

Teores semi-totais de As, Cr, Ni e Pb na Chapada do Apodi-CE.

Rafaela Batista Magalhães⁽¹⁾; Lilianne dos Santos Maia⁽²⁾; Daniela Queiroz Zuliani⁽³⁾; Susana Churka Blum⁽⁴⁾; Teógenes Senna de Oliveira⁽⁵⁾; Maria Eugenia Ortiz Escobar⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, CE; rafaela.bm90@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Estudante de Agronomia; Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, CE; lilianne_maia2@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professora; Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB, Redenção, CE; danielagzuliani@unilab.edu.br; ⁽⁴⁾ Pesquisadora Pós Doutorado CAPES/PNPD; Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, CE; sschurka@yahoo.com.br; ⁽⁵⁾ Professor; Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG; teo@ufv.br; ⁽⁶⁾ Professora; Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza, CE; mariaeugenia@ufc.br.

RESUMO: A denominação metal pesado é usada para elementos com densidade superior a 5000 kg/m³. O presente trabalho teve como objetivo determinar e comparar os teores semi-totais dos elementos Cr, Pb, Ni e As em áreas cultivadas e áreas naturais da Chapada do Apodi, município de Limoeiro do Norte, Ceará. As amostras coletadas foram secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas, maceradas em almofariz de ágata e em seguida passadas em peneira. Para as extrações no solo dos metais As, Cr, Pb e Zn foi utilizado o método EPA3050b modificado. Após a digestão, as amostras foram filtradas e armazenadas para posterior leitura no aparelho ICP-AES. O Cr apresentou concentrações superiores aos outros elementos nas áreas cultivada com capim e sua respectiva área natural. Na área cultivada com sucessão de milho e feijão, novamente o Cr obteve o maior teor, seguido pelo Pb, Ni e As. No cultivo de goiaba os valores dos elementos Cr, As e Pb foram superiores aos encontrados na literatura para solos de outras partes do mundo. Na área cultivada com banana o teor de As foi maior do que na área natural, enquanto que o Cr, o Pb e o Ni apresentaram maiores teores do que a área cultivada. A área natural apresentou maiores teores para determinadas culturas e profundidades, indicando uma influência do material de origem.

Termos de indexação: metais pesados, solos calcários, elementos tóxicos.

INTRODUÇÃO

Os elementos presentes em ambientes naturais em baixa concentração e que possuem densidade igual ou acima de 5000 kg/m³ (Reis et al., 2007) podem ser definidos como metais pesados. Segundo Azevedo et al. (2004) essa definição inclui elementos não metálicos, como por exemplo, o As, que pode ser tóxico aos vegetais e ou animais. Os metais pesados podem ser encontrados no solo como íons livres, complexos solúveis com ânions inorgânicos ou ligantes orgânicos (Domingues, 2009).

Como as duas principais fontes de metais no solo têm-se: (i) a contaminação natural, devido aos processos geoquímicos e (ii) a contaminação antropogênica, que é causada pelo uso de produtos agrícolas e industriais (Horckmans et al., 2005).

A disponibilidade no solo é afetada por diversos fatores, como a interação com os outros elementos, a matéria orgânica, o pH e a capacidade de troca de cátions (CTC). Em determinados solos, os metais estão presentes sem que ofereçam riscos, mas com o aumento das atividades antropogênicas a concentração destes elementos pode ser alterada havendo maior necessidade de constantes monitoramentos (Silva et al., 2007). De acordo com Costa (2005), os metais podem se concentrar no ambiente devido ao uso contínuo da água imprópria para irrigação e do resíduo de áreas urbanas ou industriais.

Os metais pesados exercem efeitos deletérios tanto no crescimento das plantas como nos processos bioquímicos do solo (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). A nitrificação, a decomposição do material orgânico presente no solo e a mineralização podem ser inibidos nos locais contaminados por esses elementos (Tsutiya, 1999). Segundo Oliveira et al. (2010) a contaminação por metais no solo é altamente perigosa, pois os mesmos são difíceis de serem degradados, causando impacto ao ambiente ao longo do tempo.

Com o presente trabalho objetivou-se determinar os teores semi-totais dos elementos Cr, Pb, Ni e As em áreas cultivadas e de mata nativa da Chapada do Apodi, município de Limoeiro do Norte, Ceará, comparando as concentrações e identificando as possíveis origens destes elementos.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do solo foi realizada no perímetro irrigado da Chapada do Apodi, município de Limoeiro do Norte, Ceará (5°20' S e 38°5' W). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSw'h'. A temperatura média anual é de 28,5 °C, com mínima e máxima variando entre 22 e 35 °C,



respectivamente. A área possui relevo uniforme, com declividade dominante inferior a 2% (DNOCS, 2013). O material de origem é o calcário arenítico e o arenito calcífero do Grupo Apodi, Formação Jandaíra.

As amostras foram coletadas em trincheiras abertas sob área natural (mata nativa), onde essas áreas não sofreram ação antrópica e são adjacentes as áreas de cultivos e áreas sob sistema de cultivo irrigado com culturas anuais e perenes. As amostras coletadas foram secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas, maceradas em almofariz de ágata e em seguida passadas em peneira de 75 µm de abertura de malha (200 mesh).

Para as extrações dos metais As, Cr, Pb e Zn foi utilizado o método EPA3050b modificado. As amostras de solo foram pesadas e colocadas em tubos de digestão aberta, adicionando-se ácido nítrico e levando-as ao bloco digestor a 95 °C por 10 minutos. Deixou-se resfriar e então se adicionou o mesmo ácido deixando por mais 2 horas no bloco a 95 °C. Após as 2 horas esperou-se que as amostras ficassem em temperatura ambiente para adicionar 2 mL de água deionizada juntamente com 3 mL de peróxido de hidrogênio 30% levando-se novamente ao bloco por mais 2 horas. Posteriormente, foram adicionados 5 mL de ácido clorídrico com mais 10 mL de água destilada levando-se novamente ao bloco por 30 minutos. As amostras foram filtradas e armazenadas em frascos, para posterior leitura em ICP-AES. As análises foram realizadas em triplicata e com baterias de 15 amostras. Para cada bateria havia 3 brancos.

Análise estatística

Os resultados analíticos obtidos foram avaliados por análise estatística descritiva utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2008). Os resultados foram expressos em média e desvio padrão da média.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No cultivo de goiaba os valores dos elementos Cr, As e Pb foram superiores aos teores totais (Tabela 1). Comparando a área natural com o cultivo goiaba na margem direita, observa-se que a área natural possui maiores teores de todos os elementos, com exceção ao As na área goiaba esquerda.

Na área cultivada com banana o teor de As foi maior do que na área natural, enquanto que o Cr, Pb e Ni apresentaram maiores teores do que a área cultivada (Tabela 1). O Pb e o Ni apresentaram valores superiores aos relatados na literatura na área natural, enquanto o Cr obteve valores

superiores tanto no solo cultivado como na área nativa.

A partir dos resultados obtidos para a área natural e cultivada com capim, observa-se que o Cr obteve concentrações superiores aos outros elementos (Tabela 1), seguido pelo Pb, Ni e As. As concentrações de Cr e Pb nas áreas estudadas (áreas naturais e áreas cultivadas) foram maiores que os teores totais relatados na literatura para os solos do mundo (Tabela 1).

Na área cultivada com sucessão de milho e feijão, novamente o Cr obteve o maior teor, seguido pelo Pb, Ni e As. A área natural apresentou maiores teores dos elementos que a área cultivada, com exceção do As no horizonte B1, do Ni no horizonte Ap e do Pb no horizonte Bc4. A área cultivada com capim e com sucessão milho e feijão apresentaram teores de Cr e Pb superiores aos mencionados na literatura (Tabela 1).

Os teores de Cr na área natural dos horizontes Ac, ABc, B1 na sucessão milho/feijão e Ac da goiaba, junto com o horizonte Acp das áreas cultivadas com capim e goiaba apresentaram teores superiores ao valor de prevenção constante na legislação brasileira (CONAMA, 2009). Para Silva (2007), a concentração de cromo varia de acordo com a natureza da rocha ou do sedimento. Valores elevados de Cr também foram encontrados em solos cultivados com olerícolas por Fernandes et al. (2007) no Estado de Minas Gerais.

Ao comparar a área natural com a cultivada, observa-se que os solos sob área natural apresentam concentrações de metais pesados maiores do que as áreas agrícolas, indicando a influência do material de origem nos teores dos metais avaliados. De acordo com Alleoni et al. (2005) o material de origem e os fatores pedogenéticos influenciam na diferença dos teores naturais de metais pesados no solo. Baize & Sterckeman (2001) afirmam que o primeiro passo para a definição de valores orientadores de situações de contaminação é a determinação dos valores naturais.

Biondi (2010) encontrou valores elevados para Ni em solo de área natural no Pernambuco, enquanto Caires (2009) encontrou valores de Ni acima do limite para o solo de Minas Gerais.

CONCLUSÕES

Na maior parte dos casos, a área natural apresentou maiores teores de metais pesados, indicando influência do material de origem no fornecimento destes elementos ao solo. O cultivo do solo, tanto com culturas anuais como perenes teve



pouca influência nas concentrações dos elementos estudados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa pela disponibilização de laboratório e equipamentos para a realização das análises

REFERÊNCIAS

- ALLEONI, L.R.F.; BORBA, R.P. & CAMARGO, O.A. Metais pesados: Da cosmogênese aos solos brasileiros. In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M. & SILVA, A.P., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. v.4. p.1- 42.
- AZEVEDO, A.C.; DALMOLIN, R.S.D. & PEDRON, F.A. Solos e Ambiente / Fórum Solos e Ambiente. Santa Maria: Pallotti, 2004. Xx páginas
- BAIZE D. & STERCKEMAN, T. Of the necessity of knowledge of the natural pedo-geochemical background content in the evaluation of the contamination of soils by trace elements. *The Science of the Total Environment*, 264: 127-139, 2001.
- BIONDI, C. M. Teores naturais de metais pesados nos solos de referência do estado de Pernambuco. 2010. 58f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco 2010.
- CAIRES, S. M. Determinação dos teores naturais de metais pesados em solos do Estado de Minas Gerais como subsídio ao estabelecimento de Valores de Referência de Qualidade, 2009, 304p Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2010.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução no 420, de 28 de dezembro de 2009. Publicado no DOU nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84.
- COSTA, C. das N. Biodisponibilidade de metais pesados em solos do Rio Grande do Sul. 2005. 126f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- CHEN, J.; WEI, F.; ZHENG, C.; WU, Y. & ADRIAN, D.C. Background concentrations of elements in soils of China. *Water Air Soil Poll.*, 57-58: 699-712, 1991.
- DNOCS média histórica da chapada do Apodi. Disponível em: <http://www.stormfax.com/elnino.htm>. Acesso em 10 de abril de 2013.
- DOMINGUES, T. C. de G. Teor de metais pesados em solo contaminado com resíduo de sucata metálica, em função de sua acidificação. 2009. 75p Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Universidade de Campinas, Campinas. 2009.
- FERNANDES, R. B. A.; LUZ, W. V.; FONTES, M. P. F. & FONTES, L. E.F. Avaliação das concentrações de metais pesados em áreas olerícolas no Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11: p.81-93, 2007.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Científica Symposium*, 6: 36-41, 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: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M. & SILVA, A.P., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. v.4. p. 345-390.
- HORCKMANS, L.; SWENNEN, R.; DECKERS, J. & MAQUIL, R. Local background concentrations of trace elements in soils: a case study in the Grand Duchy of Luxembourg. *Catena*, 59: p.279-304, 2005.
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. Trace elements in soils and plants. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 413p. 2001.
- OLIVEIRA, L.F.C.; CASTRO, M.L.L.; RODRIGUES, C. & BORGES, J.D. Adsorção e deslocamento do íon cádmio em solos do cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14: 848-855, 2010.
- REIS, T. H. P.; GUIMARÃES, P. T. G.; FIGUEIREDO, F. C.; POZZA, A. A. A.; NOGUEIRA, F. D. & RODRIGUES, C. R. O silício na nutrição e defesa de plantas. Belo Horizonte: EPAMIG. 2007, 12p. Boletim Técnico, 82.
- SILVA, M. L. S.; VITTI, G. C. & TREVIZAM, A. R. Concentração de metais pesados em grãos de plantas cultivadas em solo com diferentes níveis de contaminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42: 527-535, 2007.
- SILVA, J. M., Estudo de elementos – traço em macrófitas aquáticas da sub – bacia do rio madeira. 2007. 47f Monografia. Universidade Federal de Rondônia, Rondônia. 2007.
- TSUTIYA M, T. T. Metais pesados: o principal fator limitante para o uso agrícola de biossólidos das estações de tratamento de esgotos. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., Rio de Janeiro, 1999. p. 753-761.

Tabela 1: Teores semi-totais de metais pesados (média aritmética \pm desvio padrão) para solos da Chapada do Apodi-CE, em comparação com os solos do mundo [citação de Chen et al. (1991) e Guilherme et al. (2005)].

Manejo	Horizonte	As	Cr	Ni	Pb
mg. kg ⁻¹					
Área de Mata Nativa (Goiaba e Banana)					
G	Ac	1,03 \pm 0,73	178,49 \pm 5,12	20,62 \pm 0,42	36,51 \pm 0,90
G	Bac	0,01 \pm 0,44	100,63 \pm 0,79	23,36 \pm 0,22	29,12 \pm 0,58
G	Bc1	<LD	95,14 \pm 1,39	23,71 \pm 0,70	26,13 \pm 0,59
G	Bc2	<LD	93,55 \pm 0,28	22,14 \pm 0,53	26,83 \pm 9,20
G	Bc3	<LD	124,08 \pm 8,63	24,35 \pm 6,00	27,36 \pm 1,20
Área cultivada (Goiaba)					
GD	Acp	0,22 \pm 0,75	124,14 \pm 3,41	16,64 \pm 0,59	25,94 \pm 1,34
GD	Bc1	<LD	85,79 \pm 3,73	18,42 \pm 0,72	27,35 \pm 0,61
GD	Bc2	<LD	76,44 \pm 2,44	17,23 \pm 0,50	34,85 \pm 0,39
GD	F	<LD	94,37 \pm 2,62	14,27 \pm 1,11	82,56 \pm 0,52
GE	Acp	<LD	154,72 \pm 10	16,89 \pm 1,09	30,31 \pm 1,42
GE	Abc	2,49 \pm 0,56	148,12 \pm 9,03	19,68 \pm 0,70	29,65 \pm 1,18
GE	B1	1,81 \pm 0,26	95,85 \pm 1,29	19,61 \pm 0,31	23,58 \pm 0,33
GE	Bc2	0,43 \pm 0,11	111,66 \pm 4,36	18,51 \pm 0,55	27,11 \pm 0,87
GE	Bc3	0,30 \pm 0,79	107,72 \pm 4,34	17,72 \pm 0,39	26,07 \pm 0,54
GE	F	0,77 \pm 1,41	107,28 \pm 8,05	18,05 \pm 1,10	83,41 \pm 3,69
Área cultivada (Banana)					
B	Ap	4,61 \pm 0,02	124,96 \pm 1,89	17,46 \pm 0,09	25,14 \pm 0,58
B	Abc	4,07 \pm 0,77	94,74 \pm 6,41	16,84 \pm 1,09	25,54 \pm 0,80
B	B1	2,55 \pm 0,85	100,65 \pm 6,31	17,72 \pm 0,82	24,13 \pm 0,51
B	B2	2,96 \pm 0,66	92,71 \pm 1,69	17,53 \pm 0,51	21,65 \pm 0,37
B	B3	1,75 \pm 0,46	76,90 \pm 1,10	16,93 \pm 0,70	22,72 \pm 0,57
B	B4	0,32 \pm 0,26	95,46 \pm 5,40	15,90 \pm 0,78	23,98 \pm 0,68
Área de Mata Nativa (Capim Tifton)					
C	Ac	1,05 \pm 1,00	183,92 \pm 9,49	22,85 \pm 1,28	27,14 \pm 1,14
C	B1	<LD	119,14 \pm 1,16	22,66 \pm 1,24	23,84 \pm 0,50
C	Bc2	<LD	115,65 \pm 13,44	25,47 \pm 7,64	23,61 \pm 1,26
C	Bc3	<LD	95,71 \pm 2,07	19,41 \pm 0,26	19,05 \pm 0,23
Área cultivada (Capim Tifton)					
C	Acp	1,36 \pm 0,42	125,32 \pm 10,52	14,87 \pm 1,18	23,17 \pm 2,10
C	Bc	0,86 \pm 0,57	110,94 \pm 2,75	16,89 \pm 0,41	27,79 \pm 0,50
C	Cc	<LD	102,65 \pm 6,64	19,01 \pm 0,70	52,22 \pm 1,57
Área de Mata Nativa (Milho/Feijão)					
MF	Ac	2,46 \pm 0,41	201,93 \pm 5,37	17,52 \pm 0,47	28,55 \pm 3,88
MF	ABc	2,19 \pm 0,22	153,38 \pm 1,04	20,97 \pm 0,09	23,99 \pm 0,53
MF	B1	0,50 \pm 0,34	154,00 \pm 2,06	20,03 \pm 0,32	27,41 \pm 0,20
MF	B2	<LD	125,60 \pm 1,97	21,14 \pm 0,69	24,53 \pm 0,86
MF	Bc3	0,01 \pm 0,04	119,27 \pm 3,21	21,43 \pm 0,48	24,18 \pm 2,98
MF	B4	<LD	123,67 \pm 3,81	23,12 \pm 0,16	24,25 \pm 0,36
Área cultivada (Milho/Feijão)					
MF	Ap	2,33 \pm 0,71	164,81 \pm 1,05	20,26 \pm 0,40	26,61 \pm 0,36
MF	B1	2,23 \pm 1,20	135,49 \pm 0,88	20,75 \pm 0,21	24,85 \pm 0,77
MF	B2	0,02 \pm 0,30	99,86 \pm 8,23	18,91 \pm 2,08	21,72 \pm 2,70
MF	Bc3	<LD	105,57 \pm 2,76	19,81 \pm 0,65	19,73 \pm 0,19
MF	Bc4	<LD	105,88 \pm 4,16	19,24 \pm 0,33	31,58 \pm 0,74
MF	BCc	<LD	79,48 \pm 2,77	17,57 \pm 0,59	23,3 \pm 0,62
Solos mundo		NA	50	25	15

<LD: abaixo do limite de detecção; NA: não avaliado; GE: goiaba esquerda; GD: goiaba direita; MF: milho/feijão.