

Valores de referencia de elementos-traço em solos do Estado de Mato Grosso: estudo preliminar ⁽¹⁾.

Maria Aparecida Pereira Pierangeli⁽²⁾; Geila Santos Carvalho⁽³⁾; João José Marques⁽⁴⁾; Camila de Andrade Carvalho⁽⁵⁾; Carlos Alberto Silva⁽⁴⁾; Luiz Roberto Guimarães Guilherme⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do projeto AgroMetais - Rede de pesquisa em Elementos-traço e sustentabilidade agrícola no Brasil (Processo CNPq 562773/2010-0)

⁽²⁾ Professor; Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT); Pontes e Lacerda, Mato Grosso; mapp@unemat.br;

⁽³⁾ Pós-doutoranda no Departamento de Ciência do Solo (DCS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA); Lavras, MG; Bolsista PNP/CAPEES; geilacarvalho@gmail.com; ⁽⁴⁾ Professor do DCS/UFLA; guilherm@dcs.ufla.br; ⁽⁵⁾ Aluno de graduação em Agronomia e Iniciação Científica do DCS/UFLA

RESUMO: O Estado de Mato Grosso é responsável por grande parte da produção de soja, milho e algodão do Brasil. Esse trabalho avaliou os teores e calculou os valores de referência de qualidade (VRQs) dos elementos-traço (ETs) Cr, Mn, Ni, Zn, Cu, As, Se, Hg e Pb em solos de vários municípios desse estado. Em cada município, foram selecionadas três áreas de vegetação nativa para a coleta de amostras de solo na profundidade de 0-0,2 totalizando 36 amostras. Para extração desses elementos, utilizou-se o método USEPA 3051A, sempre utilizando material certificado para protocolos QA/QC. Os teores médios dos ETs (mg kg⁻¹) foram: Cr 31,50; Zn 3,24; Pb 11,08; Mn 16,19; As 4,44; Cu 3,58; Ni 2,05; Se 0,592; 0,02; Hg < limite de detecção. Os VRQs estimados foram (mg kg⁻¹) Cr 33,4; Zn 2,5; Pb 14,5; As 4,2; Cu 2,9; e Ni 1,9. Esses valores foram inferiores aos relatados para solos não contaminados em outros estados do Brasil, exceto o As, cujos valores foram superiores.

Termos de indexação: Contaminação do solo, metal pesado, CONAMA 420/2009

INTRODUÇÃO

O Estado de Mato Grosso se destaca no cenário brasileiro como um grande produtor agrícola, alcançando elevadas produtividades de soja, milho e algodão. No entanto, em face à necessidade de aplicação de corretivos de solo, produtos fitossanitários e fertilizantes para suprir a demanda nutricional das plantas, bem como criar condições favoráveis para o desenvolvimento das mesmas, há o risco de contaminação do ambiente com diversas substâncias. Entre essas estão os elementos-traço (ETs), os quais podem ser tóxicos ou essenciais para os seres vivos. Elementos considerados essenciais podem ser tóxicos se estiverem com alta biodisponibilidade no solo (Guilherme et al., 2005).

Os teores naturais de ETs em solos são de origem geogênica, produtos do intemperismo das

rochas e de processos pedogenéticos. Trabalhos como os de Kabata-Pendias & Pendias (2001), Marques et al. (2002), Guilherme et al. (2005), relatam a concentração média de ETs no solo e nos principais grupamentos de rochas. No entanto, a contaminação do solo, aqui entendida como a ocorrência de ETs no solo em concentrações acima dos teores considerados nativos (Reimann & Garret, 2005), muitas vezes é de difícil distinção e de muita responsabilidade. Visando a proteção da saúde humana e do meio ambiente, na maioria dos países, existe legislação específica estipulando ou limitando quais são os teores não tóxicos de ETs no solo ou estabelecendo valores de referência (VRQ) para solos não contaminados. Para isso são necessários estudos de determinação dos teores naturais desses elementos no solo, tais como os realizados em várias partes do mundo (Chen et al., 1991; Chen et al, 1999) e no Brasil (CETESB, 2001; Fadigas et al., 2006; Paye et al., 2010; Minas Gerais, 2011). No Brasil, além da CETESB (2001) e Minas Gerais (2011) a resolução CONAMA 420/2009 (Brasil, 2009) dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas. Entre essas substâncias estão alguns ETs, tais como As, Cd, Cu, Zn, Pb etc. Essa resolução do CONAMA estipula que cada estado da federação deve estabelecer seus próprios VRQs, o que é importante para que valores de referência de contaminação irreais não sejam estabelecidos. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi estabelecer, de forma preliminar, VRQs para alguns ETs em solos do Estado de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desse trabalho foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-0,2 m em áreas de vegetação nativa do Estado de Mato Grosso (Figura 1), as quais foram

devidamente geo-referenciadas. As amostras foram coletadas nas regiões de: Rondonópolis e Alto Garça (Planaltos Taquari-Itiquira); Campo Verde e Primavera do Leste (Planalto dos Guimarães); Tangará da Serra, Campos de Júlio, Sapezal, Campo Novo dos Parecis, Diamantino (Chapada e Planalto dos Parecis) e ao longo da rodovia BR-163 (Sorriso, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Sinop) e Vila Bela da Santíssima Trindade (Depressão do Guaporé). Nessas regiões a vegetação nativa é representada por Floresta Ombrófila Densa Tropical (Vila Bela da Santíssima Trindade, Lucas do rio Verde, Sorriso, Sinop); Cerradão (Sapezal, Campos de Julho, Campo Novo dos Parecis, Nova Mutum, Campo Novo, Primavera do Leste) e Campo Cerrado (Alto Garça, Rondonópolis) (SEPLAN, 2002).

Nas amostras de solo foram determinados os teores de As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Hg, Se e Zn utilizando-se, para extração desses elementos, a metodologia USEPA 3051 (USEPA, 1998). Os teores de Cr, Mn, Pb e Zn foram quantificados em espectrofotômetro de absorção atômica de chama, enquanto os teores de As, Cd, Cu, Ni, e Se o foram após atomização eletrotérmica em forno de grafite e o de Hg em gerador de hidretos usando-se solução de borohidreto (NaBH_4) 0,2% como agente redutor. Para protocolos de QA/QC foi usado material de referência Montana Soil 2710a, sendo considerada satisfatória uma recuperação variando de 75 a 130%.

Os resultados foram submetidos à análise estatística, estabelecendo-se como fontes de variação a região (municípios). As médias de cada elemento foram comparadas usando-se o teste de Skott-Knott, ($P \leq 0,05$), usando-se o software Sisvar. Em caso de teores abaixo do limite de detecção (LD), para fins de análise estatística considerou-se o LD/2 (Brasil, 2009).

Foram estabelecidos os VRQs conforme estipulado na resolução CONAMA 420/2009 (Brasil, 2009). Para isso, antes de se calcular os percentis 75 e 90, efetivaram-se análises de agrupamento hierárquico (AA) e análise fatorial (AF) para melhor compreensão do universo amostral e conjunto de dados. Para essas análises, foi utilizado o software XLSTAT Versão 2012.5.01.

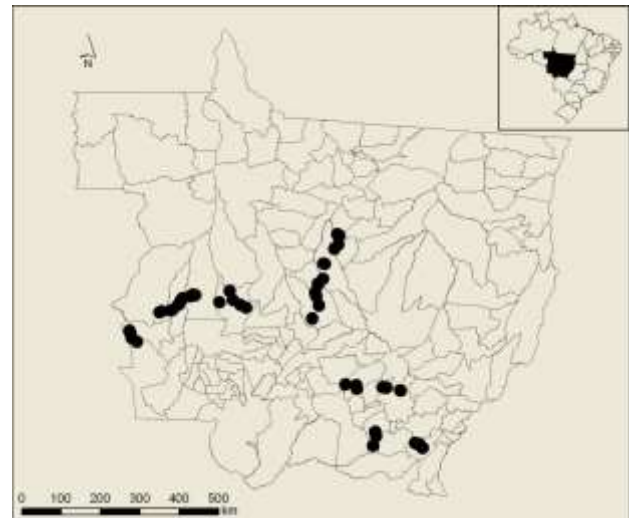


Figura 1 Localização dos pontos de coleta das amostras de solo em áreas de vegetação nativa no Estado de Mato Grosso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores dos ETs avaliados são mostrados na Figura 2, onde se observa as diferenças entre as regiões. Observou-se no presente estudo uma grande amplitude nos teores dos ETS analisados (Tabela 1). Todas as amostras apresentaram teores de Hg abaixo do LD. Os baixos teores verificados para todos os elementos, inclusive o Mn, podem estar relacionado ao material de origem dos solos amostrados, bem como ao grau de intemperismo dos mesmos, pois grande parte das amostras, exceto as de Vila Bela da Santíssima Trindade, foi coletada em áreas de antigos chapadões, constituídas por depósitos sedimentares do Período Terciário (SEPLAN, 2002). A análise de agrupamento permitiu separar as regiões em dois grupos distintos, de acordo com a dissimilaridade entre eles: região 1 engloba os municípios de Sinop, Campos de Julho, Primavera do Leste, Alto Garça e Rondonópolis, Campo Novo dos Parecis, Sapezal, Sorriso, Lucas do Rio Verde e Nova Mutum; e região 2 engloba Vila Bela da Santíssima Trindade e Campo Verde. Os grupos se formaram independentemente das grandes regiões geográficas onde as amostras foram coletadas e Vila Bela da Santíssima Trindade e Campo Verde foram as regiões mais distintas.

Em relação aos VRQs tomando-se como base os valores do percentil 75, conforme sugerido pela resolução nº 420/2009 do CONAMA (Brasil, 2009), os mesmos são mostrados na Tabela 2. Como se pode ver, os VRQs para Cu, Zn e Ni são muito inferiores aos relatados para solos de São Paulo



(CETESB, 2005) e Minas Gerais (Minas Gerais, 2011), enquanto os teores de As são superiores e Cr e Pb são próximos. Verifica-se nessa tabela que os VRQs dos elementos considerando os percentis 90 foram superiores ao percentil 75. Payes et al. (2012) relatam que ao usar o percentil 90 para estabelecer o VRQ em amostras de solo do Espírito Santo os valores praticamente dobraram, para a maioria dos elementos. Considerando o percentil 75, verifica-se também (Tabela 2) que os VRQs são muito semelhantes, independentemente se no cálculo dos mesmos considerou-se todo o universo amostral ou as regiões agrupadas. O fato dos VRQs dos ETs verificados nesse estudo serem, na maioria das vezes, inferiores aos VRQs de outras regiões indica a necessidade de se estabelecerem VRQs próprios para o Estado de Mato Grosso, conforme preconiza a resolução CONAMA 420/2009 (Brasil, 2009) e como tem sido feito esforços para isso em outros estados (CETESB, 2001; Payes, 2010; Minas Gerais, 2011).

CONCLUSÕES

Constata-se que os solos das regiões amostradas apresentam teores dos ETs analisados dentro dos padrões de referência de solos não contaminados reportados na literatura.

Os valores de referência de qualidade estimados para Cu, Mn e Zn são inferiores aos valores relatados na literatura para áreas naturais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CNPq, pela concessão da bolsa de pesquisa aos autores deste estudo, à Universidade Federal de Lavras e à FAPEMIG pelo apoio financeiro para a realização desse estudo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 420/2009. Disponível em <<http://www.mma.gov/port/conama/legiabre.cfm.htm>> Acesso em maio 2012.

CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e água subterrâneas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2001. 232p.

FADIGAS, F.S.; MOURA, AMARAL SOBRINHO, N.M.B. DO, MAZUR, N.; ANJOS, L.H.C. Estimation of reference values for cadmium, cobalt, chromium, copper, nickel, lead, and zinc in Brazilian soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 37: 945-959, 2006.

GUILHERME, L.R.G.; MARQUES, J.J.; PIERANGELI, M.A.P.; ZULIANE, D.Q.; CAMPOS, M.L.; MARCHI, G. Elementos-Traço em solos e sistemas aquáticos. In: Torrado-Vidal, P.; Alleoni, L.R.F.; Cooper, M.; Silva, A.P. eds. *Tópicos em Ciência do Solo*, v. 4, p 345-390, 2005.

KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. Trace elements in soils and plants. 3. ed. Boca Raton, CRC Press, 2001. 413p.

MARQUES, J.J.G.S.M., CURTI, N., SCHULZE, D.G. Trace element in Cerrado soils. In: ALVAREZ, V.H., SCHAEFER, C.E.G.R., BARROS, N.F., COSTA, L.M. *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.2, p.103-134, 2002.

MINAS GERAIS.. Deliberação Normativa COPAM nº 166, de 29 de junho de 2011. Altera o Anexo I da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH nº 2 de 6 de setembro de 2010, Valores de Referência de Qualidade dos Solos. Belo Horizonte: Imprensa oficial do Estado de Minas Gerais. (2011). <http://www.iof.mg.gov.br>

NAUGHT, A.D.; WILKINSON, A. *Compendium of chemical terminology*, IUPAC, Blackwell Science, 1997, 464p.

PAYE, H.S.; MELLO, J.W.V., ABRAHÃO, W.A.P., FERNANDES FILHO, E.I., DIAS, L.C.P., CASTRO, M.L.O., MELO, S.B., FRANÇA, M. Valores de referência de qualidade para metais pesados em solos no Estado do Espírito Santo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, vol.34, no.6, p.2041-2051, 2010.

REIMANN, C. & GARRET, R.G. Geochemical background – concept and reality. *Science of Total Environment*, 350:12-27, 2005.

SEPLAN-MT. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Zoneamento Sócio Econômico Ecológico do Estado de Mato Grosso – 2002. 2003. Disponível em: <<http://www.zsee.seplan.mt.gov.br/servidordemapas/Ru n.asp>>. Acesso em: abril 2012).

Tabela 1 - Alguns parâmetros da análise estatística descritiva de teores de elementos-traço de solos de áreas de vegetação nativa do Estado de Mato Grosso

Elemento	Máximo	Mínimo	Amplitude	Média	Erro Padrão
Cr	55,84	5,47	50,38	31,46	1,91
Mn	169,22	2,71	166,51	16,35	4,84
Ni	5,93	0,63	5,30	1,96	0,20
Cu	7,88	0,86	7,02	3,58	0,35
Zn	10,08	0,07	10,01	3,25	0,34
As	13,20	< LD	13,20	4,43	0,59
Se	2,00	< LD	2,00	0,46	0,09
Cd	0,031	< LD	0,031	0,02	0,001
Hg	< LD ¹	< LD	< LD	< LD	< LD
Pb	26,65	0,04	26,61	11,08	1,01

¹ LD = limite de detecção: Cd = 0,3 µg kg⁻¹; Hg = 1,4 µg kg⁻¹; Se = 1,5 µg kg⁻¹

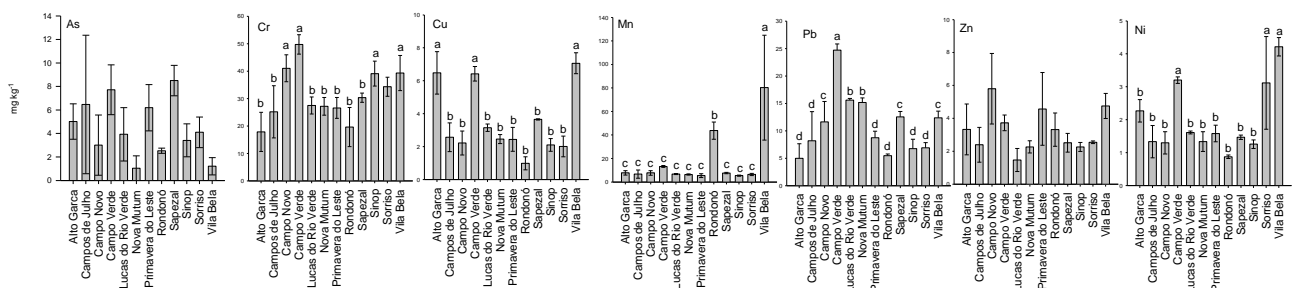


Figura 2 - Teores de alguns elementos-traço em amostras de solo de área de vegetação nativa do Estado de Mato Grosso. (Letras comparam os teores entre as regiões; ausência ou letras iguais indica que não há diferença entre as regiões).

Tabela 2 Valores de referência de qualidade de alguns elementos-traço determinados a partir dos percentis 75 e 90 de solos do Estado de Mato Grosso

Elemento	Geral ¹		Região 1 ²		CETESB ³	Minas Gerais ³
	P75	P90	P75	P90		
----- mg kg ⁻¹ -----						
Cr	37	47	33	43	40	75
Zn	4	6	3	6	60	46,5
Pb	15	18	14	16	17	19,5
Mn	12	41	8	21	4	
As	7	9	7	9	3,5	8,0
Cu	4	8	4	4	35	49
Ni	2	4	2	2	13	21,5
Se	< LD	< LD	< LD	< LD	0,25	0,5
Cd	< LD	< LD	< LD	< LD	< 0,5	< 0,4

¹ Valores obtidos considerando todas as amostras, sem distinção da região de coleta; ² Regiões estabelecidas após análise de agrupamento: Região 1 engloba os municípios de Sinop, Campos de Julho, Primavera do Leste, Alto Garça e Rondonópolis, Campo Novo dos Parecis, Sapezal, Sorriso, Lucas do Rio Verde e Nova Mutum; ³CETESB (2005); Minas Gerais (2011); ⁴P75 e P90 iguais a 137,8 e 253 mg kg⁻¹, respectivamente (Payes et al., 2010).