

## **CARBONO ORGÂNICO, pH E DENSIDADE EM LATOSSOLO APÓS TRÊS APLICAÇÕES DE LODOS DE ESGOTO E TRÊS CULTIVOS DE MILHO**

**Rita Carla Boeira<sup>1</sup>.**

**INTRODUÇÃO** - A aplicação de lodo de esgoto a solos agrícolas visa minimizar a poluição ambiental e melhorar a qualidade do solo; assim, não devem ser fonte de poluentes potenciais - patógenos e substâncias orgânicas e inorgânicas tóxicas. Embora possuam um teor elevado de carbono orgânico (de 23 a 37% nos lodos aqui utilizados), após sua aplicação no solo há um expressivo consumo de matéria orgânica, e os elevados teores de carbono originais já presentes no solo tornam as pequenas variações nos estoques de carbono lentas e difíceis de quantificar em curto prazo. Assim, Martins (2001) não observou efeitos de lodo nos teores de matéria orgânica do solo, após quatro anos. Ros (1993) e Melo (1994) observaram aumento do teor de carbono, mas com curto tempo de residência no solo. Oliveira et al. (2002) mostraram que duas aplicações sucessivas de lodo de esgoto promoveram aumentos imediatos nos teores de C orgânico, devidos às elevadas doses utilizadas (33, 66 e 99 Mg ha<sup>-1</sup> de lodo de Barueri), com decréscimo do elemento no decorrer de dois anos agrícolas. Cegarra (1983) também cita aumentos de carbono com aplicações de doses elevadas, na ordem de 90 Mg ha<sup>-1</sup>. Doses elevadas de lodo de esgoto, no entanto, disponibilizam nitrogênio no solo em quantidades muito superiores às necessidades de uma cultura, tornando-se fonte potencial de contaminação ambiental pelo elemento. O objetivo deste trabalho é apresentar resultados obtidos na avaliação em campo quanto ao acúmulo de C e efeitos no pH e na densidade do solo de três aplicações de dois tipos de lodos de esgoto em doses crescentes, após três cultivos de milho em Latossolo.

**PALAVRAS-CHAVE** - reciclagem agrícola, acidificação do solo, estoque de carbono.

**MATERIAL E MÉTODOS** - Amostras de solo foram coletadas em 1999 em experimento conduzido em LVd argiloso, antes da primeira aplicação dos lodos, e em 2001, após três aplicações e três cultivos de milho, em duas profundidades (0-10 cm e 20-40 cm), secas e peneiradas (2 mm). Utilizaram-se lodos de esgoto doméstico (Franca/SP) e urbano-industrial (Barueri/SP), de estações de tratamento. Os tratamentos - DBC, três repetições - constituíram-se na incorporação dos dois lodos úmidos ao solo na profundidade de 0 a 20 cm, antes de cada safra, nas doses: zero de nitrogênio (0N), 1N, 2N, 4N e 8N. No tratamento 0N não foi aplicado lodo; o tratamento 1N representa a dose de lodo de esgoto

---

<sup>1</sup> Embrapa Meio Ambiente – CP 69, Jaguariúna (SP), CEP 13820-000 - rcboeira@cnpma.embrapa.br

calculada visando-se aplicar a quantidade de nitrogênio disponível recomendada para a cultura (Cetesb, 1999; Boeira et al, 2002); os demais são seus múltiplos (Tabela 1). A densidade do solo em 1999 era 1,27 kg dm<sup>-3</sup> (0-10 cm) e 1,24 kg dm<sup>-3</sup> (20-40 cm); em 2001, foi determinada em cada tratamento na profundidade de 0-10cm; e na profundidade de 20-40cm era 1,26 kg dm<sup>-3</sup>. Determinaram-se os teores de carbono orgânico (Tedesco et al., 1995), expressando-se os resultados obtidos em [g dm<sup>-3</sup>], conforme a densidade do solo. O incremento de carbono no solo após três cultivos foi calculado pela diferença entre o teor em cada tratamento e o teor na testemunha. O pH foi determinado em relação solo:água 1:2,5 e a densidade do solo pelo método do anel volumétrico. Fez-se análise de variância dos dados - os dados de carbono foram transformados em logaritmo neperiano - e, quando cabível, análise de regressão linear ( $p=0,05$ ), bem como análise de correlação linear simples entre variáveis.

**TABELA 1.** Quantidades de lodos de esgoto (base seca) oriundos das Estações de Tratamento de Esgoto de Franca (SP) e de Barueri (SP), aplicadas seqüencialmente ao Latossolo no tratamento 1N, antes de cada um de três cultivos, e quantidades calculadas de carbono orgânico aplicadas ao solo via lodos.

Origem do lodo	Dose aplicada em cada cultivo no tratamento 1N <sup>(1)</sup>							
	Franca				Barueri			
Ano aplicação	1999	1999	2000	Total	1999	1999	2000	Total
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----							
Lodo	3.014	3.504	3.766	<b>10.284</b>	8.095	3.995	5.315	<b>17.405</b>
Carbono	1.074	1.310	1.995	<b>4.379</b>	1.863	1.083	2.038	<b>4.984</b>

<sup>(1)</sup>1N: Aplicação da dose de N disponível recomendada para o milho em cada safra.

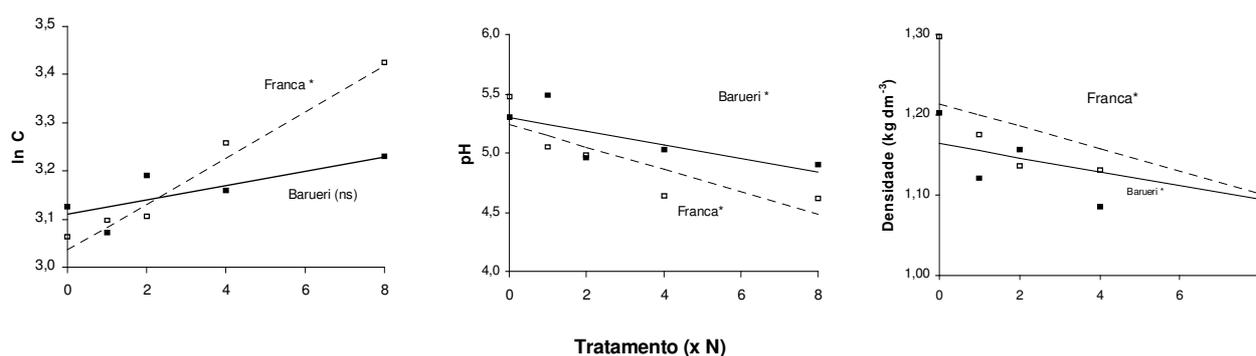
**RESULTADOS E DISCUSSÃO** – Antes do início do experimento (1999), as parcelas experimentais mostraram-se uniformes nas duas profundidades. As quantidades totais de carbono aplicadas ao solo via lodo de Barueri, em três aplicações, foram 14% superiores às quantidades aplicadas via lodo de Franca (Tabela 1). Mesmo assim, as doses de lodo de Barueri não afetaram os estoques de C do solo, enquanto que utilizando-se o lodo de Franca, as doses tiveram efeito crescente significativo (Figura 1). Em cada dose estudada, encontraram-se diferenças significativas entre os tipos de lodo para o teor de carbono no solo. Este comportamento fez com que, em 2001, os incrementos de carbono no solo tenham variado entre 0,06% no tratamento Franca 1N e 0,8% (Franca 8N; aplicação total de 82.272 kg ha<sup>-1</sup> de lodo, base seca). Para o lodo de Barueri, este incremento foi de apenas 0,1%, em média, e independente da dose aplicada ao solo. As

alterações nos estoques de carbono no solo encontradas podem estar relacionadas a diferenças de produção de matéria seca radicular, se estas tiverem sido afetadas pelas doses de lodo de esgoto (variável não avaliada no experimento; a parte aérea foi retirada sistematicamente da área experimental, após cada colheita). Por outro lado, a origem distinta dos dois lodos, sendo o de Barueri tratado com biopolímero, parece afetar os processos de decomposição dos mesmos. Os dados obtidos para carbono mostraram ainda que a matéria orgânica não foi afetada na camada entre 20 e 40cm, com qualquer um dos lodos; assim, não parece ter ocorrido lixiviação de compostos orgânicos carbonados oriundos da degradação dos lodos, para esta profundidade. Obteve-se regressão linear significativa do pH do solo às doses dos dois lodos, tanto na camada superficial (Figura 1) quanto em profundidade (20 a 40 cm). Assim, verifica-se que os dois lodos de esgoto foram potencialmente acidificantes do solo, e esta acidificação foi crescente com o aumento das doses aplicadas ao solo. Este comportamento também foi verificado em laboratório com estes lodos (Boeira et al, 2002). O lodo de esgoto de Franca, mesmo tendo sido aplicado em quantidades totais 41% menores que o lodo de Barueri, mostrou maior poder de acidificação do solo (Figura 1). Houve associação negativa entre pH e carbono no solo, nessas camadas, indicando uma possível predominância de processos como a nitrificação, seguida de percolação de nitrato, sobre a acidificação do solo. Em 2001, após três aplicações de lodo, a densidade do solo na camada 0-10 cm diminuiu linearmente com o aumento das doses, com os dois lodos (Figura 1), concordando com dados de 12 estudos sobre efeitos a curto e longo prazo da aplicação de resíduos (Khaleel et al, 1981).

**CONCLUSÕES** – Houve influência da origem do lodo de esgoto (urbano ou urbano-industrial) sobre o comportamento do solo. Verificaram-se alterações em propriedades do solo diretamente relacionadas ao seu potencial produtivo, como no estoque de carbono, na acidificação e na densidade do solo. O volume de lodo necessário para elevação do estoque de matéria orgânica no solo foi bastante elevado. Obteve-se incremento máximo de 0,8% no teor de carbono do solo com aplicação de mais de 82 Mg ha<sup>-1</sup> de lodo de Franca, divididos em três aplicações anuais. No entanto, doses elevadas de lodo não são recomendadas para uso agrônômico, devido às grandes quantidades de nitrato geradas em sua decomposição, com potencial poluente de corpos de água e da atmosfera, e devido à acidificação do solo, inclusive em profundidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOEIRA, R. C.; LIGO, M. A. V.; DYNIA, J. F. Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, nov. 2002. v. 37, n. 11, p. 1639-1647, 2002.
- CEGARRA, J. Utilização e manejo de lodos de águas residuais urbanas con fines agrícolas: solos ecuatoriales, materia orgánica do solo. *Revista de la Sociedad Colombiana de Ciencia del Suelo*, Bogota, v. 12, n. 1, p. 151-173, 1983.
- CETESB. Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas - critérios para projeto e operação. São Paulo: CETESB, 1999. 32 p. (CETESB. Manual Técnico, P 4.230).
- KHALEEL, R.; REDDE, K. R.; OVERCASH, M. R. Changes in soil physical properties due to waste applications: a review. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 10, p. 133-141, 1981.
- MARTINS, A. L. C. Fitodisponibilidade de metais pesados em um latossolo vermelho tratado com lodo de esgoto e calcário. 2001. 118 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2001.
- MELO, W. J. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um latossolo cultivado com cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 18, p. 449-455, 1994.
- OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; ROSSETTO, R. Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em um latossolo amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 505-519, 2002.
- ROS, C. O. Lodo de esgoto: efeito imediato no milho e residual na associação aveia-ervilhaca. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 17, n. 2, p. 257-261, 1993.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS-Departamento de Solos, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).



**FIGURA 1.** Logaritmo neperiano dos teores de carbono, pH e densidade do solo na camada de 0-10 cm de profundidade em Latossolo tratado com três aplicações sucessivas de doses de lodos de esgoto das Estações de Tratamento de Esgoto de Franca, SP (□) e de Barueri, SP (■), após o terceiro cultivo de milho (2001). ns indica regressão linear não significativa e \* indica regressão linear significativa ( $p \leq 0,05$ ) pelo F-teste. Dose 1N: aplicação da dose de N disponível recomendada para o milho em cada safra; 0N, 2N, 4N e 8N são seus múltiplos.