

Teores de elementos-traço em áreas de aterros no Estado do Rio Grande do Norte⁽¹⁾.

Humbelina Silva Siqueira Lopes⁽²⁾; Francisco Nildo da Silva⁽³⁾; Glécia Mesquita Freire⁽⁴⁾; Monalisa Gurgel de Medeiros⁽⁵⁾; David José Miquelluti⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPERN.

⁽²⁾ Doutoranda em Ciência do Solo; Universidade Estadual de Santa Catarina - UDESC; Lages, SC; humbelinas@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor Doutor em Solos; Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB; Redenção, CE; fnildos@yahoo.com ⁽⁴⁾ Mestranda em Ciência do Solo; Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA; Mossoró, RN; glectia_freyre@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Mestranda em Ciência do Solo; Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA; Mossoró, RN; monalisa_gurgel@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Professor associado; Departamento de Solos e Recursos Naturais; Universidade Estadual da Santa Catarina - UDESC; Lages, SC; a2djm@cav.udesc.br.

RESUMO: A falta de disposição inadequada de resíduos sólidos tem representado risco de contaminação ao ecossistema por meio de elementos-traço. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar os teores totais de elementos-traço em áreas de aterros de quatro cidades do Estado do Rio Grande do Norte e em dois períodos (antes e após as chuvas) nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. As amostras foram coletadas nas cidades de Mossoró, Assu, Lajes e Natal e comparadas entre si. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos e Água da UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi-Árido), no departamento de Ciências Ambientais e Tecnológica, localizada na cidade de Mossoró. Os elementos avaliados foram cobre (Cu), Manganês (Mn), Níquel (Ni), cádmio (Cd), zinco (Zn) e chumbo (Pb), após a digestão, a leitura foi determinada no espectrofotômetro de absorção atômica com Forno de grafite (EAA-FG). A estatística utilizada foi à técnica da multivariada através dos componentes principais. Na primeira e segunda coleta foram eliminadas Zn e Mn, mantendo a proporção acumulada acima de 80% da variação geral. Os elementos Cu e Pb apresentaram correlações negativas de maiores pesos na primeira e segunda coleta respectivamente. A disponibilidade dos elementos-traço estaria relacionada ao material de origem, o tipo de solo, o intemperismo e ação das chuvas. As classes no perfil de solo exercem influência na disponibilidade dos elementos-traço em profundidade.

Termos de indexação: Solo de lixo, metais pesados, poluição.

INTRODUÇÃO

A falta de disposição inadequada de resíduos sólidos tem representado risco de contaminação ao ecossistema por meio de elementos-traço.

O líquido gerado pela degradação dos resíduos sólidos urbanos (RSU) pode conter altas

concentrações de metais pesados, sólidos suspensos e compostos orgânicos originados da degradação de substâncias que são metabolizadas (Celere et al., 2007). A liberação desses metais para o solo ocorre à medida que a matéria orgânica do composto é degradada, sendo extremamente rápida em condições tropicais (Oliveira, 1995). A contaminação do solo ocorre por intermédio da infiltração do chorume, que é gerado pela passagem da água através do lixo em processo de decomposição. Em solos de regiões tropicais existem muitas dúvidas a respeito da mobilidade dos metais pesados, justificadas, em parte, pela carência de estudos de longo prazo, agravados pela tendência de grande mobilidade desses metais, já que nessas regiões predominam solos altamente intemperizados sob regime de temperatura e precipitações pluviais elevadas (Oliveira et al., 2002).

O objetivo do trabalho foi avaliar os teores totais de elementos-traços antes e após as chuvas em áreas de aterros coletadas em quatro cidades do Rio Grande do Norte, em profundidades distintas (0-20 e 20-40 cm).

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição geral da área

O Estudo foi realizado em 4 cidades do Estado do Rio Grande do Norte em áreas de aterro ou lixo. Na cidade de Natal foram obtidas no antigo aterro. Nas cidades de Lajes e Assu em áreas de lixões a céu aberto, localizados próximo à área urbana. E por último, as amostras de Mossoró, obtidas do aterro sanitário atualmente desativado. Com o uso do GPS cada ponto de coleta foram georreferenciadas.

No município de Mossoró o ponto de coleta está localizado a uma altitude 56 m, 68°52'77"S, 94°27'86"W; Assu altitude 85 m, 73°04'63"S, 93°85'61"W; Lajes altitude 195 m, 80°53'47"S, 93°67'02"W e Natal altitude 52 m, 25°72'34"S e

93°44'79"W.

O Estado apresenta uma temperatura média anual de 25,5 °C, sendo a máxima de 31,1 °C e a mínima de 21,1 °C (Carmo Filho, 1991). Apresentando o clima predominante o semiárido exceto na costa litorânea oriental e em regiões de relevo mais elevado, onde a umidade é alta e as temperaturas médias são de 20 °C (DERN, 2008).

Tratamento e amostragem

Foram retiradas amostras aleatórias simples gerando três amostras de solo compostas em cada profundidade de 0-20 e 20-40 cm. A primeira coleta foi realizada em 2008 antes das chuvas e a segunda em 2009 no período das chuvas.

Na metodologia as amostras de solos foram levadas para o setor solos da UFERSA e analisados nos laboratórios de Química e Fertilidade do Solo e Física e Manejo do Solo, onde foram secas ao ar e passadas em peneiras de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Foi realizada a digestão das amostras seguindo os parâmetros da USEPA 3050B da Agência de Proteção Ambiental dos EUA descrito por Campos et al. (2005). Os extratos obtidos a partir da digestão foram utilizados na leitura pelo espectrofotômetro de absorção atômica com forno de grafite modelo AA-6800. Determinaram-se os teores de cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn), Níquel (Ni), cádmio (Cd) e chumbo (Pb).

Análise estatística

A estatística utilizada foi à técnica da multivariada pela análise fatorial por componentes principais através da SAEG 5.0, Statistica descrita por Statsoft (1995). A componente principal tem por objetivo explicar a variância ou covariância de uma base de dados muito extensa, reduzindo a base de dados para um número menor de componentes principais (novas variáveis) que contenha o máximo de informações da base original, facilitando assim sua interpretação (Johnson & Wichern, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proporção acumulada nas componentes da primeira e segunda coleta conseguiu explicar acima de 80% da variação geral, mesmo sendo eliminado em ambas as coletas os elementos-traço zinco e manganês, a representação qualitativa na explicação dos dados apresentou 100%. A exemplo do que fez Fadigas et al. (2006), os estudos através da análise de componentes principais (ACP) são explicados num conjunto total de solos para verificar as correlações entre as variáveis em estudo e identificar e eliminar aquelas que pouco contribuíram para a variação geral.

Na primeira coleta (**Tabela 1**) observou-se que em cada componente apenas um elemento-traço apresentaram significância $\geq 0,65$. Porém na segunda coleta (**Tabela 2**) houve significância do chumbo (Pb) e cobre (Cu) nas componentes 1 e 2.

Na ACP a correlação é uma relação linear entre os dados, sendo este positivo e/ou negativo.

Na **Tabela 1** o Cu apresentou maior valor e sua correlação foi negativa sendo bem expressada na componente 1, isto é, quanto maior o teor de Cu no ambiente menor são os teores dos demais elementos-traço no solo. Na componente 2 o Pb apresentou correlação positiva, onde o seu aumento no solo influencia na diminuição dos teores de Cádmio (Cd) e Níquel (Ni). A comunalidade mede a contribuição dos fatores para explicar a variância total de cada variável. Cada comunalidade é igual à soma dos quadrados das cargas fatoriais, sendo a maioria superior a 0,7 (Chinelatto Neto et al., 2004). Na primeira coleta, o Cu apresentou maior comunalidade sendo Pb, Cd e Ni exceções do que estabelece Chinelatto Neto et al. (2004).

Na **Tabela 2** todos os elementos-traço da componente 1 apresentaram correlações negativas, sendo de maiores valores para Pb e Cu. Na componente 2 o Pb e Cu expressaram correlações opostas. Verificou-se também que, na comunalidade os elementos-traço mencionados anteriormente, apresentaram valores semelhantes.

De acordo com Paye et al. (2010) as distribuições dos metais pesados em perfis de solos são variáveis, devido principalmente às diferenças na capacidade de retenção dos componentes nos diversos horizontes. Além da natureza do material de origem, outros fatores como o teor e a composição da fração argila, conteúdo de matéria orgânica e condições físico-químicas dos solos podem influenciar na concentração de metais pesados no solo (Barona & Romero, 1996).

Nas **Figuras 1** e **2** observou-se que os elementos-traço presentes nas profundidades (0-20 e 20-40 cm) de cada cidade estiveram próximos, exceto a cidade de Mossoró (**Figura 1**) e Assu (**Figura 2**). As demais cidades que apresentaram proximidade entre as profundidades nos permiti dizer que as amostras apresentaram características de solo semelhantes correlacionados com o teor de metais pesados. Segundo Ramalho et al. (2000) os teores de metais pesados também variam entre solos pertencentes a uma mesma classe ou entre solos de classes diferentes em função das variações nas características dos solos. As amostras em estudo identificaram que Mossoró representa a classe de solos Argissolo; Assu Neossolo Flúvico; Lajes Neossolo Litólico e Natal dentro da classe dos Neossolos Quatzarênicos. Os resultados implicam dizer que dependendo das classes de solos a presença de elementos-traço pode variar de acordo com suas profundidades. Sabe-se que a maior ou menor mobilidade dos metais pesados é

determinada pela caracterização do solo e pelos teores de matéria orgânica e inorgânica que influenciarão as reações de precipitação, dissolução, adsorção, dessorção, complexação e oxidação (Oliveira & Mattiazzo, 2001). Os graus de mobilidade, atividade e biodisponibilidade dos metais pesados também dependem de fatores tais como pH, temperatura, potencial redox, CTC, competição com outros metais, ligação com ânions e composição, além da força iônica da solução do solo (Oliveira & Costa, 2004).

CONCLUSÕES

1. Na primeira e segunda coleta foram eliminadas Zn e Mn, mantendo a proporção acumulada acima de 80% da variação geral.
2. Os elementos Cu e Pb apresentaram correlações negativas de maiores pesos na primeira e segunda coleta respectivamente.
3. A disponibilidade dos elementos-traço estaria relacionada ao material de origem, o tipo de solo, o intemperismo e ação das chuvas.

AGRADECIMENTOS

À FAPERN (Fundação de Apoio a Pesquisa no Estado do Rio Grande do Norte) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

BARONA, A. & ROMERO, F. Distribution of metals in soils and relationships among fractions by principal component analysis. *Soil Technology*, Cremlingen, 8:303-319, 1996.

CARMO FILHO, F. do; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino. Mossoró: UFERSA, 1991. 121p.(Coleção Mossoroense, Série C., v.30).

CELERE, M. S. et al. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. 2007. 28p. (Cadernos de Saúde Pública, v. 23, n. 24).

CAMPOS, M. L.; SILVA, F. N. da; NETO, A. E. F.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J. & ANTUNES, A. S. Determinação de cádmio, cobre, cromo, níquel, chumbo e zinco em fosfatos de rocha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40:361-367, 2005.

CHINELATTO NETO, A.; CASTRO, G. P. C. & LIMA, J. E. Uso de análise Estatística Multivariada para Tipificação de Produtores de Leite de Minas Gerais. *Organizações Rurais e Agroindustriais*, 7:114-121, 2005.

DERN. Caracterização geográfica do Rio Grande do Norte. Disponível em: <www.ibama.gov.br/cecav/download.php?id_download=292>. Acesso em 23 abr. 2012.

FADIGAS, F. S.; SOBRINHO, N. M. B.A.; MAZUR, N.; ANJOS, L. H. C. & FREIXO, A. A. Proposição de valores de referência para a concentração natural de metais pesados em solos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10:699 -705, 2006.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. *Applied multivariate statistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 1998. 816p.

OLIVEIRA, F. C., MATTIAZZO, M. E., MARCIANO, C. R. & JUNIOR ABREU, C. H. Movimentação de metais pesados em Latossolo adubado com composto de lixo urbano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37:1783-1793, 2002.

OLIVEIRA, F. C. Metais pesados e formas nitrogenadas em solos tratados com lodo de esgoto. 1995. 90f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1995.

OLIVEIRA, T. S. & COSTA, L. M. Metais pesados em solos de uma topolitossequência do Triângulo Mineiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:785-796, 2004.

OLIVEIRA, F. C. & MATTIAZZO, M. E. Mobilidade de metais pesados em um latossolo amarelo distrófico tratado com lodo de esgoto e cultivado com cana-de-açúcar. *Scientia Agricola*, 58:807-812, 2001.

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. T. & FRANÇA, M. M. Valores de referência de qualidade para metais pesados em solos no Estado do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34: 2041-2051, 2010.

RAMALHO, J. F. P. G., AMARAL SOBRINHO, N. M. B. & VELLOSO, A. C. X. Contaminação da microbiota de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35:1289-1303, 2000.

STATSOFT, INC. *Statistica for Windows- computer program manual*. Tulsa (UK): Statsoft, 1995.

Tabela 1 - Análise fatorial por componentes principais da primeira coleta para elementos-traço em áreas de aterro e suas respectivas cargas fatoriais, autovalores, variância total e acumulada e comunalidade.

Primeira coleta/2008	Componentes ⁽¹⁾				Comunalidade
Variáveis	1	2	3	4	
-----Cargas fatoriais ⁽²⁾ -----					
Pb	0,2020	0,8756	0,4374	0,0331	0,4017
Cd	0,0222	-0,0563	0,0270	0,9977	0,1854
Cu	-0,9786	0,1653	0,1188	0,0279	0,9975
Ni	0,0306	-0,4503	0,8909	-0,0503	0,0237
Autovalores	6151,69	441,14	185,81	11,97	-
% da variância total	90,59	6,49	2,73	0,17	-
% variância acumulada	90,59	97,08	99,82	100	-

(1)Eixos fatoriais rotacionados pelo método varimax

(2)Cargas fatoriais ≥ 0,65 são significativos

Tabela 2 - Análise fatorial por componentes principais da segunda coleta para elementos-traço em áreas de aterro e suas respectivas cargas fatoriais, autovalores, variância total e acumulada e comunalidade.

Segunda coleta/2009	Componentes ⁽¹⁾				Comunalidade
Variáveis	1	2	3	4	
-----Cargas fatoriais ⁽²⁾ -----					
Pb	-0,7413	0,6676	-0,0658	-0,0196	0,99998
Cd	-0,0369	0,0078	0,2034	0,9783	0,88241
Cu	-0,6560	-0,7417	-0,1389	0,0100	0,99993
Ni	-0,1369	-0,0627	0,9669	-0,2057	0,92172
Autovalores	682,04	107,77	1,13	0,07	-
% da variância total	86,215	13,623	0,151	0,009	-
% variância acumulada	86,21	99,83	99,99	100	-

(1)Eixos fatoriais rotacionados pelo método varimax

(2)Cargas fatoriais ≥ 0,65 são significativos

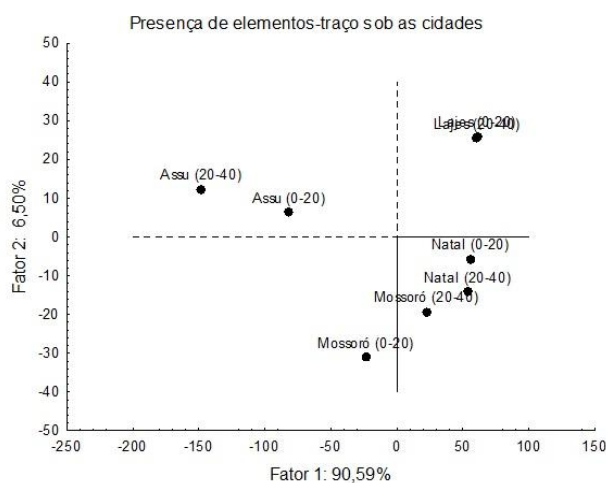


Figura 1 - Relação das principais cidades, profundidades e tipos de solos da primeira coleta.

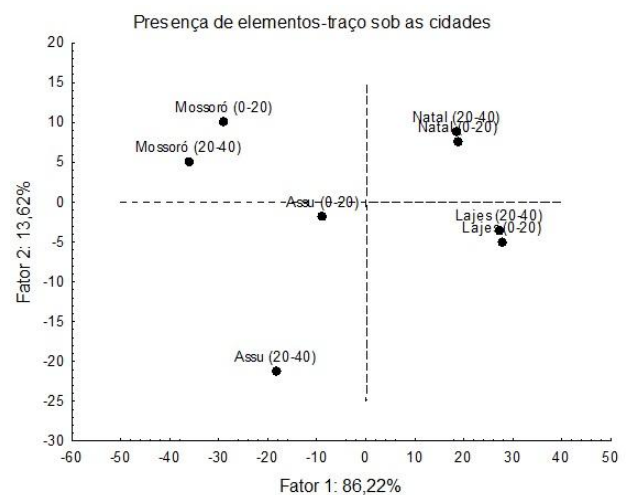


Figura 2 - Relação das principais cidades, profundidades e tipos de solos da segunda coleta.