

**EFEITO RESIDUAL DA APLICAÇÃO DE BIOSÓLIDO NA CULTURA DO MILHO.****MA039**

Fernanda Ardilha dos Santos<sup>1</sup>; Fernanda Gonçalves Serrenho<sup>1</sup>; Germana Breves Rona<sup>1</sup>; Sarai de Alcantara<sup>1</sup>; Daniel Vidal Perez<sup>2</sup>; Wagner Bettiol<sup>3</sup>; Waldemore Moriconi<sup>3</sup>,  
[fernanda.ardilha@oi.com.br](mailto:fernanda.ardilha@oi.com.br)

(1) Instituto de Química, UFRJ, (2) Embrapa Solos, RJ, (3) Embrapa Meio Ambiente

**(RESUMO)** A utilização do lodo de esgoto como fertilizante causa alterações nas formas e teores de metais pesados, tanto na fase sólida, quanto na fase líquida do solo, com consequências ainda pouco conhecidas para nossas condições. É, portanto, o objetivo do presente trabalho o de estudar o impacto causado pelo uso agrícola do lodo de esgoto de origem doméstica e industrial nos teores, evolução das formas químicas e mobilidade dos metais pesados. Os resultados obtidos indicam que, apesar do aumento das fases mais biodisponíveis, as concentrações encontradas, mesmo nas maiores doses, estão abaixo daquelas listadas na legislação brasileira (Conama no375/2006).

**(INTRODUÇÃO)** Nas últimas décadas, visando a despoluição dos rios, os esgotos começaram a ser tratados, resultando na produção de um lodo rico em matéria orgânica e nutrientes, denominado lodo de esgoto ou biossólido, que necessita de uma adequada disposição final. Entre as diversas alternativas existentes para a disposição do lodo de esgoto, a para fins agrícolas apresenta-se como uma das mais convenientes, pois, como o lodo é rico em nutrientes e matéria orgânica é amplamente recomendada sua aplicação como condicionador de solo e/ou fertilizante. Entretanto, dependendo de sua origem, o lodo de esgoto pode ser rico em metais pesados (Bettiol & Camargo, 2000). Em alguns países da Europa e da América do Norte, o uso agrícola do lodo de esgoto é bastante difundido, contudo a contaminação do solo por metais pesados tem causado preocupações. A mesma preocupação ocorre no Brasil mas são escassas as informações sobre a dinâmica de metais pesados em solos onde o lodo de esgoto é aplicado (Bettiol & Camargo, 2000).

O uso agrícola de lodo de esgoto é uma alternativa que tem se mostrado viável em diferentes localidades, porém existe o risco da poluição ambiental, em função da presença de poluentes e patógenos humanos (Escosteguy et al., 1993). O lodo proveniente de tratamento de esgoto predominantemente doméstico tem baixos teores de Cd, Cu, Mo, Ni, Zn, Pb, Mn, Fe e Cr. Entretanto, quando os efluentes industriais predominam no esgoto, o lodo obtido pode apresentar teores de metais pesados acima da faixa permitida e conseqüentemente proibidos para o uso agrícola (Bettiol et al., 1983). A preocupação com a possibilidade de contaminação dos solos com metais pesados levou diversos países a estabelecerem limites máximos dos metais no lodo e taxa de aplicação desses no solo (CETESB, 1999).

Desde 1998, foram observados incrementos dos teores “totais” e “disponíveis” de Cu, Zn, Cr, Mo, Ni, Pb e Cd, na camada superficial (0-20cm) de um Latossolo em função da adubação com diferentes fontes e doses de lodo de esgoto (Silva et al., 2006). Com base neste estudo preliminar, tornou-se evidente a necessidade de obter informações a respeito das formas físico-químicas dos elementos (especiação) em questão a fim de obter a sua mobilidade, biodisponibilidade e processos de transferência. A complexidade das possíveis reações no solo restringem os estudos sobre distribuições das espécies metálicas na fase sólida, geralmente, a procedimentos analíticos operacionalmente definidos, sendo, normalmente, aplicadas técnicas de extração sequencial (Morrow et al., 1996).

**(OBJETIVOS)** Avaliar o efeito da aplicação de lodo de esgoto sobre a evolução das formas químicas e mobilidade dos metais pesados na fração sólida do solo

**(METODOLOGIA)** O projeto, iniciado em 1998, foi desenvolvido na área experimental Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa do Meio Ambiente, localizada na cidade de Jaguariúna, Estado de São Paulo (latitude 22°S, longitude 47°W, e altitude de 570 m), em um Latossolo Vermelho (Typic Haplustox pela classificação americana). O planejamento experimental

utilizado foi o fatorial (2x6) de blocos casualizados com 3 repetições. Dois diferentes tipos de lodo foram usados: um com características domésticas, da ETE de Franca, interior de São Paulo, e outro com características industriais, da ETE de Barueri, área metropolitana de São Paulo.

Trabalhou-se com 6 tipos de tratamentos diferentes: 1 - Testemunha absoluta – sem qualquer tipo de aplicação; 2 - Testemunha convencional – com uso de fertilizante NPK, baseado nas análises do solo; 3 a 6 - Lodo do tratamento de esgoto- a aplicação foi feita baseada na concentração de nitrogênio presente no lodo e mantendo a relação presente na testemunha convencional (1N, 2N, 4N, 8N). Em todos os tratamentos com o lodo se corrigiu o potássio com KCl. A correção da acidez superficial (0-20 cm) do solo, quando necessária, foi feita baseada nas curvas de neutralização e corrigida sempre que o pH estava abaixo de 5,5. Os lodos foram aplicados no solo desde 1998 até 2003. A amostragem ocorreu em novembro de 2004, 2005, 2006 e 2007 sendo a profundidade de coleta de 0-20cm. A técnica de extração seqüencial utilizada foi a descrita por Wasserman et al. (2005) conforme o protocolo resumido a seguir:

Fase geoquímica e seu significado	Etapa
Trocável Fracamente ligado aos componentes do solo	Extraído em fase salina levemente ácida
Levemente ácida Ligado a carbonatos	CH <sub>3</sub> COOH (2 M) + CH <sub>3</sub> COONa (2 M) 1:1; pH 4.7. Temperatura ambiente
Ambiente de Redução Ligado a óxidos de Fe e MN	NH <sub>2</sub> OH.HCl (0.1 M); pH2
Ambiente de Oxidação Ligado a compostos lábeis da matéria orgânica	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (30%) + CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub> (1M); pH 2
Alcalino Ligado a compostos orgânicos ou de Fe e Al resistentes	NaOH (0.1 M) ; pH 12. Temperatura ambiente
Residual: Não mobilizado nas fases anteriores minerais	Aqua regia. Aquecido a 50°C/ 30min

As determinações analíticas dos metais analisados foram realizadas por espectrometria de emissão por plasma acoplado indutivamente na Embrapa Solos (ICP-OES, PE OPTIMA 3000).

**(RESULTADOS)** Os resultados aqui discutidos serão aqueles obtidos da aplicação do lodo de Barueri já que, por sua origem industrial, é o que representa maior risco de contaminação por metais pesados.

Para o Zn (Figura 1), com o aumento da dose aplicada, observa-se um aumento significativo na concentração das fases 1e 2 e em menor grau na fase 5. Para o Cu ( Figura 2) observa-se um aumento na concentração de todas as frações em função do aumento da dose aplicada de lodo sendo a fase 5 desprezível. Nota-se que, apesar da tendência do Cu formar complexos com a matéria orgânica, é a fase 2 a mais representativa, sendo que a fase 1 apresenta alguma importância nas doses mais elevadas. O Cr (Figura 3) sofreu um aumento na concentração total com o aumento da dose de lodo aplicada, apresentando um incremento nas concentrações de todas as fases exceto a fase 5. Todas as concentrações totais dos elementos estudados aumentaram em função do aumento das doses de lodo aplicadas. Vale ressaltar que o ano de 2003 foi o último onde houve aplicação do biossólido. Portanto, as amostragens realizadas no período amostral já se referem a um estudo de atenuação natural, que fica mais evidente na última amostragem.

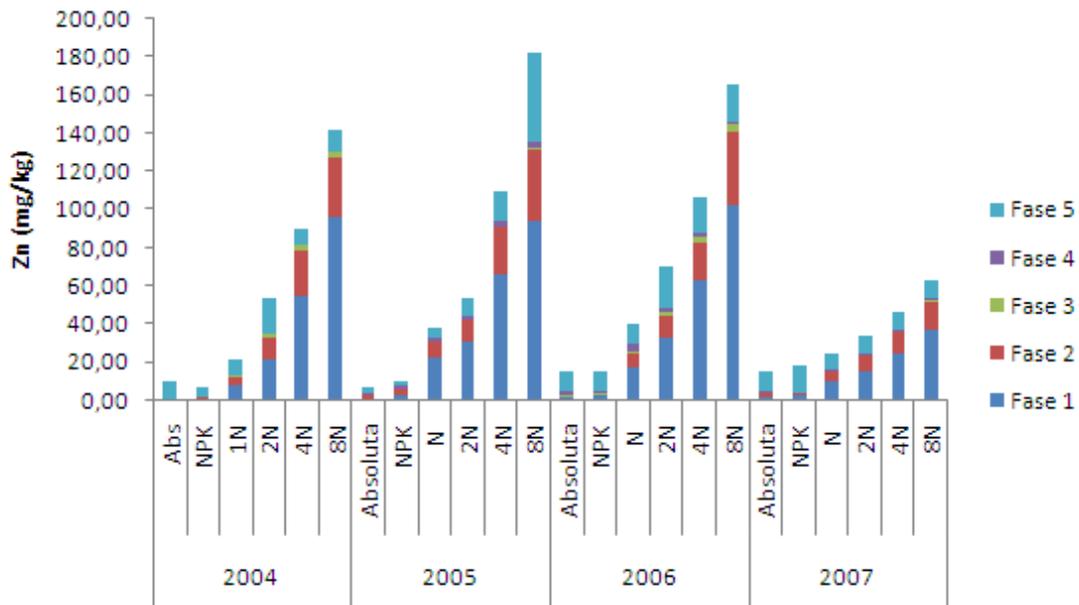


Figura 1. Distribuição de Zn em cinco fases da extração seqüencial utilizada nas amostras de solo coletadas (0-20 cm) em experimento com doses de lodo no período de 2004 a 2007.

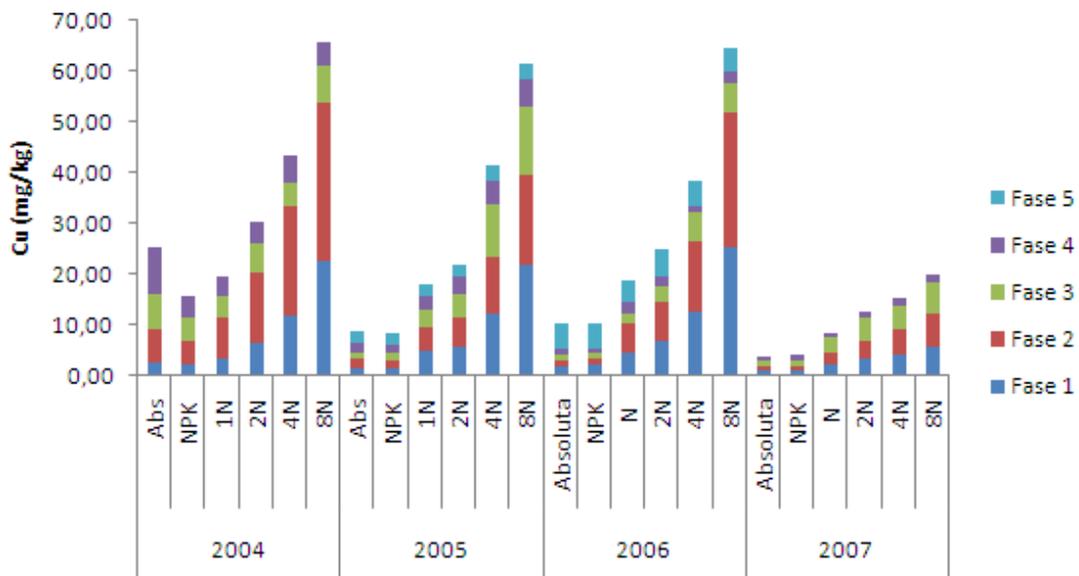


Figura 2. Distribuição de Cu em cinco fases da extração seqüencial utilizada nas amostras de solo coletadas (0-20 cm) em experimento com doses de lodo no período de 2004 a 2007

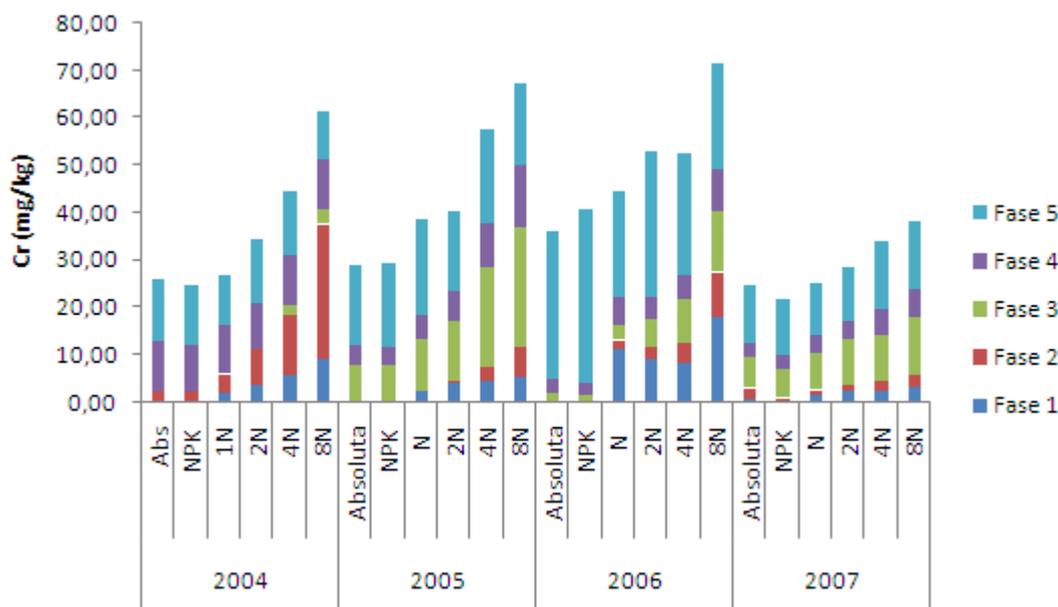


Figura 3. Distribuição de Cr em cinco fases da extração sequencial utilizada nas amostras de solo coletadas (0-20 cm) em experimento com doses de lodo no período de 2004 a 2007

**(CONCLUSÃO)** As concentrações nas fases aumentaram em função do aumento da concentração de lodo utilizada. As fases 1 e 2 apresentam importância neste sentido sendo este um motivo de grande preocupação, por serem frações biodisponíveis, podendo agravar seriamente, os riscos de contaminação pelos metais em questão. No entanto, as concentrações encontradas são bem menores que aquelas recomendadas pela CONAMA no375/2006. Isto indica que a utilização do lodo oriundo das ETES na agricultura é uma solução bastante viável para sua disposição final, sendo uma prática já adotada em vários países (Ludivice et al, 2000).

#### **(BIBLIOGRAFIA)**

- BETTIOL, W. & CAMARGO, O. A. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. 312 p. 2000.
- BETTIOL, W.; CARVALHO, P.C.T. & FRANCO, B.J.D.C. Utilização do lodo de esgoto como fertilizante. *O Solo*, 75:44-54, 1983.
- CETESB. Aplicação de biossólidos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas – critérios para projeto e operação: manual técnico. São Paulo, 1999. 33p. (P 4.230)
- ESCOSTEGUY, P.A.V.; PARCHEN, C.A.P. & SELBACH, P.A. Bactérias enteropatogênicas em composto de lixo domiciliar, solo e planta. *Rev. Bras. Ci. Solo*, 17:365-369, 1993.
- MORROW, D.A.; GINTAUTAS, P.A.; WEISS, A.D.; PIWONI, M.D.; BRICKA, R.M. Metals speciation in soils: a review. Vicksburg: U.S. Army Corps of Engineer, 1996. 108p. (Technical report, IRRP-96-5).
- SILVA, C.A.; RANGEL, O.J.P.; DYNIA, J.F.; BETTIOL, W.; MANZATTO, C.V. Disponibilidade de metais pesados para milho cultivado em latossolo sucessivamente trado com lodos de esgoto. *Rev. Bras. Cienc. Solo* 30(2), 353-364. 2006.
- WASSERMAN, M.A.; VIANA, A.G.; BARTOLY, F.; PEREZ, D.V.; Ruas Rochedo, E.; Wasserman, J.C.; de Carvalho Conti, C.; Janvrot Vivone; R. Bio-geochemical behavior of <sup>90</sup>Sr and <sup>137</sup>Cs in tropical soil. *Radioprotection – Colloques*, v.40, Supplement1, p.S135-142. 2005.

**Agradecimentos:** CNPq, FAPERJ, FUJB, Embrapa.