FRAÇÃO DE MINERALIZAÇÃO DE NITROGÊNIO DE LODOS DE ESGOTO

Rita Carla Boeira[1]

[1]Embrapa Meio Ambiente, CP 69, Jaguariúna-SP, 13820-000, rcboeira@cnpma.embrapa.br

INTRODUÇÃO

Os lodos de esgoto atuais correspondem a uma fonte potencial de riscos à saúde pública e ao ambiente (CONAMA, 2006). No Brasil, trabalhos técnicos relatam aumentos de produtividade em diversas culturas e/ou sistemas de produção com o uso agrícola de lodos de esgoto. Porém, esses resultados agronômicos só podem ser considerados positivos se não houver prejuízo ao ambiente, e há poucas informações disponíveis quanto ao efeito ambiental desses resíduos, em nossos solos. Dessa forma, para garantir o uso adequado de lodos de esgoto como condicionadores de solos agrícolas, diversos requisitos devem ser avaliados, visando-se evitar ou limitar problemas que possam decorrer do uso dessa prática, seja no solo, nos cultivos ou no ambiente em geral. Em lodos de esgoto, é economicamente relevante o seu elevado teor em nitrogênio (N). Esse nutriente, quando aplicado na maioria dos solos tropicais, tem efeito fertilizante visível no desenvolvimento e na produtividade das culturas, mas também é um poluente potencial de águas subsuperficiais se aplicado em excesso. Por esse motivo, o potencial de mineralização de N orgânico contido em lodos de esgoto é um dos critérios técnicos considerados para o estabelecimento de doses de aplicação seguras, que gerem N mineral em função da capacidade de absorção das raízes, minimizando-se a lixiviação de nitrato no perfil do solo.

O objetivo deste trabalho foi estimar a fração de mineralização (FM) do N orgânico de lodos de esgoto aplicados em Latossolo, utilizando-se a metodologia de lixiviação em colunas de percolação.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um experimento de incubação aeróbia em colunas de lixiviação, determinando-se a produção de N mineral (Tedesco et al., 1995) em Latossolo tratado com lodos de esgoto urbano (Franca) e urbano-industrial (Barueri), após elevação do pH do solo a 5,5.

O delineamento experimental foi completamente casualizado e as parcelas experimentais constituíram-se de colunas de vidro (1,9 cm de diâmetro x 30 cm de altura) contendo 50 g

de mistura de solo, areia e lodo de esgoto, com três repetições. Os tratamentos avaliados foram cinco doses dos lodos: F (Franca) 0N e B (Barueri) 0N, F 1N e B 1N, F 2N e B 2N, F 4N e B 4N, F 8N e B 8N. Na Tabela 1 são mostradas as doses dos lodos e sua equivalência para o tratamento 1N (dose máxima recomendada do lodo de esgoto (CETESB, 1999) para primeira aplicação no solo); as doses 0N, 2N, 4N e 8N são múltiplos de 1N. A extração por lixiviação de N mineral dos solos nas colunas foi realizada em 12 épocas (0 a 224 dias), com 200 mL de KCl 0,01 mol L^{-1}. Os dados foram ajustados ao modelo de Stanford & Smith (1972), que estima o parâmetro No (N orgânico potencialmente mineralizável no solo), e com o qual calculou-se a fração de mineralização (FM) potencial dos lodos de esgoto utilizando-se a fórmula: FM (%) = (No $_{\text{tratamento com lodo}}$ – No $_{\text{tratamento sem lodo}}$) x 100/(N orgânico aplicado via lodo de esgoto).

Tabela 1. Doses dos lodos de esgoto e de N orgânico aplicadas ao solo no tratamento 1N no início da incubação e doses equivalentes dos dois tipos de lodo, por área.

Tratamento	Lodo de esgoto aplicado		N orgânico aplicado ao solo via lodo de esgoto	Lodo de esgoto aplicado	
	Franca	Barueri		Franca	Barueri
	- - - - mg kg^{-1} - - - -		- - - mg kg^{-1} - - -	- - - - kg ha^{-1} (3) - - - -	
F(1) 1N(2)	2.733	-	131	5.430	-
B(1) 1N	-	3.867	137	-	7.680

(1) Lodo de esgoto de Franca ou de Barueri, SP. (2) 1N: dose calculada segundo CETESB (1999). (3) Considerou-se, nesse cálculo, uma camada de 0,2 m de profundidade com densidade do solo igual a 1,0 kg dm^{-3}.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento das doses aplicadas resultou no aumento das quantidades do N mineralizado acumulado ao longo dos períodos avaliados (Figura 1).

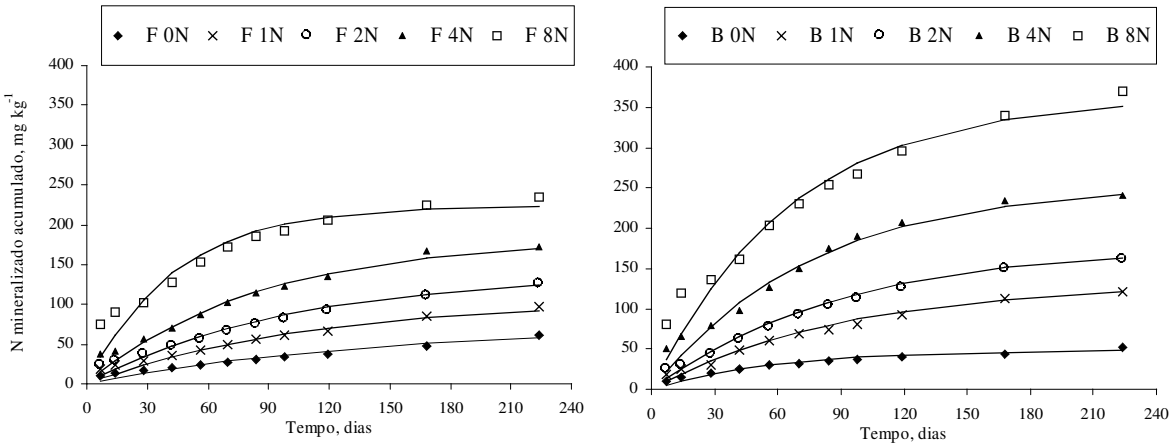


Figura 1. Quantidade acumulada de N mineralizado durante incubação de Latossolo em colunas de lixiviação, tratado com lodo de esgoto de Franca (F) ou de Barueri (B). 1N: dose de lodo calculada segundo CETESB (1999); 0N, 2N, 4N e 8N representam múltiplos desse tratamento.

Esse resultado evidencia o aumento do risco potencial de poluição ambiental por nitrato ao se utilizar doses superiores a F 1N ou B 1N, que foram as doses calculadas segundo as recomendações técnicas brasileiras. Considerando-se uma mesma quantidade de substrato disponível à mineralização (1N, 2N, 4N ou 8N), o solo tratado com o lodo de esgoto de Barueri mostrou maior potencial de geração de N mineral (No) do que o de Franca. Tal resultado reflete o efeito da origem dos esgotos brutos e dos diferentes processos a que são submetidos nas estações de tratamento, resultando em materiais com comportamentos diversos no solo.

A mineralização de N, com a menor dose aplicada do lodo de esgoto de Franca (tratamento 1N), que representa a dose agronômica máxima recomendada, foi equivalente a 214 kg ha^{-1}, e no tratamento F 8N foi de 448 kg ha^{-1}. De forma similar, a acumulação de N na forma mineral prevista pelo modelo alcançou valores de 264 a 728 kg ha^{-1} para o Latossolo tratado com as doses crescentes do lodo de esgoto de Barueri. Tais valores equivalem a adubações bastante pesadas, ou até excessivas, com fertilizantes nitrogenados prontamente solúveis. No entanto, a aplicação das quantidades agronomicamente recomendadas de N ao solo via fertilizante químico em geral é feita de forma parcelada, em função das épocas em que há absorção mais intensa pelas raízes. Se a aplicação de N ao solo for via lodo de esgoto, é importante observar que, embora a liberação seja contínua por longo tempo, a geração de N disponível às plantas ocorre em grande parte logo após a aplicação (Figura 1). Nessa figura, pode-se ainda observar que a liberação de N nas primeiras semanas foi subestimada pelo modelo utilizado, para todos os tratamentos, problema que se intensificou com o aumento

das doses estudadas. A FM estimada foi decrescente com o aumento das doses, para os dois lodos (Figura 2), mas o lodo de esgoto de Barueri apresentou maior mineralização de N que o de Franca, quando se aplicou mesma quantidade de N orgânico.

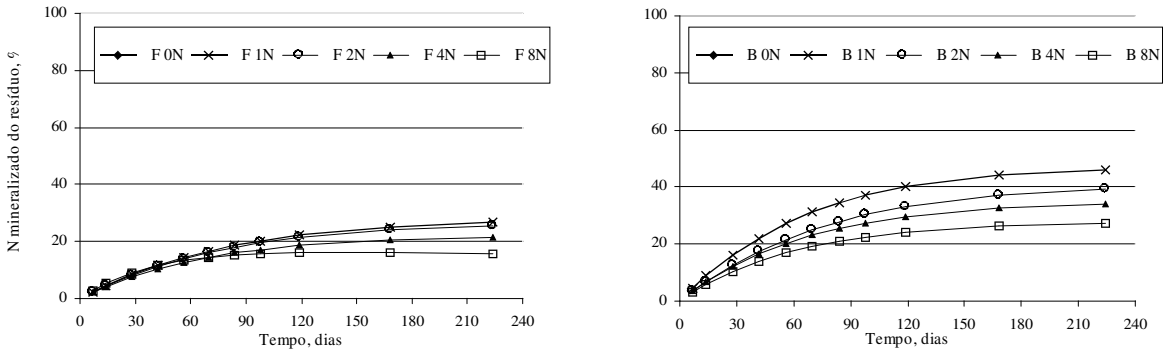


Figura 2. Porcentagem de mineralização do N orgânico aplicado via lodo de esgoto de Franca (F) ou de Barueri (B) em Latossolo incubado em colunas de lixiviação. 1N: dose de lodo calculada segundo CETESB (1999).

No Brasil, Corrêa et al. (2006) obtiveram FM de 25%, após 161 dias de incubação e Boeira et al (2002) obtiveram FM de 34% para o lodo de Franca, e de 37% para o lodo de Barueri. Neste trabalho, os valores da FM situaram-se próximos a 25% em F 1N, F 2N e F 4N, contudo, foram mais elevados nos tratamentos B 1N, B 2N e B 4N: 43, 39 e 34%, respectivamente. A ampla faixa de variação de FM, obtidas neste trabalho ou encontrada na literatura, reforça a importância de avaliarem-se os lodos de esgoto nos solos e nas doses pretendidas de utilização, e com calibrações adequadas aos cultivos em campo.

CONCLUSÕES

Considerando-se que os valores estimados da fração de mineralização (FM), nas doses agronômicas máximas recomendadas, foram superiores (Franca: 26 %; Barueri: 43 %) ao valor da FM estipulado na norma brasileira para uso agrícola de lodo de esgoto anaeróbio (20 %), essa regulamentação deve ser reavaliada à luz dos resultados de pesquisas brasileiras já publicados.

Considerando-se a grande diferença observada entre as FM obtidas nos dois resíduos, conclui-se que para o cálculo de doses ambientalmente seguras de diferentes lodos de esgoto, em relação ao nitrogênio, deve-se determinar a fração de mineralização do N orgânico de cada resíduo, no solo em que será aplicado.

REFERÊNCIAS

BOEIRA, R.C.; LIGO, M.A.V. & DYNIA, J.F. Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** n. 37, p.1639-1647, 2002.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas**: critérios para projeto e operação. São Paulo, 1999. 32p. (Manual Técnico, P 4.230)

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução n. 375** , de 29 de agosto de 2006. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2006.

CORRÊA, R.S.; WHITE, R.E. & WEATHERLEY, A.J. Effect of compost treatment of sewage sludge on nitrogen behavior in two soils. **Waste Management**, n. 26, p. 614-619, 2006.

STANFORD, G. & SMITH, S.J. Nitrogen mineralization potentials of soils. **Soil Science Society American Journal**, n. 36, p. 465-471, 1972.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).