



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

Metais Pesados em Agregados de Solo Submetido à Aplicação Sucessiva de Lodo de Esgoto

Rimena Ramos Domingues⁽¹⁾; Cristina Silva Carvalho⁽²⁾; Aline Renée Coscione⁽³⁾; Cristiano Alberto de Andrade⁽⁴⁾; Isabella Clerici De Maria⁽³⁾

⁽¹⁾ Estudante de Mestrado; Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical; IAC; Av. Barão de Itapura, 1481, 13012-970, CP 28, Campinas-SP; rimena_r@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Estudante de Doutorado, Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical; Av. Barão de Itapura, 1481, 13012-970, CP 28, Campinas-SP; criscarvalho25@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Pesquisadora; Centro de Solos e Recursos Agroambientais; IAC; Av. Barão de Itapura, 1481, 13012-970, CP 28, Campinas-SP; aline@iac.sp.gov.br; ⁽⁴⁾ Pesquisador, Embrapa Meio Ambiente; Rodovia SP 340, km 127,5, 13820-000, CP 69, Jaguariúna-SP; cristiano@cnpma.embrapa.br.

RESUMO – A aplicação de lodo no solo é uma importante alternativa de reciclagem desse tipo de resíduo, de forma a manter os níveis de fertilidade do solo e promover a produtividade competitiva das culturas. No entanto, a presença de metais pesados pode limitar seu uso, sendo que o presente trabalho teve por objetivo avaliar os teores totais de alguns metais pesados e sua distribuição em classes de agregado em função da aplicação sucessiva de lodo de esgoto num solo agrícola. O estudo foi realizado no Campo Experimental da Embrapa Meio Ambiente - Jaguariúna (SP) e foram analisados 3 tratamentos: controle, adubação mineral e 1N (10 t ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo em base seca), na profundidade 0-5 cm. O solo coletado foi passado em peneira de 9,52 mm de abertura e fracionado em agregados com dimensões: entre 9,52 – 4,00, entre 4,00 – 2,00 mm; entre 2 e 0,25 mm; entre 0,25 e 0,053 mm; e < 0,053 mm. Os teores totais de metais pesados do solo intacto e das classes de agregado foram quantificados por ICP-OES após extração seguindo procedimento da USEPA 3051. Não houve diferença significativa dos tratamentos na distribuição dos agregados do solo por classe de diâmetro. O lodo de esgoto elevou os teores de Cu, Ni e Zn. A classe < 0,053 mm apresentou maior conteúdo de Cu, Pb e Zn, porém apresentaram baixos teores quando ponderados pela massa. A aplicação de lodo proporcionou aumento dos teores de metais principalmente nas classes de agregado 2,00–0,25mm e 0,25–0,053 mm.

Palavras-chave: poluição do solo, biossólido, frações, elementos traços.

INTRODUÇÃO – A reciclagem do lodo de esgoto na agricultura é apontada como alternativa economicamente viável e ambientalmente aceitável, uma vez que pode proporcionar ganhos agrônômicos no sistema de produção agrícola (Poggiani, 2000).

Diversos trabalhos têm evidenciado efeitos benéficos nas propriedades do solo com a aplicação do lodo de esgoto. Um lodo de esgoto típico apresenta em torno de 40% de matéria orgânica, 4% N, 2% P, além de

micronutrientes (zinco, cobre, ferro, manganês e molibdênio), contribuindo para redução dos gastos com fertilizantes, principalmente fosfatados e nitrogenados (Bettiol e Camargo, 2001)

Embora se reconheça os benefícios que o lodo proporciona ao sistema produtivo, alguns aspectos relevantes quanto à presença de metais pesados, microrganismos patogênicos e compostos orgânicos tóxicos devem ser considerados, pois podem comprometer a segurança ambiental, limitando a adoção dessa prática

A biodisponibilidade de metais pesados é determinada pelas propriedades físicas e químicas do solo como, por exemplo, a interação com a matéria orgânica e compartimentalização em frações de agregados. Zhang e Ke (2004) ressaltam a importância do conhecimento do teor compartimentado de metais pesados em frações estruturais da matéria orgânica para a melhor compreensão da mobilidade e o destino de metais pesados no solo.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os teores totais de alguns metais pesados e sua distribuição em classes de agregado em função da aplicação sucessiva de lodo de esgoto.

MATERIAL E MÉTODOS – Para a condução desse trabalho foram utilizadas amostras de solo do experimento instalado desde 1999 no Campo Experimental da Embrapa Meio Ambiente, localizado na cidade de Jaguariúna-SP (latitude 22°41' S, longitude 47° W e 570 m de altitude). O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distroférrico, textura argilosa, submetido a 6 aplicações sucessivas de lodo de esgoto para o cultivo de milho. A dose de lodo utilizada na área foi calculada adotando-se os valores de 30% de taxa de mineralização do nitrogênio (TMN) e demanda de 120 kg ha⁻¹ de N pelo milho (Cetesb, 1999; Conama, 2006). O lodo utilizado foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Barueri-SP, operada pela Companhia de Saneamento Básico de São Paulo (SABESP), que trata os esgotos de parte da grande São

Paulo, constituídos de mistura de esgotos domiciliares e industriais.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (3) e a amostragem do solo foi realizada em três tratamentos: controle, adubação mineral (120 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N) e 1N (10 t ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo em base seca). A coleta das amostras de solo foi realizada abrindo-se 3 mini-trincheiras em cada parcela (para compor uma amostra composta), nas quais foram coletados blocos inteiros de solo nas profundidades 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. Neste trabalho somente foram utilizadas as amostras da camada superficial de 0-5 cm, em que se espera maior associação entre manejo, teor de matéria orgânica e metais pesados.

Todo o solo amostrado foi seco a temperatura ambiente, destorroado e passado em peneira com malha de 9,52 mm de abertura. Posteriormente, parte do solo < 9,52 mm (solo intacto) foi fracionada em classes de agregado pelo método de peneiramento a seco, no qual um conjunto de peneiras com malhas de 4,00, 2,00, 0,250, 0,053 mm foi colocado em agitador vibratório com frequência de 60 Hz por 15 minutos. As classes de agregado obtidas foram entre 9,52 e 4,00 mm, entre 4,00 e 2,00 mm, entre 2 e 0,250 mm, entre 0,250 e 0,053 mm e < 0,053 mm.

A determinação dos teores totais de metais pesados do solo intacto e das classes de agregado seguiu o método EPA 3051 (USEPA, 2004), cuja extração de 0,5 g de solo foi feita por digestão ácida (HNO₃ 65%) em forno micro-ondas. Os teores de Cd, Cu, Cr, Ni, Pb e Zn nos extratos obtidos foram quantificados em ICP-OES.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e o efeito dos tratamentos e classes de agregado foram avaliados por meio de comparação de médias pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO – A distribuição dos agregados do solo por classes de diâmetro foi significativamente igual em todos os tratamentos. A classe com diâmetro entre 2,00 – 0,25 mm foi predominante, apresentado valor médio de 61,69% do solo. A menor massa encontrada foi na classe < 0,053 mm, que representou 2% da massa total de solo (Figura 1).

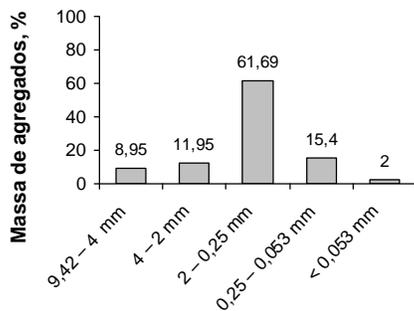


Figura 1 – Massa de agregados do solo, expressos em porcentagem, por classes de diâmetro em função dos tratamentos.

Avaliando os teores dos metais pesados no solo antes da separação nas classes de agregado (Tabela 1), verifica-se o uso do lodo proporcionou maiores concentrações de Cu,

Ni e Zn, comparativamente aos tratamentos controle e adubação mineral. Não foi verificado efeito da aplicação de lodo nos teores de Cd, Cr e Pb, sendo os valores médios no solo de 0,35 mg kg⁻¹, 18,98 mg kg⁻¹ e 6,56 mg kg⁻¹, respectivamente.

O acúmulo de metais pesados no solo proveniente de aplicações por anos sucessivos e em longo prazo pode alcançar níveis de contaminação, entretanto os teores encontrados nas amostras estudadas foram inferiores aos valores de referência da qualidade adotados pela CETESB (1998) que são 39 mg kg⁻¹ para Cd, 420 mg kg⁻¹ para Ni, 3000 mg kg⁻¹ para Cr, 1500 mg kg⁻¹ para Cu e 2800 mg kg⁻¹ para Zn.

Em relação a distribuição dos metais pesados nos agregados, observa-se maior teor de Cu, Pb e Zn na classe < 0,053 mm (Tabela 2), que compreende a fração silte e argila. Segundo Bayer et al. (2003), o silte é a fração que apresenta maior grau de humificação da matéria orgânica (MO), o que explica maior capacidade de complexação de metais. Dessa forma, a associação do metal com frações da MO com diferentes taxas de degradação irá governar a disponibilidade do metal, podendo supor que a formação de complexos de baixa solubilidade ou insolúveis diminua a disponibilidade ou até mesmo atenua a toxicidade do metal.

Embora exista maior afinidade de metais pelo agregado de menor, essa classe representa em média 2,00% do solo. Em razão disso, observa-se na Tabela 3 que as menores quantidades de Cu, Ni e Zn, independente do tratamento, estão na classe < 0,053 mm, sendo a maior contribuição da classe 2 - 0,25 mm. Comparando os teores de metais em função do tratamento verifica-se que a aplicação de lodo elevou os teores de Cu nas classes 2,00-0,25 e 0,25-0,053 mm, de Ni nas classes 2,00-0,25mm e Zn apresentou maior teor nas classes 4,00-2,00mm, 2,00-0,25mm e 0,25-0,053 mm.

CONCLUSÕES – Os teores de Cu, Ni e Zn na camada 0-5 cm do solo foram incrementados com a aplicação sucessiva de lodo de esgoto.

Os elementos Cu, Pb e Zn possuem maior afinidade pela classe de agregado mais fina (<0,053 mm).

AGRADECIMENTOS - À FAPESP, pela bolsa concedida à primeira autora.

REFERÊNCIAS

BAYER, C; MARTIN-NETO, L.; SAAB, S.C. Diminuição da humificação da matéria orgânica de um cambissolo húmico em plantio direto. *R. Bras Ci Solo*, 27:537-544, 2003.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. Reciclagem do lodo de esgoto na agricultura. In: MELO, I.S.; SILVA, C.M.S.; SCRAMIN, S.; SPESSOTO, A. (Org.). *Biodegradação*, Jaguariúna, 93:106, 2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Aplicação de biossólido em áreas agrícolas: critérios para projeto e operação (Manual Técnico)*. São Paulo, 1999. 35p.

CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). **Resolução 375/2006**. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=506>> Acesso em 13 de março de 2010.

POGGIANI, F.; GUEDES, M.C.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade do biossólido em plantações florestais: 1- Reflexos no ciclo de nutrientes. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed) **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa, 2000. p.163-178.

QIAN, J., SHAN, X., WANG, Z., TU, Q. Distribution and plant availability of heavy metals in different particle-size fractions of soil. *Sci. Total Environ.*, 187:131-141, 1996.

USEPA (United States Environmental Protection Agency). **Land application of sewage sludge: a guide for land appliers on the requirements of the federal standards for the use or disposal of sewage sludge**, 40 CFR Part 503. Washington, 1994. 104p.

ZHANG, M.K.; KE, ZX. Copper and zinc enrichment in different size fractions of organic matter from polluted soils. *Pedosphere*, 14(1):27-36, 2004.

Tabela 1 – Teores totais de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn no solo em função do uso de fertilizante nitrogenado mineral ou lodo de esgoto.

Tratamentos	Teores totais					
	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
	mg kg ⁻¹					
Controle	0,35 a	19,88 a	4,75 b	0,71 b	6,37 a	9,91 b
Adubação Mineral	0,25 a	15,07 a	4,49 b	0,37 b	5,48 a	11,01 b
1N	0,43 a	21,98 a	17,18 a	4,29 a	7,82 a	30,99 a
Média	0,35	18,98	8,80	1,79	6,56	17,30

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 2 – Teores totais de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn nas classes de agregado.

Classes de agregado	Teores totais					
	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
mm	mg kg de agregado ⁻¹					
9,42 – 4,00	0,39 a	19,22 a	7,37 b	1,78 a	6,76 b	15,63 b
4,00 – 2,00	0,39 a	23,39 a	7,03 b	2,29 a	7,07 b	15,86 b
2,00 – 0,25	0,34 a	18,67 a	6,70 b	1,44 a	5,99 b	15,35 b
0,25 – 0,053	0,40 a	22,29 a	8,83 b	1,70 a	7,84 b	16,80 b
< 0,053	0,48 a	21,72 a	17,44 a	2,74 a	11,61 a	25,80 a
Média	0,39	20,66	9,47	1,99	7,86	17,89

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 3 – Efeito dos tratamentos nos teores de Cu, Ni e Zn em classes de agregado.

Classes de agregado mm	Tratamentos			Média
	Controle	AM	1N	
mg kg de solo ⁻¹				
Cobre				
9,52 – 4,00	0,55 a B	0,39 a B	1,02 a BC	0,65
4,00 – 2,00	0,51 a B	0,49 a B	1,59 a BC	0,86
2,00 – 0,25	3,36 b A	2,32 b A	6,57 a A	4,08
0,25 – 0,053	0,96 b B	0,93 b B	2,26 a B	1,38
< 0,053	0,28 a B	0,23 a B	0,59 a C	0,36
Média	1,13	0,87	2,40	
Níquel				
9,52 – 4,00	0,07 a A	0,05 a A	0,35 a B	0,16
4,00 – 2,00	0,08 b A	0,06 b A	0,72 a B	0,29
2,00 – 0,25	0,36 b A	0,09 b A	2,14 a A	0,86
0,25 – 0,053	0,09 a A	0,14 a A	0,59 a B	0,27
< 0,053	0,02 a A	0,02 a A	0,15 a B	0,06
Média	0,12	0,07	0,79	
Zinco				
9,52 – 4,00	0,89 a B	0,95 a B	2,32 a BC	1,39
4,00 – 2,00	1,17 b B	1,27 b B	3,40 a B	1,95
2,00 – 0,25	6,52 b A	6,37 b A	15,15 a A	9,35
0,25 – 0,053	1,63 b B	1,78 b B	4,49 a B	2,63
< 0,053	0,34 a B	0,31 a B	0,99 a C	0,55
Média	2,10	2,14	5,27	

Médias seguidas por mesma letra minúsculas na linha e mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.