

**VALORES DE REFERÊNCIA PARA ELEMENTOS-TRAÇO EM SOLOS SOB EUCALIPTO
NO RIO GRANDE DO SUL**

LÍVIA BOTELHO DE ABREU¹, ELIAS FRANK DE ARAÚJO², NILTON CURI³, JOÃO JOSÉ G.
S. M. MARQUES⁴

RESUMO

A contaminação do solo por elementos-traço é hoje um tema bastante discutido devido à presença desses elementos em diversos materiais adicionados ao solo. Para poder avaliar a contaminação de um local, o procedimento comum é comparar seu teor com teores naturais de elementos-traço da mesma região considerados como valores de referência. Com isso, este trabalho teve como objetivo quantificar os teores dos elementos-traço As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb e Zn para solos de diferentes hortos florestais do Estado do Rio Grande do Sul, sob plantio de eucalipto, para que tais concentrações sejam futuramente usadas como valores de referência. Para a quantificação dos teores dos elementos-traço, utilizou-se o método 3051A, o qual é um procedimento padrão da Agência de Proteção Ambiental dos EUA. A determinação dos elementos-traço foi feita por meio de um espectrômetro de absorção atômica. Todos os solos dos hortos florestais analisados tiveram os teores de elementos-traço bem baixos, podendo-se concluir que é uma região com pouca ação antropogênica.

Palavras-chaves: Teores naturais, Contaminação ambiental, Valores orientadores

INTRODUÇÃO

A contaminação do solo por elementos traço é hoje um tema bastante discutido devido à presença desses elementos em diversos materiais adicionados ao solo. A análise de solo e o histórico da área constituem os principais critérios para diagnóstico da disponibilidade de elementos-traço (Abreu et al., 1995).

Para poder avaliar a contaminação de um local, o procedimento comum é comparar seus teores com teores naturais de elementos-traço da mesma região considerados como valores de referência. Por isso, há uma grande necessidade de conhecimento do nível natural de elementos-traço em solos brasileiros, principalmente para estudos que investigam contaminação ambiental. Valores de referência para elementos-traço em solos brasileiros tem sido objeto de estudo de vários trabalhos. Entretanto devido à grande extensão territorial brasileira, à diversidade de solos, de ambientes, climas e litologia, é muito difícil estabelecer teores naturais de referência, de qualidade, de prevenção e intervenção para solos de todo o território brasileiro (Zuliani, 2006). O Estado de São Paulo foi o primeiro a adotar os valores orientadores para elementos-traço em solos, que foram estabelecidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (2005), com base em estudo com vários solos deste estado.

A presença de elementos-traço nos solos pode ter origem natural – depende do material de origem e do grau de intemperização que esse material sofreu – ou antropogênica, que é a principal razão do aumento crescente na concentração desses elementos em solos agrícolas (Abreu et al., 2002). Alguns elementos-traço são considerados essenciais do ponto de vista biológico, enquanto outros não o são. Entretanto, mesmo aqueles essenciais podem, sob condições específicas, causar impactos negativos a ecossistemas terrestres e aquáticos, constituindo-se assim, em contaminantes ou poluentes de solo e água (Guilherme et al., 2005).

Este trabalho teve como objetivo, quantificar os teores dos elementos-traço As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb e Zn para solos do Estado do Rio Grande do Sul sob plantio de eucalipto (*Eucalyptus spp.*) para que tais concentrações sejam futuramente usadas como valores de referência.

¹ Mestre em Ciência do Solo, DCS/UFLA, botelholivia@yahoo.com.br

² Pesquisador do CMPC, efaraujo@aracruz.com.br

³ Professor Titular, DCS/UFLA, niltcuri@yahoo.com.br

⁴ Professor adjunto, DCS/UFLA, jmarques@ufla.br

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

O estudo foi conduzido com solos do Estado do Rio Grande do Sul em onze hortos florestais (Barba Negra, Camélia, Luger, Cambará, Terra Dura, Santa Rosa, São Vicente, Pilar, Minas do Leão, Bom Retiro e Água Boa) situados em propriedades particulares, nos Municípios de Guaíba, Butiá, Arroio dos Ratos, Minas do Leão, São Jerônimo, Barra do Ribeiro e Tapes. Esses hortos estão plantados com *Eucalyptus saligna*, *E. grandis* e *E. globulus* e híbridos dos mesmos.

Solos

Os principais solos encontrados na área de estudo foram: Neossolo Quartzarênico (RQo), Gleissolo Melânico (GM), Planossolo Háptico (SGd), Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA), Argissolo Vermelho (Pvd), Cambissolo Háptico (CXvd) e Neossolo Litólico (RLd) (Santos & Bortolas, 2004), com amplo domínio dos Argissolos.

Método de digestão

Selecionaram-se 26 amostras, sendo 13 solos da região e dois horizontes de cada solo. As amostras foram secas ao ar e, posteriormente, passadas em peneira de plástico de 2 mm de malha. Separou-se uma porção das amostras, as quais foram trituradas em gral de ágata até todo o solo passar por uma peneira de nylon de 0,15 mm de abertura. Para a determinação das concentrações dos elementos-traço, digeriu-se 1 g de solo em 10 mL de HNO₃ concentrado em frascos de PTFE hermeticamente fechados, aquecidos em forno de microondas durante 10 minutos à pressão de 0,76 MPa, alcançando uma temperatura de aproximadamente 175°C. Em seguida, o material digerido foi filtrado em filtro de papel e os frascos de PTFE lavados com 10 mL de água destilada que foram passadas pelo mesmo papel filtro. Esse procedimento segue o método 3051A da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA, 1998). A solução filtrada (cerca de 20 mL) foi acondicionada em frascos de vidro devidamente identificados para posterior análises. Para a determinação do mercúrio, utilizou-se uma adaptação do método USEPA 3051A, a qual consiste em adicionar, após feitos todos os procedimentos acima, 1 mL de cloridrato de hidroxilamina 12% (m/v) para 4 mL de amostra.

Método analítico

A determinação dos elementos-traço As, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, e Zn, encontrados na concentração de mg kg⁻¹, foi feita através de espectrômetro de absorção atômica com chama de ar-acetileno. Contudo, para o Cd foi necessário utilizar um espectrômetro de absorção atômica com atomização eletrotérmica em forno de grafite, já que a concentração desse foi da ordem de µg kg⁻¹ e para a determinação do teor de Hg, utilizou-se um espectrômetro de absorção atômica com vapor frio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os teores médios de elementos-traço para cada classe de solo, ressaltando que, para o cálculo da média, levou-se em consideração apenas a classe do solo, sendo portanto desconsideradas suas subclasses. A tabela 2 mostra os teores médios dos elementos-traço para cada horto florestal. O Horto Barba Negra é o único que contém três diferentes classes de solo, sendo determinada então a média de 18 amostras já que, para cada classe de solo, analisaram-se dois horizontes em triplicata. Para os demais hortos, que contém apenas uma classe de solo, a média foi calculada a partir de seis amostras.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Tabela 1 - Teores médios \pm desvio padrão de elementos-traço para cada classe de solo das regiões em estudo do estado do Rio Grande do Sul

	Elemento-traço	Solo							Média
		RQo	GM	SGd	PVA	PVd	CXvd	RLd	
mg kg ⁻¹	As	0,1 \pm 0	1 \pm 1	1 \pm 0	3 \pm 1	5 \pm 5	3 \pm 1	4 \pm 1	3 \pm 3
	Cr	7 \pm 10	6 \pm 3	8 \pm 4	13 \pm 7	25 \pm 13	10 \pm 2	16 \pm 5	15 \pm 11
	Cu	14 \pm 33	7 \pm 4	19 \pm 24	15 \pm 17	12 \pm 13	10 \pm 7	36 \pm 33	15 \pm 19
	Mn	1 \pm 1	4 \pm 2	134 \pm 174	53 \pm 30	26 \pm 9	18 \pm 10	16 \pm 3	41 \pm 79
	Ni	0,3 \pm 0,35	1 \pm 1	2 \pm 1	1 \pm 1	2 \pm 2	2 \pm 1	3 \pm 2	2 \pm 1
	Pb	0,4 \pm 0,04	4 \pm 2	7 \pm 3	14 \pm 7	16 \pm 10	16 \pm 12	23 \pm 13	13 \pm 10
	Zn	0,5 \pm 0,05	2 \pm 2	8 \pm 8	16 \pm 10	12 \pm 11	20 \pm 12	2 \pm 0,4	11 \pm 11
μg kg ⁻¹	Cd	4 \pm 1	31 \pm 28	27 \pm 26	42 \pm 26	9 \pm 7	15 \pm 12	19 \pm 9	20 \pm 21
	Hg	10 \pm 0	29 \pm 16	13 \pm 7	18 \pm 10	18 \pm 9	12 \pm 4	29 \pm 17	17 \pm 11

Tabela 2 - Teores médios \pm desvio padrão de elementos-traço para cada horto florestal

Horto Florestal	Elementos-traço								
	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	As	Zn	Cd	Hg
	mg kg ⁻¹						μg kg ⁻¹		
Barba Negra	6 \pm 6	10 \pm 18	8 \pm 12	1 \pm 1	4 \pm 4	1 \pm 1	1 \pm 1	16 \pm 20	18 \pm 13
Camélia	18 \pm 7	23 \pm 21	49 \pm 16	2 \pm 0	20 \pm 5	4 \pm 1	12 \pm 13	26 \pm 10	25 \pm 10
Luger	8 \pm 3	6 \pm 4	57 \pm 41	1 \pm 0	8 \pm 3	2 \pm 1	20 \pm 5	58 \pm 28	10 \pm 0
Cambará	39 \pm 11	9 \pm 2	28 \pm 4	4 \pm 1	12 \pm 11	12 \pm 6	10 \pm 11	14 \pm 9	20 \pm 8
Terra Dura	18 \pm 11	7 \pm 3	34 \pm 2	3 \pm 2	14 \pm 9	3 \pm 1	15 \pm 14	11 \pm 7	18 \pm 13
Santa Rosa	11 \pm 3	7 \pm 4	20 \pm 10	1 \pm 0	23 \pm 13	4 \pm 1	24 \pm 10	18 \pm 15	14 \pm 6
São Vicente	16 \pm 5	36 \pm 33	16 \pm 3	3 \pm 2	23 \pm 13	4 \pm 1	2 \pm 0	19 \pm 9	29 \pm 17
Pilar	25 \pm 8	8 \pm 2	13 \pm 3	2 \pm 1	18 \pm 11	4 \pm 0,4	10 \pm 10	6 \pm 4	18 \pm 8
Minas do Leão	11 \pm 5	28 \pm 32	248 \pm 187	3 \pm 2	5 \pm 2	1 \pm 0	16 \pm 3	40 \pm 32	13 \pm 8
Bom Retiro	18 \pm 11	26 \pm 21	30 \pm 8	1 \pm 1	9 \pm 3	2 \pm 1	11 \pm 10	7 \pm 5	19 \pm 9
Água Boa	10 \pm 2	13 \pm 8	17 \pm 10	2 \pm 1	9 \pm 5	2 \pm 0	16 \pm 14	12 \pm 9	10 \pm 0
Média geral	15 \pm 11	15 \pm 19	41 \pm 79	2 \pm 1	13 \pm 10	3 \pm 3	11 \pm 11	20 \pm 21	17 \pm 11

Pode-se observar, de acordo com a tabela 1, que o solo RQo apresentou os menores teores de elementos-traço, seguido pelo GM, sendo que o mesmo também foi observado por Marques et al. (2004) para o Neossolo Quartzarênico. Os teores obtidos para todos os elementos para esses dois solos foram igualmente inferiores aos estabelecidos pela CETESB (2005) e aos apresentados por Zuliani (2006), Marques et al. (2004) e Campos et al. (2003, 2007), a exceção do Cu, em que Zuliani (2006) e Marques et al. (2004) para rochas sedimentares, determinaram teores inferiores a 14 mg kg^{-1} . Em contraste, o RLd foi o que apresentou os teores mais elevados de elementos-traço, seguido pelos Argissolos. Comparando os teores do RLd aos resultados de Zuliani (2006), apenas o Cu e Pb tiveram maiores teores. Essa discrepância entre os dois Neossolos pode ser explicada devido ao fato do Neossolo Quartzarênico ter ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis e por serem constituídos essencialmente por quartzo, o que diminuiria a quantidade dos elementos-traços naturais. Por outro lado, o Neossolo Litólico possui minerais primários facilmente intemperizáveis em maior quantidade (Resende et al., 2007). O horto que apresentou menores teores de elementos-traço foi o Barba Negra (tabela 2), justamente porque é nesse horto que estão presentes os solos (Neossolo Quartzarênico e Gleissolo Melânico) com os menores teores de elementos-traço. Já o Horto Água Boa, que tem como solo o Cambissolo Háptico, foi o que esteve com os teores de elementos-traço mais próximos aos da média geral.

Comparando os teores de elementos-traço encontrados para os solos do Rio Grande do Sul com os valores estabelecidos pela CETESB (2005), observa-se que todos os elementos apresentaram teores bem inferiores aos estabelecidos pela CETESB (2005) como valores de referência de qualidade. As exceções foram somente os elementos As, Cu e Pb, para alguns solos e/ou hortos, que ultrapassaram esses valores de referência. No entanto, esses estiveram bem abaixo dos valores que são considerados de prevenção, ou seja, acima do qual já podem começar a ocorrer alterações prejudiciais à qualidade dos solos. Com isso não há necessidade de que esses solos sejam classificados como contaminados.

CONCLUSÃO

Todos os solos e hortos analisados tiveram os teores de elementos-traço bem baixos, podendo-se concluir que é uma região com pouca ação antropogênica. Portanto, neste trabalho são sugeridos os valores de referências de teores naturais de elementos-traço para os solos da região do Guaíba, no Rio Grande do Sul, sob plantio de eucalipto. São eles: As - 4 mg/kg , Cd - $30 \text{ } \mu\text{g/kg}$, Cr - 20 mg/kg , Cu - 24 mg/kg , Hg - $21 \text{ } \mu\text{g/kg}$, Mn - 78 mg/kg , Ni - 3 mg/kg , Pb - 18 mg/kg e Zn - 16 mg/kg .

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABREU, C.A.; ABREU, M.F.; BERTON, R.S. Análise química de solo para metais pesados. **Tópicos em Ciência do Solo**, v.2, p. 645-692, 2002.

ABREU, C.A.; ABREU, M.F.; RAIJ, B.; SANTOS, W.R. Comparação de métodos de análises para avaliar a disponibilidade de metais pesados em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 463-468, 1995.

CAMPOS, M. L.; GUILHERME, L. R. G.; LOPES, R. S.; ANTUNES, A. S.; MARQUES, J. J. G. S. M.; CURTI, N. Teor e capacidade máxima de adsorção de arsênio em Latossolos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1311-1318, 2007.

CAMPOS, M. L.; PIERANGELI, M. A. P.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J.; CURTI, N. Baseline concentration of heavy metals in Brazilian Latosols. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 34, n.3/4, p. 547-557, 2003.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. DECISÃO DE DIRETORIA. N° 195-2005 – E, de 23 de novembro de 2005. Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 02 de abril de 2008.

GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J.; PIERANGELI, M. A. P.; ZULIANI, D. Q.; CAMPOS, M. L.; MARCHI, G. Elementos-traço em solos e sistemas aquáticos. In: **Tópicos em ciências do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. v. 4.

MARQUES, J. J.; SCHULZE, D. G.; CURI, N.; MERTZMAN, S. A. Trace elements geochemistry in Brazilian Cerrado soils. **Geoderma**, Amsterdam, v. 121, n. 1/2, p. 31-43, July 2004.

RESENDE, M; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 5ª ed. rev. Lavras: Editora UFLA, 2007. 322 p.

SANTOS, R. D.; BORTOLAS, E. P. **Levantamento semi detalhado dos solos de hortos da unidade Guaíba-Aracruz com proposta de criação de unidades de manejo**. Guaíba: Aracruz celulose, 2004. 154 p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. Method 3051A: microwave assisted acid digestion of sediments, sludge, soils and oils. In: **SW-846: Test methods for evaluation solid waste physical and chemical methods**. Office of solid waste, US. Washington, DC: Environmental Protection Agency, 1998, p. 1-20.

ZULIANI, D. Q. **Elementos-traço em águas, sedimentos e solos da bacia do Rio das Mortes**, Minas Gerais, 2006. 168 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.