra foi homogeneizada com 1,5 g de cera em pó (Hoechst). As análises foram realizadas em espectrômetro de fluorescência de raios X sequencial (PW2404, Philips), conforme Zambello e Enzweiler (2002), com poucas modificações. Junto com cada lote de amostras, foram analisados os materiais de referência GSS-2 e GSS-4 (solos do Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, IGGE,



China). Os resultados dos MR apresentaram coeficientes de variação e também incertezas (ao nível de abrangência de 95%) entre 6 e 9%, numa função inversa da concentração.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos, assim como os Valores da Condição de Qualidade do solo da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - UGRHI 6 / Região Metropolitana de São Paulo –RMSP - VCQ<sub>6</sub> e Valores Orientadores de Referência de Qualidade –VRQ (CETESB, 2008), encontram-se na Tabela 1. Estes valores foram considerados como referência por serem os valores disponíveis para solos de São Paulo, inclusive da região metropolitana de São Paulo, e servirem como parâmetro para avaliação das concentrações encontradas. Deve-se, entretanto, fazer uma ressalva a essa comparação. Por XRF, são obtidos valores da concentração total do metal na amostra, uma vez que não há dissolução ou lixiviação da amostra. Os valores fornecidos pela CETESB, entretanto, são baseados em análises realizadas após digestão ácida da amostra, o que pode ocasionar diferenças nos resultados. Os resultados obtidos mostraram valores de vanádio acima do Valor de Condição de Qualidade – VCQ<sub>6</sub>, porém abaixo do Valor de Referência de Qualidade – VRQ. Uma vez que o VCQ<sub>6</sub> representa melhor os solos da RMSP, os resultados obtidos podem indicar uma origem antrópica do vanádio nos solos dos parques. Para esta hipótese, corrobora o fato de os maiores valores terem sido obtidos nos parques Aclimação, Buenos Aires e Trianon, situados na região central da cidade, próximos a vias de tráfego intenso, lembrando que o vanádio é liberado na queima de combustível. Resultados semelhantes foram obtidos para os elementos Pb, Cu e Zn, que são elementos relacionados ao tráfego (Figueiredo et al., 2009). Os menores valores foram encontrados nos parques do Carmo e Guarapiranga, menos influenciados por atividades antrópicas, devido ao seu histórico e localização.

### 4. Conclusões

As concentrações medidas de vanádio nas amostras de solos dos parques estudados estão acima do Valor de Condição de Qualidade dos solos, mas encontram-se abaixo do Valor de Referência de Qualidade. Nos parques situados na região central da cidade, mais sujeitos à influência do tráfego, os valores obtidos foram mais elevados do que em parques menos influenciados por atividades antrópicas, sugerindo ser a queima de combustíveis uma possível fonte desse elemento no solo.



**Tabela 1.** Concentração de vanádio em solos superficiais (0-20 cm) de parques da cidade de São Paulo ( $\text{mg kg}^{-1}$ ).

Parques	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Buenos Aires	181	169	21	169	206
Tranon	175	179	34	112	210
Acimação	173	67	24	147	216
Luz	100	92	19	81	137
Cidade de Toronto	101	98	23	75	146
Rodrigo de Gásperi	116	117	16	89	139
Vila dos Remédios	152	154	25	120	189
Chico Mendes	129	138	27	78	150
Raul Seixas	72	68	17	55	100
Ibirapuera	131	117	43	85	99
Raposo Tavares	129	130	23	90	152
Alfredo Volpi	123	123	25	92	161
Guarapiranga	83	84	10	65	103
Carmo	63	65	13	41	76
<b>Valores de referência (<math>\text{mg kg}^{-1}</math>)*</b>					
Valor de Condição de Qualidade - VCQ <sub>6</sub> – 57					
Valor de Referência de Qualidade – VRQ – 275					

\* CETESB, 2008

### Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP pelo apoio financeiro (Processo FAPESP No. 2006/55150-3).

### Referências

- Ajmone-Marsan, F., Biasioli, M. 2010. Trace Elements in Soils of Urban Areas. *Water Air Soil Pollut*, **213**:121–143.
- CETESB 2008. Valores da condição de qualidade dos solos da bacia hidrográfica do Alto Tietê – UGRHI 6 região metropolitana de São Paulo – RMSP / CETESB. Série Relatórios / CETESB.
- De Miguel E., De Grado M.J., Llamas J.F., Martín-Dorado A., Mazadiego L.F. 1998. The overlooked contribution of compost application to the trace element load in the urban soil of Madrid (Spain). *Sci Total Environ*, **215**:113-122.
- Figueiredo, A. M. G. Figueiredo, Enzweiler, J., Camargo, S. P., Sígolo, J. B., Gumiero, F. C., Pavese, A. C., Milian, F. M. 2009. Metal contamination in urban park soils of São Paulo. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* **280**: 423-429.
- Manta D.S., Angelone M., Bellanca A., Neri R., Sprovieri, M. 2002. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy. *Sci Total Environ*, **300**:229-243.
- Rodríguez-Mercado J.J., Álvarez-Barrera, L., Altamirano-Lozano, M.A. 2010. Chromosomal damage induced by vanadium oxides in human peripheral lymphocytes. *Drug and Chemical Toxicology*, **33**(1): 97–102.
- Zambello F.R., Enzweiler, J. 2002 Multi-element analysis of soils and sediments by wavelength X-ray fluorescence spectrometry. *Journal of Soils & Sediments* **2**: 29-26.