



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

VARIABILIDADE DE ELEMENTOS TRAÇO EM ALGUNS LATOSSOLOS DE MINAS GERAIS

Juscimar da Silva⁽¹⁾; Cecília Brustolini Rosado⁽²⁾; Jaime Wilson Vargas de Mello⁽³⁾; Walter Antônio Pereira Abrahão⁽³⁾, Vanessa de Paula Ferreira⁽²⁾, Luiz dos Santos Junior⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisador; EMBRAPA Hortaliças, Rodovia Brasília/Anápolis, BR 060, km 09, Gama-DF, CEP: 70.351-970, CP 218. juscimar@cnpq.embrapa.br; ⁽²⁾ Estudante de Graduação, Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa; ⁽³⁾ Professor do Departamento de Solo, Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs s/n, Campus Universitário, Viçosa/MG, CEP 36.570-000

Resumo – Os processos pedogenéticos podem alterar os padrões de herança geoquímica e, como consequência, a distribuição dos elementos traço nos solos. O objetivo desse trabalho foi avaliar a variabilidade dos teores de Co, Cr, Ni, Pb, V e Zn em curta e em longa distância em solos coletados em duas regiões fisiográficas de Minas Gerais. Foram definidas oito unidades de amostragem e, em seguida, os solos foram agrupados em função da classe e proximidade dos pontos de coleta. Seguindo esse critério foram estabelecidos quatro grupos de solos. Para cada solo foram coletadas dez amostras simples que após serem preparadas para obtenção da TFSA foram combinadas para obtenção de uma amostra composta e, em seguida, passadas em peneira de 0,075 mm e submetidas à solubilização ácida parcial. A dosagem dos elementos traço foi realizada por ICP/OES. De maneira geral, não houve diferenças entre os teores dos elementos traço das amostras simples e compostas, indicando que a amostragem simples dentro da unidade de amostragem pode ser satisfatória para análises de caracterização geoquímica em levantamentos de elementos traço nos solos, de média à alta intensidade. No entanto, em função das diferenças observadas entre as médias das amostras compostas – evidência de variabilidade dentro da mesma classe de solo – cuidados devem ser tomados na definição do tamanho da unidade de amostragem. De modo geral, os teores de elementos traço foram mais altos nos solos derivados de rochas básicas do Triângulo Mineiro em relação aos solos do Sul de Minas.

Palavras-Chave: geoquímica, amostragem, solos mineiros, valor de referência.

INTRODUÇÃO

A resolução Nº 420 do CONAMA determina que todos os Estados da Federação possuam valores de referência de qualidade para elementos traço de relevância ambiental em solos. No entanto, em função das especificidades regionais fica a critério dos estados a decisão sobre o uso de amostras simples ou compostas para realização das análises químicas. No entanto, os processos diferenciados de formação das diferentes rochas, ígneas, metamórficas e sedimentares,

em tese devem conduzir a diferenças na distribuição de elementos-traço em solos. Portanto, podem-se esperar variações significativas nos teores naturais destes elementos, mesmo dentro de classes de solo relativamente homogêneas pelos padrões pedogenéticos. Por exemplo, um Latossolo Vermelho originado de sedimentos detrítico-lateríticos terciários poderá apresentar teores diferentes de elementos-traço em relação a esta mesma classe de solo originado de um basalto cretáceo. Por outro lado, os processos pedogenéticos tendem, até certo ponto, a homogeneizar os produtos de intemperismo dos materiais parentais. Há de se ter em mente que boa parte dos solos desenvolvidos em condições tropicais são passíveis de processos de redistribuição, não só ao longo do perfil, mas também lateralmente. Este aspecto provavelmente se reflete em alterações no padrão de distribuição dos elementos traço dentro de uma mesma classe de solo. Tais processos podem, portanto, afetar diretamente a representatividade da amostragem. Neste contexto, é que se justifica o presente estudo. Somente o trabalho experimental, incluindo a amostragem de solos pertencentes a uma mesma classe, ou de solos distintos desenvolvidos sobre o mesmo material parental em locais distintos, poderá desvendar o padrão pedológico de distribuição dos elementos-traço.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a variabilidade pedogenética dos teores de Co, Cr, Ni, Pb, V e Zn, a curta e longa distância, em Latossolos desenvolvidos sob diferentes litologias.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas oito unidades de mapeamento que apresentavam áreas sem intervenção antrópica aparente. As classes de solos representativas de cada unidade foram devidamente identificadas, assim como as coordenadas geográficas dos pontos de coleta. Foram selecionadas oito amostras de solos, coletadas em duas regiões fisiográficas do Estado de Minas Gerais, Triângulo Mineiro e Sul de Minas. As amostras foram classificadas em quatro grupos, definidos em função da classe de solo e proximidade de coleta (Tabela 1). Em cada ponto de coleta foram retiradas aleatoriamente dez (10) amostras simples (AS) na profundidade de 0 a 20 cm, com trado tipo caneco, em aço inox. Depois de coletado, o solo foi armazenado em saco plástico, etiquetado e transportado até o Departamento de

Tabela 1. Agrupamento e Identificação dos solos

Grupo de solos	Ponto de coleta	Classe do solo	Região fisiográfica	Coordenada Geográfica (UTM)	
Grupo 1	1	Latossolo Vermelho distroférico – LVdf	Triângulo Mineiro	-20,0135	-48,1154
	2	Latossolo Vermelho distroférico – LVdf	Triângulo Mineiro	-20,0014	-48,6817
Grupo 2	3	Latossolo Vermelho distroférico – LVdf	Triângulo Mineiro	-18,6974	-49,9216
	4	Latossolo Vermelho distroférico – LVdf	Triângulo Mineiro	-18,7439	-49,7768
Grupo 3	5	Latossolo Vermelho eutroférico – LVef	Triângulo Mineiro	-18,6334	-49,554
	6	Latossolo Vermelho eutroférico – LVef	Triângulo Mineiro	-18,6838	-49,482
Grupo 4	7	Latossolo Vermelho amarelo distrófico – LVAd	Sul de Minas	-21,7577	-46,4169
	8	Latossolo Vermelho amarelo distrófico – LVAd	Sul de Minas	-21,6199	-45,0846

De solos da UFV. Posteriormente, o solo foi seco à sombra, tomando-se todos os cuidados para evitar qualquer contaminação cruzada, principalmente com material particulado (ex.: poeira). Depois de secas as amostras foram peneiradas em peneira de nylon de malha de 2,0 mm, constituindo a terra fina seca ao ar (TFSA). Em seguida porções equivalentes de cada amostra simples foram misturadas para formar uma amostra composta (AC).

Os teores dos elementos traço de interesse foram determinados por ICP-OES (Optima 3300DV - Perkin Elmer) após solubilização ácida parcial pelo método SW 3051a (USEPA, 1998), conforme recomendações do CONAMA (2009). A validação do método foi obtida a partir da análise dos seguintes materiais de referência padrão: SRM 2709, 2710 e o 2711 da National Institute of Standards and Technology - NIST. Após a dosagem dos teores dos elementos de interesse nos materiais certificados verificou-se que a recuperação obtida foi satisfatória, variando de 81 a 110 %.

Por fim, para a medida da variabilidade em curta e em longa distância foram comparadas: (1) as médias dos teores dos elementos traço das AC com os teores das AS, (2) as médias dos teores das AC entre os solos de cada grupo e, por fim, (3) as médias das AC para as diferentes unidades de amostragem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores dos elementos traço nos solos avaliados apresentaram-se dentro da amplitude dos valores reportados na literatura (Kabata-Pendias e Pendias, 2001; Marques et al., 2004 e Licht et al., 2006), com exceção para o Co em algumas amostras de Latossolos férreos do Triângulo Mineiro que foram superiores (Tabela 2). Não obstante, os valores são coerentes com

os dados de Co reportados por Marques et al. (2004) para solos coletados na mesma região e sob mesma litologia (basalto), apesar de pequenas diferenças no método analítico.

Os teores dos elementos analisados variaram consideravelmente entre as amostras, de modo geral com valores mais elevados para os solos desenvolvidos de basalto. As exceções foram os teores de Cr no LVAd e de Pb e Zn do LVAd dos pontos de coleta 7 e 8 respectivamente.

De maneira geral, os teores dos elementos traço determinados nas AS não diferiram dos quantificados nas AC, estando às diferenças observadas dentro da margem do erro analítico. Estes resultados sugerem baixa variabilidade local e provavelmente refletem a eficiência da redistribuição lateral, em curta distância, dos produtos de intemperismo dos materiais parentais promovida pela ação dos processos pedogenéticos. Nesse sentido, os resultados sugerem que amostras simples podem representar adequadamente a condição geoquímica local no que se refere a estes elementos traço em Latossolos. Dentre os elementos analisados, o V apresentou maior número de solos com diferenças entre as médias das AS e AC, indicando que para esse metal a obtenção de amostras compostas é mais adequada e necessária para bem representar a condição geoquímica local. Além disso, um maior número de amostras simples por AC é aconselhável para aumentar a representatividade e reduzir o erro analítico.

Com relação à variabilidade regional, de média distância, avaliada a partir da comparação entre os teores médios das AC dentro de cada grupo, de modo geral os teores variaram consideravelmente de um solo para outro, não obstante a proximidade dos locais de amostragem. Apenas para o Pb, nos grupos 2 e 3, e para o V, no grupo 4, não foram observadas diferenças entre as médias. Isso indica que a redistribuição lateral

de elementos traço em solos ocorre apenas em escala limitada e que, embora a variabilidade local tenha sido baixa, a definição da área das unidades amostrais pode afetar a representatividade dos resultados. Assim sendo, em levantamentos geoquímicos de média a alta densidade, parece preferível coletar um maior número de amostras simples do que um número limitado de amostras compostas para representar uma unidade de mapeamento. Os resultados indicam que isso é válido mesmo em áreas consideradas homogêneas para os padrões pedogenéticos, como é o caso da região fisiográfica do Triângulo Mineiro, onde ocorrem os Latossolos férricos derivados de rochas vulcânicas básicas.

Em geral, não houve diferenças entre as médias dos teores dos elementos traço dos grupos 1, 2 e 3 dentro da mesma região fisiográfica, com exceção para Co e Zn do LVeF, grupo 3 (Tabela 2). O grupo 4 apresentou média inferior aos demais grupos, evidenciando o efeito do material de origem no teor de elementos traço dos solos. Os solos do grupo 4 se desenvolveram sobre rochas ácidas, bem distintas daquelas que ocorrem no Triângulo Mineiro. Marques et al. (2004) também obtiveram teores mais elevados de elementos traço em solos desenvolvidos de basalto do cerrado mineiro em relação aos desenvolvidos a partir de gnaisses e xistos ou sedimentos. Além dos teores de alguns elementos traço, naturalmente mais elevados no basalto, os processos pedogenéticos podem acarretar o enriquecimento desses metais nos solos, sobretudo aqueles de baixa mobilidade. O intemperismo dos minerais contendo Fe possibilita a incorporação de alguns elementos na estrutura dos vários óxidos de ferro neoformados.

Os resultados da comparação de médias entre grupos de solos do Triângulo Mineiro sugerem ser menor a variabilidade regional em grandes áreas. No entanto, não se pode assumir que a variabilidade nos teores de elementos traço a longas distâncias, dentro de uma mesma classe de solo, é desprezível do ponto de vista prático. Isto porque é pequeno o número de solos selecionados para esse trabalho e a alta variabilidade entre solos de um mesmo grupo sugere que seria necessário um número maior de amostras de solos por unidade de amostragem para obter resultados mais conclusivos. Obviamente tais aspectos não invalidam os resultados de levantamentos pedogeoquímicos de baixa intensidade, em escala macrorregional (até 500 mil km²) ou mesmo subcontinental (até 5 milhões km²), que de modo geral refletem os aspectos climáticos e bem representam os diferentes biomas terrestres (Matschullat et al., 2009).

CONCLUSÕES

1. A variabilidade local dos teores de elementos traço nos solos é pequena; no entanto a redistribuição lateral é eficiente apenas em escala limitada, visto que a variabilidade regional é grande em médias distâncias dentro de uma mesma classe de solo;

2. A coleta de amostras simples em maior número é suficiente para representar a variabilidade geoquímica

das unidades de mapeamento em levantamentos de elementos traço nos solos, de média à alta intensidade;

3. De modo geral os teores de elementos traço são mais altos nos solos derivados de rochas básicas do Triângulo Mineiro em relação aos solos do Sul de Minas;

4. O uso de um maior número de amostras compostas por unidade de mapeamento é recomendável para avaliar a variabilidade dos elementos traço nas classes de solo a longas distâncias, em levantamentos geoquímicos macrorregionais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação estadual do Meio Ambiente – FEAM e a Fundação de Ampara a Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelo apoio financeiro a pesquisa e concessão de bolsas de estudo

REFERÊNCIAS

- Kabata-Pendias, A. e Pendias, H. Trace elements in soils and plants. 3ed. CRC Press, Boca Raton, 2001. 432p.
- Licht, O.A.B.; Xuejing, X.; Qin, Z.; Miyazawa, M.; Ferreira, F.J.F.; Plawiak, R.A.B. Average reference values of geochemical and geophysical variables in stream sediments and soils, State of Paraná, Brazil. Boletim Paranaense de Geociências, 58:59-87, 2006.
- Marques, J.J.; Schulze, D.G.; Curi, N.; Mertzman, S.A. Trace element geochemistry in Brazilian cerrado soils. Geoderma, 121:31-43, 2004.
- Matschullat, J.; Mello, J.W.V de; Melo Jr., G.; Höfle, S.; Silva, J. A questão da escala em prospecção geoquímica e o Projeto BraSol 2010. Boletim Informativo da SBCS, 34:23-26, 2009.
- Resolução CONAMA Nº 420 de 28 de dezembro de 2009. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?co_dlegi=620. Acesso em 4 mai. 2011.

Tabela 2. Teores de elementos traço determinadas nas amostras simples (AS) e compostas (AC) dos diferentes grupos de solos. Valores médios $\pm$ erro padrão da média (n = 3).

Solo /grupo	Elementos																				
	Co					Cr					Ni										
	AS		AC			AS		AC			AS		AC								
	mg kg ⁻¹																				
LVdf/1	46,45	±	1,76	45,13	±	4,38	(27±18) ^{1/}	85,93	±	4,66	79,22	±	6,61	(127±48)	70,65	±	2,21	67,72	±	4,32	(52±16)
LVdf/1	7,95	±	0,29	8,82	±	1,06		171,48	±	6,59	174,86	±	17,52		35,17	±	0,54	35,85	±	3,01	
LVdf/2	60,22	±	2,37	54,61	±	5,59	(38±17)	64,98	±	7,64	51,95	±	4,51	(177±125)	46,23	±	1,44	45,59	±	2,35	(49±3)
LVdf/2	23,57	±	3,18	20,72	±	0,33		292,75	±	12,68	302,67	±	16,72		51,15	±	0,81	52,03	±	3,33	
LVef/3	57,55	±	1,07	57,54	±	0,33	(65±7)	81,23	±	2,18	73,71	±	6,46	(105±32)	41,99	±	1,06	38,15	±	4,27	(49±11)
LVef/3	66,29	±	2,35	72,42	±	3,58		128,56	±	3,73	136,82	±	7,32		49,87	±	4,29	60,11	±	3,44	
LVAd/4	5,59	±	0,63	6,26	±	0,25	(5±1)	135,06	±	4,26	143,86	±	2,38	(76±68)	13,53	±	0,47	19,09	±	0,76	(10±9)
LVAd/4	4,30	±	0,19	3,72	±	0,16		7,16	±	0,41	7,12	±	0,16		1,49	±	0,17	0,92	±	0,63	
SM ^{2/}	1,4 – 27 (10) ^{5/}								12 – 221 (67)								6 – 92 (24)				
MG ^{3/}	<L.D – 11 (5)								43 – 181 (112)								1 – 27 (14)				
PR ^{4/}	n.d								43 – 62 (87)								n.d.				
	Pb					V					Zn										
	AS		AC			AS		AC			AS		AC								
	mg kg ⁻¹																				
	LVdf/1	14,18	±	0,48	14,22	±	0,31	(17±3)	324,74	±	16,18	281,80	±	23,44	(426±144)	139,55	±	4,44	132,98	±	12,39
LVdf/1	17,58	±	0,42	19,89	±	2,45	533,89		±	14,22	570,58	±	62,79	49,59		±	1,55	61,01	±	11,03	
LVdf/2	17,48	±	0,62	15,52	±	1,34	(14±1)	494,63	±	10,87	465,63	±	48,82	(406±60)	119,23	±	3,53	112,59	±	10,13	(92±21)
LVdf/2	13,15	±	0,31	12,90	±	1,31		357,43	±	10,02	345,89	±	21,77		77,57	±	5,32	70,96	±	5,78	
LVef/3	18,18	±	2,56	18,22	±	0,69	(18±0,01)	406,01	±	10,26	390,23	±	9,77	(407±17)	157,85	±	3,71	149,19	±	19,58	(174±25)
LVef/3	17,21	±	0,54	18,20	±	0,72		350,75	±	22,14	424,48	±	30,64		167,66	±	14,95	198,35	±	5,63	
LVAd/4	13,94	±	1,02	12,56	±	1,02	(17±5)	186,51	±	12,55	215,04	±	7,78	(148±67)	39,94	±	1,68	43,72	±	0,64	(82±38)
LVAd/4	22,49	±	1,31	22,11	±	0,14		103,04	±	4,27	81,59	±	16,66		136,31	±	5,94	119,50	±	23,37	
SM	8 – 67 (25)								18 – 220 (100)								17 – 236 (67)				
MG	3 – 374 (10)								26 – 486 (257)								10 – 246 (26)				
PR	15 – 45 (22)								81 – 856 (360)								24 – 124 (77)				

^{1/}Valores entre parênteses referem-se à média $\pm$ erro padrão da média (n=2) das amostras compostas das classes de solos dentro de cada grupo ^{2/}Solos do Mundo (Kabata-Pendias e Pendias, 2001); ^{3/} Solos Cerrado de Minas Gerais (Marques et al., 2004). ^{4/} Solos do Paraná (Licht et al., 2006; n = 307); ^{5/}valor médio