



Distribuição espacial de metais pesados em solos do Estado do Rio Grande do Norte⁽¹⁾.

Welka Preston⁽²⁾; Clístenes Williams Araújo do Nascimento⁽³⁾; Hailson Alves Ferreira⁽⁴⁾; Valdomiro Severino de Souza Júnior⁽³⁾; William Ramos da Silva⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES.

⁽²⁾ Doutora em Agronomia: Ciências do Solo/UFRPE, Bolsista PNPd/CAPES/UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi-árido); Mossoró, RN, welkapreston@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor do Departamento de Agronomia; Universidade Federal Rural de Pernambuco; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Norte; ⁽⁵⁾ Mestrando em Agronomia: Ciências do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

RESUMO: A concentração e distribuição de metais pesados na superfície dos solos são, principalmente, dependentes da natureza do material de origem a partir do qual o solo foi derivado, dos processos de formação do solo e da contribuição da atividade antrópica. Portanto, este trabalho objetivou avaliar a distribuição espacial dos metais pesados Cu, Ni, Fe e Mn em solos do Estado do Rio Grande do Norte. Foram coletadas 416 amostras de solo em áreas de mata nativa, com mínima influência antrópica. A extração dos metais foi feita pelo método EPA-3051A. Mapas temáticos com a distribuição espacial dos metais pesados foram construídos, utilizando os valores medidos em campo, por meio de krigagem e do software SURFER 7.02. A distribuição espacial dos metais Cu e Ni foram semelhante a do Fe e Mn em toda extensão do Rio Grande do Norte, mostrando ampla afinidade geoquímica entre eles.

Termos de indexação: Krigagem, afinidade geoquímica, material de origem.

INTRODUÇÃO

A concentração e distribuição de metais pesados na superfície dos solos são, principalmente, dependentes da natureza do material de origem a partir do qual o solo foi derivado, dos processos de formação do solo e da contribuição da atividade antrópica. Rochas ígneas, sedimentares e metamórficas apresentam diferença significativa na concentração de metais pesados, imprimindo teores naturais diferentes destes elementos aos solos (Alloway, 1995).

Embora a composição química dos solos revele diferenças sistemáticas devido ao intemperismo químico das rochas eles geralmente expressam características geoquímicas e mineralógicas semelhantes ao seu material originário, e é esperado que as amostras de solo expressem a variabilidade local deste material (Martinez-Lladó et al., 2008). Mesmo em condições severas de intemperismo (pedogênese), como a do trópico úmido, o material de origem ainda exerce papel

importante na concentração de grande parte dos metais pesados nos solos, definindo níveis característicos e representativos dos materiais que lhes deram origem (Oliveira e Costa, 2004).

Os estudos geoquímicos avaliam a distribuição dos elementos e os processos que governam os fluxos entre diferentes compartimentos terrestres. Os solos podem apresentar ampla variação na distribuição dos metais, tanto em extensão horizontal como vertical, a depender de características intrínsecas como pH, capacidade de troca catiônica, teor de matéria orgânica, tipo de minerais de argila, bem como, especialmente em solos tropicais, óxidos de Fe e Mn, são os principais componentes que determinam a sorção e a dessorção de metais em solos (Vega et al., 2009).

Portanto, este trabalho objetivou avaliar a distribuição espacial dos metais pesados Cu, Ni, Fe e Mn em solos do Estado do Rio Grande do Norte.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem de solos

Este trabalho foi realizado no Estado do Rio Grande do Norte (RN). Os locais de amostragem foram definidos com base no mapa exploratório de reconhecimento de solos na escala 1:500.000 (Brasil, 1968), e em um mapa geológico escala 1:500.000 (Angelim et al., 2006) (**Figura 1**). Considerou-se ainda o relevo e o clima, de forma que as amostras de solo abrangessem os compartimentos geológicos, geomorfológicos e pedológicos mais representativos da região estudada.

Foram selecionados 104 locais para coleta de solo (**Figura 2**). Cada ponto selecionado foi constituído por 4 repetições, sendo a repetição formada por 4 amostragens simples para formação de 1 composta, totalizando 16 amostragens simples por local de coleta, constituindo um universo amostral de 416 amostras de solo. As amostras de solo foram coletadas com trados de aço inoxidável, na profundidade de 0–20cm, em áreas de vegetação nativa, ou com mínima influência antrópica.



Abertura das amostras e controle de qualidade das análises

Subamostras (5 cm³) foram maceradas em almofariz de ágata e passadas em peneira de 0,3 mm de abertura (ABNT n° 50) com malha de aço inoxidável, visando evitar contaminações.

O método utilizado para digestão das amostras foi o do EPA 3051A (USEPA, 1998). A digestão foi realizada em sistema fechado, forno de microondas (Mars Xpress)

Dosagem dos metais nos extratos

A determinação dos teores de cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e níquel (Ni) foi por espectrofotômetro de absorção atômica (AAAnalyst 800 Perkin Elmer) técnica de chama (ar-acetileno).

O controle de qualidade das análises foi realizado utilizando a amostra de solo com valores certificados para metais - SRM 2709 San Joaquin Soil (Baseline trace element concentrations), certificados pelo National Institute of Standards and Technology (NIST, 2002).

Análise Estatística

Mapas temáticos com a distribuição espacial dos metais pesados foram construídos, utilizando os valores medidos em campo, por meio de krigagem e do software SURFER 7.02 (Golden Software, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição espacial de Fe (**Figura 3**) mostra claramente a influência do material de origem na sua concentração. As maiores concentrações deste elemento foram observadas, principalmente, nas porções central e central sul da área de amostragem. A geologia desta região é datada do Pré-Cambriano, compreendida, principalmente, por rochas ultramáficas. Na porção central sul encontram-se instaladas diversas minas de exploração deste elemento, em virtude das formações ferríferas metamórficas bandadas, denominadas de itabirito (Spier et al., 2007), enriquecidas por processos geológicos que possibilitaram a existência desse minério intercalado com hematita compacta, com teores de Fe variando entre 65 e 70% (Angelim et al., 2006; Spier et al., 2007).

A distribuição espacial dos metais Cu e Ni (**Figura 3**) foram semelhante a do Fe e do Mn na porção central sul da área, ocorrendo concentrações elevadas destes metais. Trabalhos tem mostrado que diversos metais pesados apresentam grande afinidade geoquímica com os óxidos, oxí-hidróxidos e hidróxidos de Fe e Mn, sendo estes considerados

excelentes amenizantes e barreiras geoquímicas para alguns metais pesados em solos minerais (Becquer et al., 2006; Vodyanitskii 2010). Baize e Sterckeman (2001) relatam que solos com elevado teor de Fe, normalmente, apresentam altos teores naturais não só de Cu e Ni, mas também de Co, Cr, Pb e Zn, e associam esta relação a afinidade geoquímica entre eles, e que esta, na maioria das vezes, apresenta-se de forma linear.

Os mapas de distribuição espacial mostram similar tendência entre todos os metais analisados na faixa compreendida desde a porção extremo noroeste, passando pelo meio-norte, até próximo ao extremo leste (**Figura 3**). Os solos destas áreas são formados sobre uma sequência de rochas sedimentares aflorantes de calcários e dolomitos da Formação Geológica Jandaíra (Angelim et al., 2006), os quais apresentaram um pH médio de 7,4 o que favorece a precipitação dos metais na forma de carbonatos. Sipos et al. (2008), estudando a sorção de metais em fases minerais de solos, verificaram que nas amostras que continham carbonatos, o principal processo de imobilização destes elementos foi a precipitação.

As altas concentrações encontradas nos mapas de distribuição espacial dos metais Cu, Fe, Mn e Ni (**Figura 3**) na porção extremo noroeste e meio-oeste, podem estar associadas ao uso dos solos para agricultura e explorações petroquímicas, respectivamente. Fato confirmado pelos valores anômalos observados para estes elementos neste estudo.

A distribuição espacial dos metais entre a faixa meio-norte até próximo ao extremo leste teve o material de origem como a principal fonte de metais pesados. Os metais Cu, Fe e Mn nesta faixa apresentaram pequena variabilidade espacial. Esta região apresenta baixa precipitação e alta evapotranspiração, características que limitam a mobilidade de metal, corroborando Santiago-Martín et al. (2012), que observaram comportamento semelhante para metais em solos calcários do Mediterrâneo. Sipos et al. (2008) e Tume et al. (2010) enfatizam que solos desenvolvidos de rochas calcárias apresentam concentrações elevadas de alguns metais pesados em sua superfície, sendo a litologia um importante fator que influencia na abundância e distribuição de metais pesados.

CONCLUSÃO

A distribuição espacial dos metais Cu e Ni foram semelhante a do Fe e Mn em toda extensão do Rio



Grande do Norte, mostrando ampla afinidade geoquímica entre eles.

TUME, P.; BECH, J.; REVERTER, F.; BECH, J.; LONGAN, L.; TUME, L.; SEPÚLVEDA, B. Concentration and distribution of twelve metals in Central Catalonia surface soils. *Journal of Geochemical Exploration*, 2010.

REFERÊNCIAS

ALLOWAY, B.J. The origins of heavy metals in soils. In: Alloway, B.J. (Ed.), *Heavy Metals in Soils*. Johns Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 29–39, 1995.

ANGELIM, L. A. A., MEDEIROS, V. C., NESI, J. R. 2006. Programa Geologia do Brasil – PGB. Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte. Escala 1:500.000. Recife: CPRM/FAPERNA, 2006.

BAIZE, D.; STERCKEMAN, T. Of the necessity of knowledge of the natural pedogeochemical background content in the evaluation of the contamination of soils by trace elements. *Science Total Environmetal*. 264; 127–139, 2001.

BECQUER, T.; QUANTIN, C.; ROTTE-CAPET, S.; GHANBAJA, J.; MUSTIN, C.; HERBILLON, A.J. Sources of trace metals in Ferralsols in New Caledonia. *European Journal of Soil Science*, 57; 200–213, 2006.

BRASIL. Mistério da Agricultura. Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte, Recife, Sudene, 1968. (Mapa col. 94 x 84 cm - Esc. 1:500.000).

MARTINEZ-LLADÓ, X.; VILÀ, M.; MARTÍ, V.; ROVIRA, M.; DOMÈNECH, J.A.; PABLO, J. Trace Element Distribution in Topsoils in Catalonia: Background and Reference Values and Relationship with Regional Geology. *Environmental Engineering Science*, 25; 6; 863- 878, 2008.

NIST-National Institute of Standards and Technology. Standard Reference Materials -SRM 2709, 2710 and 2711 Addendum Issue Date: 18 January 2002.

OLIVEIRA, A. B.; NASCIMENTO, C. W. A. Formas de manganês e ferro em solos de referência de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 30; 99-110, 2006.

SANTIAGO-MARTÍN, A.; CHEVIRON, N.; QUINTANA, J.R.; GONZÁLEZ, C.; LAFUENTE, A.I.; MOUGIN, C. Metal contamination disturbs biochemical and microbial properties of calcareous agricultural soils of the Mediterranean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, DOI 10.1007/s00244-012-9842-8, 2012.

SIPOS, P.; NÉMETH, T.; KIS, V.K.; MOHAI, I. Sorption of copper, zinc and lead on soil mineral phases. *Chemosphere*, 73; 461–469, 2008.

SPIER, C.A.; OLIVEIRA, S.M.B.; SIAL, A.N.; RIOS, F.J. Geochemistry and genesis of the banded iron formations of the Cauê Formation, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Precambrian Research*, 152; 170–206, 2007.

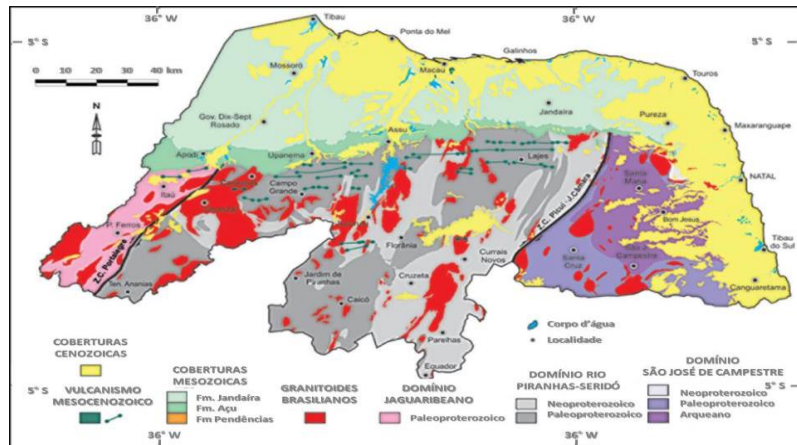


Figura 1 – Geologia do Estado do Rio Grande do Norte (Medeiros et al., 2010).

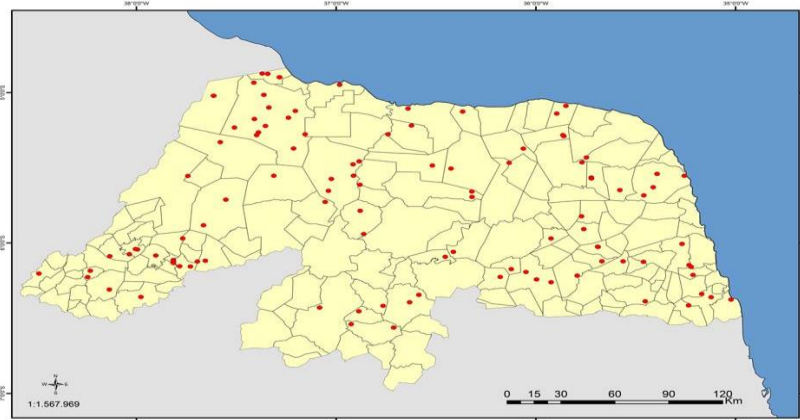


Figura 2: Distribuição dos locais de coleta de solo no Estado do Rio Grande do Norte.

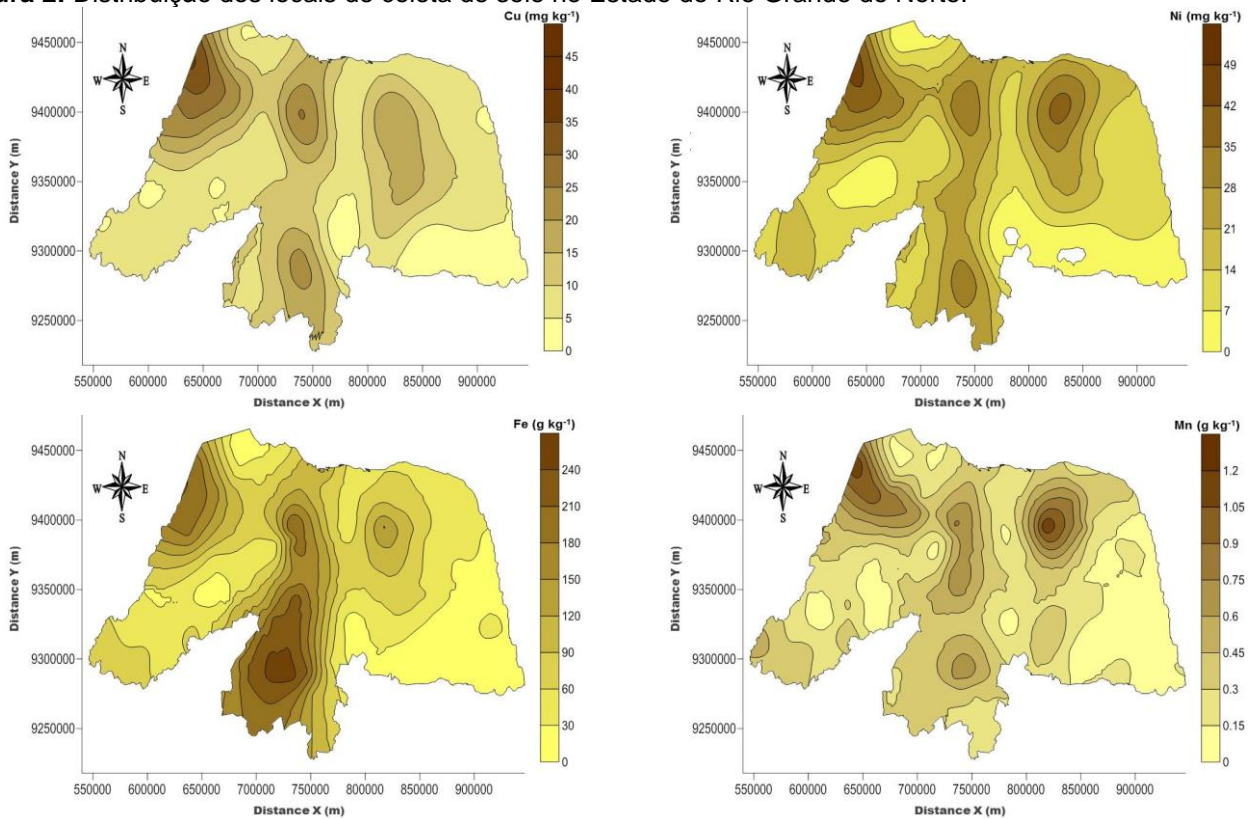


Figura 3: Distribuição espacial dos metais Cu, Ni, Fe e Mn em solos do Rio Grande do Norte por krigagem.