

Contribuição à gestão ambiental de lodo de esgoto em solos tropicais: determinação da fração de mineralização de compostos nitrogenados

R.C. BOEIRA¹

¹ Embrapa Meio Ambiente, Caixa Postal 69 – Jaguariúna/SP – CEP 13820-000; rcboeira@cnpmma.embrapa.br

RESUMO – As quantidades de lodo de esgoto a serem aplicadas a solos agrícolas são determinadas em função de diversos critérios. Um desses critérios considera a quantidade de nitrogênio inorgânico que o resíduo poderá gerar no solo, como nitrato, durante sua mineralização. A prática vigente atualmente no Brasil para definição de dosagens de lodo de esgoto a aplicar em solos agrícolas é determinada pelo CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Na Resolução 375, publicada em 2006 por esse órgão, recomenda-se a utilização do valor de 20% de disponibilização de N para lodos de esgoto que passem pelo tratamento anaeróbio. Esse valor, entretanto, baseia-se em dados obtidos para solos em climas temperados. Em solos tropicais, já se dispõe de dados de pesquisa, que preconizam índices de disponibilização de N superiores aos da atual legislação. Como o nitrato é altamente lixiviável no perfil do solo, se for gerado em quantidades superiores às absorvidas pelas plantas, torna-se um poluente potencial de águas subsuperficiais. Por essa razão, há necessidade de pesquisas com maior número de solos, dada a grande extensão do território brasileiro, visando-se o estabelecimento e validação de índices locais de disponibilização de N em solos tratados com lodos de esgoto. Porém, ainda não se dispõe de um protocolo específico para a determinação da fração de mineralização de compostos nitrogenados de lodos de esgoto utilizados na agricultura. Visando contribuir para isso, foi estabelecido neste trabalho um protocolo para a determinação da fração de mineralização de compostos de N presentes em lodos de esgoto, quando aplicados em solos agrícolas. Nele, são estabelecidas, passo a passo, as etapas para a estimativa desse índice, utilizando-se as metodologias usuais no Brasil em análises de solo e de resíduos. São apresentados ao final do protocolo resultados experimentais que mostram taxas de mineralização de nitrogênio superiores a estipulada na atual legislação.

Introdução

Por causarem intensa degradação dos recursos hídricos, os esgotos de diversas cidades brasileiras vêm sendo tratados em estações de tratamento de esgoto (ETEs). A destinação do lodo residual que é gerado nas ETEs é um grande problema ambiental para as empresas de saneamento, públicas ou privadas.

Uma alternativa técnica que pode ser viável, porém com muitas limitações, é o uso desses resíduos

orgânicos como adubo, aproveitando principalmente o nitrogênio (N), que é um importante e caro nutriente para as plantas. Por isso, há muito interesse na implantação imediata de programas de reciclagem agrícola de lodo de esgoto. Assim, esta prática é muitas vezes mostrada como uma forma sustentável de gestão do resíduo, olvidando-se a avaliação necessária e criteriosa dos riscos ambientais desta alternativa de disposição. Os benefícios do uso agrícola de lodos de esgoto, fácil e prontamente visíveis no desenvolvimento das plantas, podem desenvolver problemas ambientalmente dispersos (de difícil detecção) e graves, a curto e a longo prazo.

A geração excessiva de nitrato é um dos grandes riscos ambientais do uso agrícola de lodo de esgoto, pela possibilidade da contaminação de corpos d'água. O risco em relação ao nitrato é possível de ser minimizado com a aplicação de doses seguras de lodos de esgoto. Essas doses devem ser determinadas com base em informações técnicas tais como: a) avaliações laboratoriais e em campo do comportamento do lodo de esgoto no solo em que será aplicado, e b) recomendações de adubação para a cultura de interesse.

As avaliações laboratoriais quanto ao potencial de disponibilização de N de lodos aplicados em solos existem em pequeno número no Brasil, com poucos dados disponíveis quanto a tipos de solo, clima e tipos de tratamentos aplicados aos esgotos. Tanto é assim que o valor atualmente preconizado pelos órgãos regulatórios para a fração de mineralização de lodos de digestão anaeróbia é baseado em dados norte-americanos, obtidos em clima temperado [1, 2]. Com o objetivo de validar em todo o território brasileiro as pesquisas com lodos de esgoto, há necessidade de estabelecimento de protocolos para ensaios de avaliação que possam ser adotados nos laboratórios de análises de solo e resíduos.

O objetivo deste trabalho é apresentar um protocolo para ensaios de laboratório que visem a obtenção de estimativas para a fração de mineralização de compostos nitrogenados de lodos de esgoto aplicados em solos agrícolas.

Palavras-chave: legislação ambiental, reciclagem, resíduos sólidos

Material e métodos

Para o cálculo da quantidade de lodo de esgoto a ser aplicada a solos agrícolas, um dos critérios que podem ser utilizados é baseado na quantidade de N

nitrogênio potencialmente disponível às plantas, segundo Cetesb [1] e Conama [2], com fração de mineralização média dos dois lodos estimada em 31% [3], visando-se aplicar a quantidade de nitrogênio disponível recomendada para a cultura [4]; a dose 2N representa o dobro da dose 1N (Tab. 1). Os lodos úmidos utilizados encontravam-se com pH médio de 7,5 na época de aplicação.

Os lodos foram distribuídos a lanço nas parcelas experimentais, e incorporados a 20 cm de profundidade com enxada rotativa, três dias antes de cada semeadura. Os tratos culturais foram os padrões utilizados para milho, retirando-se os restos culturais antes da segunda aplicação dos lodos. O pH (relação solo:água 1:2,5) foi medido periodicamente em amostras de solo compostas por subamostras das parcelas experimentais, retiradas da camada 0-20 cm de profundidade, submetendo-se os dados à análise de regressão linear, a 5 % de probabilidade.

Resultados e discussão

Os dados com a variação de pH após as duas aplicações dos tratamentos encontram-se na Fig. 1.

A aplicação inicial das duas doses do lodo de esgoto de Franca (1N e 2N), e da dose 2N (dobro do N recomendado à cultura) do lodo de esgoto de Barueri causou acidificação significativa do solo ao longo de 250 dias.

No decorrer do segundo cultivo, a acidificação do solo foi significativa nos quatro tratamentos, e para os dois lodos de esgoto aplicados. Este efeito nos tratamentos NPK e 0N (testemunha) pode ser resultado da ocorrência natural do processo de acidificação em solos, que pode ser intensificado com a adubação mineral.

Os efeitos acidificantes dos lodos são em parte devidos aos processos decorrentes de sua mineralização no solo, mas também à sua origem anaeróbia. Esses lodos possuem altas concentrações de NH_4^+ (8 a 20 % do teor total de nitrogênio), que proporciona imediata geração de nitrato após a aplicação ao solo, quando ainda não há absorção pelas plantas e, no caso do segundo cultivo, quando já se iniciaram as chuvas. Este processo pode favorecer a lixiviação de solutos, com efeito na acidificação.

Decréscimos no pH podem reduzir substancialmente a atividade de microorganismos, e em consequência, a qualidade do solo, possibilitando a disponibilização, eventual ou momentânea, de elementos tóxicos às plantas (Al, por exemplo) e, ou à cadeia alimentar (metais pesados), além de reduzir a produtividade de algumas culturas. Este aspecto pode ser limitante quanto às quantidades a serem aplicadas em solos agrícolas, ou quanto ao seu manejo, ou mesmo quanto à conveniência ambiental de utilizá-los na agricultura.

Assim, ao considerar-se o solo como um meio depurador de lodos de esgoto, as quantidades a aplicar devem considerar o potencial de acidificação de cada material em particular, que pode ser avaliado em ensaios laboratoriais.

Conclusões

Considerando-se o tratamento 1N, em que a quantidade de lodo de esgoto aplicada ao Latossolo foi calculada com base no teor de N potencialmente disponível no lodo e visando-se fornecer N ao milho em quantidades recomendadas agronomicamente:

- 1- o lodo de Franca acidificou o solo; o mesmo não ocorreu com o lodo de Barueri;
- 2- a aplicação única do dobro dessa quantidade de lodo (tratamento 2N), seja de Barueri ou de Franca, acidificou o solo;
- 3- a reaplicação dos lodos de Franca e de Barueri, na mesma área, nessa quantidade (tratamento 1N) ou com o dobro da mesma (tratamento 2N), acidificou o solo.

Referências

- [1] Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. 1999. Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas - critérios para projeto e operação. São Paulo. 32 p. (Manual Técnico, P 4.230).
- [2] Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. 2006. Resolução n. 375 de 29 de agosto de 2006. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2006.
- [3] 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, v. 37, n. 11, p. 1639-1647, nov. 2002.
- [4] RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo: Fundação IAC, 1997. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

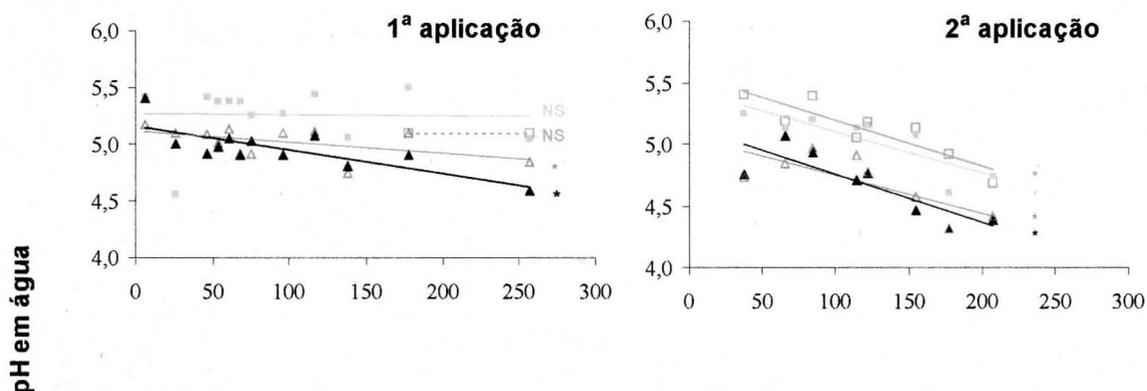
Tabela 1. Quantidades de lodo de esgoto (com base em massa de matéria seca) aplicadas ao solo nas doses 1N⁽¹⁾ e 2N em dois cultivos de milho

Origem do lodo de esgoto:	Franca ⁽²⁾		Barueri ⁽²⁾	
	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a
Aplicação:	----- kg ha ⁻¹ -----			
Dose 1N ⁽¹⁾	3.014	3.504	8.095	3.995
Dose 2N	6.028	7.008	16.190	7.990

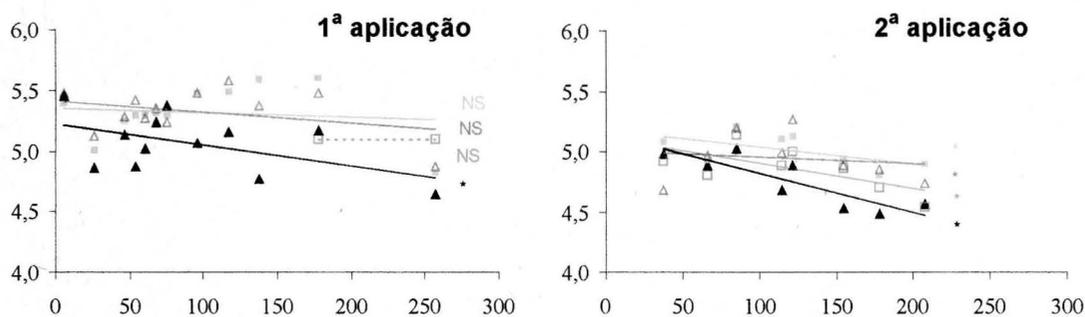
⁽¹⁾1N: Tratamento correspondente à aplicação, via lodo de esgoto, da dose de N disponível recomendada para o milho em cada safra.

⁽²⁾Lodos de esgoto das Estações de Tratamento de Esgotos de Franca (SP) e de Barueri (SP).

Lodo de esgoto de Franca (SP)



Lodo de esgoto de Barueri (SP)



Dias após a incorporação do lodo

Figura 1. Valores de pH medidos (símbolos) e estimados por regressão linear (linhas) em Latossolo após duas aplicações de doses de lodos de esgoto coletados em 1999 (1^a aplicação) e em 2000 (2^a aplicação) nas Estações de Tratamento de Esgotos de Franca/SP e de Barueri/SP (□: adubação NPK; ■: 0N ou testemunha; △: dose 1N de lodo de esgoto; ▲: dose 2N de lodo de esgoto). *: regressão linear significativa (P<0,05); NS: regressão linear não significativa.