



VIII Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas

Matéria Orgânica Ambiental e Sustentabilidade
2008 | Pelotas | RS

Realização:

Embrapa

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

SEBRAE
SEBRAE
GOVERNO FEDERAL



International
Humic Interactants



Patrocínio:

Microgesto
Microgesto

Apoio:

AGRICOLA
AGRICOLA

CAPEG
CAPEG

DISTRIBUIÇÃO DE Cu E Zn NAS FRAÇÕES HÚMICAS DE DOIS SOLOS SUBMETIDOS À ADIÇÃO DE LODO DE ESGOTO

Larissa Macedo dos Santos¹, Natália Galindo¹, Wilson Tadeu Costa da Silva², Wanderley José de Melo³, Ladislau Martin-Neto², Ana Rita de Araujo Nogueira⁴

Resumo

O presente trabalho mostrou que a adição de lodo de esgoto a dois solos, Latossolo Vermelho eutroférico e Latossolo Vermelho distrófico, durante 11 anos consecutivos promoveu mudanças na distribuição de Cu e Zn entre as frações húmicas dos solos.

Introdução

As substâncias húmicas compreendem uma importante fração da matéria orgânica do solo, pois correspondem à fração mais estável. Uma das mais importantes propriedades das substâncias húmicas é a sua capacidade de interagir com íons metálicos do solo, tanto nutrientes quanto tóxicos, para formar complexos organometálicos e quelatos de diferentes estabilidades e características estruturais (da Silva et al., 2002; Senesi et al., 1986), podendo até mesmo controlar sua disponibilidade para as plantas.

De modo geral, em solos minerais, pode-se esperar que mais de 50% do total dos elementos traço esteja associado à matéria orgânica (Kabata-Pendias et al., 1987). A complexação de íons metálicos pelas substâncias húmicas é extremamente importante para a retenção e mobilidade dos contaminantes em solos e águas (Sparks, 1999) e se deve principalmente a presença de grupos funcionais, fenólicos, carboxílicos, entre outros (Kabata-Pendias et al., 1987).

Deste modo, a determinação dos teores totais de elementos traço nas frações húmicas do solo pode fornecer resultados importantes com respeito às características estruturais, bem como à mobilidade e à estabilidade desses elementos. Com isso, o objetivo deste trabalho foi quantificar os teores de Cu e Zn, nas frações húmicas, Ácido Fúlvico 1 (AF1), Ácido Fúlvico 2 (AF2), Ácido Húmico (AH) e Humina + Minerais de dois solos, Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) e Latossolo Vermelho distrófico (LVd), submetidos à adição de lodo de esgoto durante 11 anos consecutivos. As frações húmicas foram obtidas ao longo do fracionamento químico da matéria orgânica do solo segundo a metodologia sugerida pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (IHSS).

Material e métodos

A. Amostras de Solo

As amostras de solo foram coletadas no 11º ano do experimento em campo, na área experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP localizada no município de Jaboticabal-SP. Os solos são classificados em LVef (solo argiloso) e LVd (solo arenoso), conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (1999).

¹ Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Química, Rodovia Washington Luís, km 235 SP-310, São Carlos, SP, CEP 13565-905 e-mail: larissa@cnpdia.embrapa.br, nataliag_sc@yahoo.com.br.

² Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos-SP. e-mail: wilson@cnpdia.embrapa.br, martin@cnpdia.embrapa.br.

³ Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Tecnologia, Jaboticabal-SP. e-mail: wjmelo@fcav.unesp.br

⁴ Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP. e-mail: anarita@cnpse.embrapa.br

B. Lodo de Esgoto

O lodo de esgoto aplicado ao solo até o 8º ano era proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto de Barueri-SP e a partir do 9º ano passou-se a aplicar o lodo de esgoto proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto de Franca-SP.

C. Tratamentos

(T1) testemunha: sem adição de lodo de esgoto;

(T2) com adição de 20 t ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo de esgoto base seca durante 11 anos.

D. Extração das substâncias húmicas

A extração de substâncias húmicas foi realizada conforme a metodologia sugerida pela IHSS (Figura 1), porém a esta foram adotadas algumas adaptações como armazenamento de todos os extratos (AF1 e AF2) e sólidos (AH e Humina), para posterior quantificação dos teores totais de Cu e Zn.

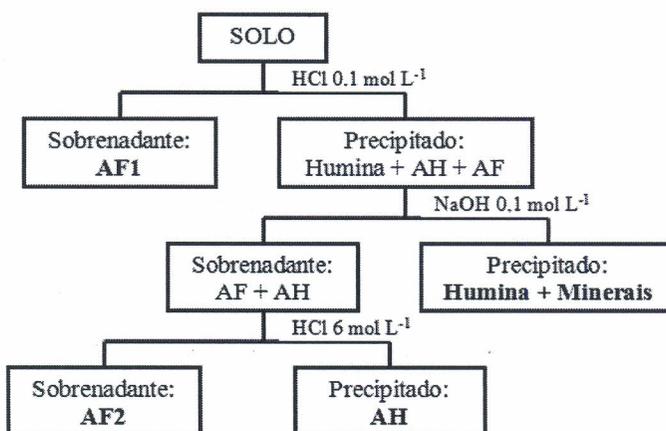


Figura 1. Esquema simplificado de extração e purificação das substâncias húmicas do solo, mostrando as etapas para determinação de metais nas diversas fases do processo.

E. Preparo das amostras

Os teores totais de Cu e Zn nos extratos AF1 e AF2 foram determinados de maneira direta, ou seja, sem digestão. Para as amostras de AH e humina + minerais foram realizadas digestões em frascos fechados com aquecimento assistido por radiação microondas e o emprego de 2 mL de água régia invertida (3HNO₃:1HCl), 1 mL de H₂O₂ e 1 mL de HF segundo modificação da metodologia proposta por Vieira e colaboradores (Vieira et al., 2005).

F. Quantificação dos teores de Cu e Zn

A quantificação dos teores de Cu e Zn foi realizada num espectrômetro de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado (ICP OES) com configuração radial (VISTA RL, Varian, Mulgrave, Austrália).

Resultados e discussão

Dentre os elementos traço comumente encontrados no solo, destacamos neste trabalho o Cu e Zn, micronutrientes que, embora exigidos em pequenas quantidades, são essenciais às plantas e, quando em concentrações abaixo ou acima do requerido causam diminuição na produtividade, afetam o crescimento e o metabolismo normal das espécies vegetais (Malavolta, 1993; Marschner, 1995). Além da importância nutricional dos micronutrientes

estudados, resultados apresentados em trabalho anterior (Santos et al., 2009) mostraram que a adição de lodo de esgoto durante 11 anos consecutivos aos solos L_{Vef} e L_{Vd} promoveu aumentos nos teores totais de Cu e Zn, confirmando sua presença no lodo de esgoto adicionado ao solo. Para o L_{Vef} os teores de Cu e Zn variaram de 208,4 para 219,6 $\mu\text{g g}^{-1}$ e de 193,5 para 253,6 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente, após a adição de lodo. Para o L_{Vd} os aumentos nos teores de Cu e Zn foram ainda mais significativos, variando de 14,1 para 29,0 $\mu\text{g g}^{-1}$ e de 27,3 para 114,1 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente. Contudo, para o Zn, esses aumentos não constituem perigo de contaminação para o solo e para as plantas, visto que se encontram abaixo dos limites estabelecidos pela legislação (CONAMA n° 375), ao contrário do Cu, que apresentou teores acima dos limites estabelecidos.

A distribuição dos teores de Cu e Zn nas frações húmicas dos solos, L_{Vef} e L_{Vd}, é mostrada nas Figuras 2A e 2B, respectivamente. Segundo Schnitzer (1978) devido à grande quantidade de grupos funcionais contendo oxigênio, tais como, fenólicos e carboxílicos, as frações AF, AH e humina + minerais, podem interagir com íons metálicos para formar complexos e quelatos. Contudo, a estabilidade e as características estruturais destes estão relacionadas entre vários fatores à qual fração húmica o elemento esta ligado. A fração AH é característica por apresentar metais fortemente ligados, ou seja, que não foram extraídos pelo processo de extração. A fração humina + minerais apresenta metais ligados a matéria orgânica e aos óxidos de Fe, Al e Si presentes nesta fração. A fração AF1 apresenta metais lábeis, ou seja, facilmente extraíveis e a fração AF2 metais ligados aos grupos funcionais presentes no ácido fúlvico.

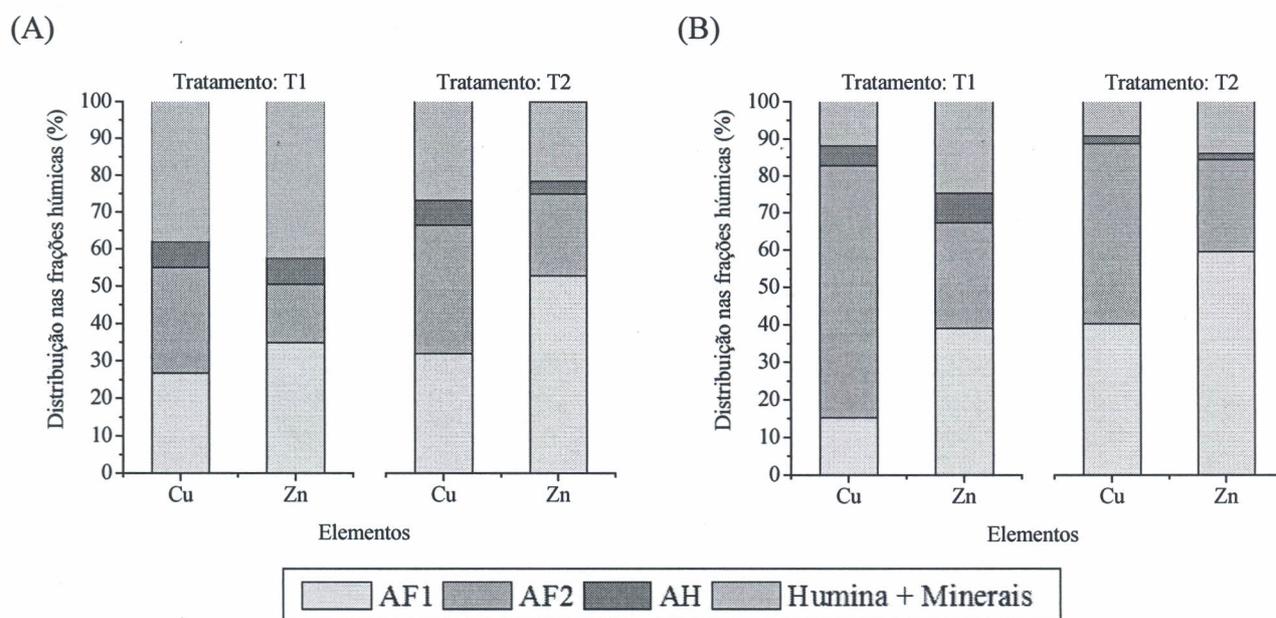


Figura 2. Distribuição dos teores de Cu e Zn (%) nas frações húmicas dos solos (A) L_{Vef} e (B) L_{Vd}, submetidos aos tratamentos T1 (testemunha) e T2 (com adição de 20 t ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo de esgoto).

Para o L_{Vef}, sob o tratamento T1, as maiores concentrações de Cu e Zn foram encontradas nas frações humina + minerais e AH, consideradas frações mais recalcitrantes e persistentes se comparadas à fração AF, fração mais solúvel (Martin et al., 1982; Stevenson, 1994). Tal comportamento pode ser decorrente da maior abundância destas frações, associado aos altos teores de argila presentes neste solo. Segundo Kabata-Pendias et al. (1987) a argila apresenta grande capacidade de retenção de metais, devido a sua alta capacidade trocadora de cátions se comparada às demais frações, decorrente das cargas negativas existentes em sua

superfície interna e externa, diretamente relacionada ao tamanho da área superficial. Contudo, a adição de lodo ao solo promoveu aumento nos teores de Cu e Zn ligados a fração AF, fração mais lábil e solúvel. Esse comportamento indica um aumento na labilidade do Cu e Zn incorporados ao solo via lodo.

Para o LVd, independente do tratamento, as maiores concentrações de Cu e Zn foram observadas na fração AF, concentração esta que aumenta após a adição do lodo ao solo. Essa diferença na distribuição de Cu e Zn entre o LVef e o LVd é provavelmente devido a significativa diferença textural apresentada pelos solos.

Com isso, podemos concluir que o trabalho forneceu resultados importantes a cerca da labilidade do Cu e Zn incorporado ao solo via lodo de esgoto. A maior parte dos elementos incorporados ao solo pelo lodo de esgoto permaneceu em frações lábeis e esta labilidade foi mais visível no solo arenoso do que no solo argiloso.

Agradecimentos

CAPES, CNPq, FAPESP, Embrapa Pecuária Sudeste e Embrapa Instrumentação Agropecuária.

Referências

- CONAMA, 2006. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 375: Critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. CONAMA 375/ 2006. 32 p.
- DA SILVA, W.T.L.; THOBIEGAUTIER, C.; REZENDE, M.O.O.; ELMURR, N. 2002. Electrochemical behavior of Cu(II) on carbon paste electrode modified by humic acid: cyclic voltammetry study. *Electroanalysis* (New York), 14: 71-77.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. Trace elements in soils and plants. Boca Raton: CRC, 1987. 315 p.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 251 p.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MARTIN, J.P.; ZUNINI, H.; PEIRANO, P.; CAIOZZI, M.; HAIDER, K. 1982. Decomposition of ¹⁴C-labelled lignins, model humic acid polymers, and fungal melanins in allophonic soil. *Soil Biol. Biochem.*, 14:289-293.
- SANTOS, L.M.; MELO, W.J.; MARTIN-NETO, L.; NOGUEIRA, A.R.A. 2009. Quantificação dos teores totais de Ba, Cr, Cu, Ni e Zn em dois solos submetidos a adição de lodo de esgoto em um experimento de longa duração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. 2009, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Universidade Federal do Ceará, 2009, 583 p.
- SCHNITZER, M.; KHAN, S.U. Humic substances chemistry and reactions: soil organic matter. New York: Elsevier, 1978. 319 p.
- SENESE, N.; SPOSITO, G.; MARTIN, J.D. 1986. Copper(II) and iron(III) complexation by soil humic acids: an ESR study. *The Science Total Environment*: 55, 351-362.
- SPARKS, D.L. Environmental Soil Chemistry. Newark: Academic Press, 1999. 267 p.
- STEVENSON, F.J. Humus chemistry: Genesis, composition, reactions. 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1994. 496p.
- VIEIRA, E.C.; KAMOGAWA, M.Y.; LEMOS, S.L.; NÓBREGA, J.A.; NOGUEIRA, A.R. 2005. Decomposição de amostras de solos assistida por radiação microondas: estratégia para evitar a formação de fluoretos insolúveis. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 547-553.