FRAÇÃO DE MINERALIZAÇÃO DE COMPOSTOS NITROGENADOS DE LODOS DE ESGOTO: PROTOCOLO DE LABORATÓRIO

Rita Carla Boeira[1]

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

INTRODUÇÃO

A geração excessiva de nitrato é um dos grandes riscos ambientais da aplicação de lodos de esgoto em solos, pela possibilidade da contaminação de corpos d'água. Para o cálculo da quantidade de lodo de esgoto a ser aplicada a solos agrícolas, um dos critérios que podem ser utilizados baseia-se na quantidade de N inorgânico que o resíduo poderá gerar: a fração de mineralização de nitrogênio (FMN). Como há poucas estimativas desse índice no Brasil, quanto a tipos de solo, clima e tipos de tratamentos aplicados aos esgotos, o valor atualmente preconizado pelos órgãos regulatórios é baseado em dados obtidos em clima temperado (Cetesb, 1999; Conama, 2006). O objetivo deste trabalho é apresentar um protocolo para obtenção de estimativas para a FMN de lodos de esgoto aplicados em solos.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, deve-se compor uma amostra de solo com 10 subamostras coletadas na área agrícola em que o lodo será aplicado, e na profundidade em que o mesmo será incorporado ao solo (0 a 10 ou 0 a 20 cm). Não deixar a amostra secar e não peneirar; determinar sua umidade em capacidade de campo e manter nessa umidade, num saco plástico semi-aberto, em local fresco e à sombra, até o início da incubação. A amostra de lodo de esgoto deve ser seca ao ar, em local telado para não atrair insetos, peneirada a 4 mm, sem desprezar os torrões (moê-los se necessário), e guardada em saco plástico.

A seguir é descrito o procedimento para lodos não tratados com cal.

a) Obter curvas de neutralização do solo com carbonatos (relação molar Ca:Mg 3:1) para elevar o pH do solo em $CaCl_2$ a 5,5.

b) Peneirar o solo (5mm) que será utilizado na incubação com o lodo de esgoto, determinar a umidade e proceder à correção da acidez do solo, incubando-o com a quantidade de carbonato indicada na curva de neutralização e mantendo a umidade em capacidade de campo; depois de estabilizado o pH dos solos (cerca de três semanas), determinar a

umidade do solo. No lodo de esgoto seco, determinar: umidade, teores de N Kjeldahl (N-orgânico + N-NH_4^+), de amônio (N-NH_4^+) e de nitrato + nitrito [N-(NO_3^- + NO_2^-)] (Tedesco et al., 1995); os resultados devem ser expressos em mg do parâmetro por kg de lodo de esgoto em base seca.

c) Para a incubação aeróbia, avaliam-se algumas doses de lodo de esgoto, por exemplo, doses equivalentes a zero, uma, duas e três vezes a quantidade de N recomendada para a adubação do cultivo de interesse, segundo cálculo definido em Cetesb, (1999). Separar, em sacos ou baldes plásticos, cerca de 2 kg de solo para cada dose de lodo a ser avaliada, misturando as massas de lodo de esgoto previamente determinadas ao solo. Nas pesagens, descontar a umidade atual (umidade gravimétrica, determinada em estufa a 105°C) dos materiais, considerando as massas de solo e de lodo de esgoto em base seca para a composição dos tratamentos (kg de lodo de esgoto/kg de solo). Homogeneizar adequadamente os resíduos com o solo nos sacos plásticos.

d) Imediatamente, determinar nessas misturas de [lodo de esgoto + solo] (considerado tempo zero): umidade, teores de N-Kjeldahl, de amônio e de nitrato + nitrito (sempre em base seca): realizar a extração do solo (utilizando aproximadamente 3 g de solo úmido) com KCl 2M (15 mL) e determinar, no extrato, NH_4^+ e NO_3^- + NO_2^- por destilação a vapor com MgO e liga Devarda (Bremner & Keeney, 1966; Tedesco et al, 1995). Logo em seguida, pesar 500 g de cada tratamento (base seca) em sacos plásticos reforçados, em triplicata (três sacos para cada tratamento), e colocar água suficiente para atingir a capacidade de campo. Anotar o peso de cada saco. Manter o solo em capacidade de campo, pesando os sacos periodicamente e acrescentando água destilada quando necessário. Manter a temperatura ambiente constante, se possível.

e) Periodicamente, homogeneizar o solo nos sacos, sacudindo-os; fazer rodízio dos mesmos na bancada em que se encontram no laboratório. Decorridos os intervalos de dias previamente determinados (por exemplo, 7, 14, 28, 35, 42, 56, 63, 70, 84, 98, 112 dias), coletar amostras de cada saco em quantidade suficiente para fazer as determinações dos teores de amônio e de nitrato + nitrito. Anotar o novo peso. Para cada período de incubação, a quantidade total de N mineralizado é obtida pela soma dessas determinações. Pode-se determinar, também, o pH do solo nas várias épocas estudadas, para avaliar o efeito do lodo de esgoto sobre este atributo da fertilidade do solo.

A quantidade total de N mineralizada desde o início da incubação (N acumulado) é calculada para cada repetição e para cada época estudada, somando-se as quantidades de N nas formas minerais determinadas no solo na época considerada e descontando-se os teores encontrados no tempo zero (item d acima). Estes resultados representam o total

mineralizado pela mistura [lodo de esgoto + solo] desde o início da incubação até aquele momento, expressos em mg do parâmetro por kg de solo (em base seca).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. Estimativa de N orgânico potencialmente mineralizável de lodo de esgoto

Para cada dose de lodo, ajustar uma curva com os valores das três repetições, por meio de um programa de computador (StatGraphics, SAS, ou outro), utilizando os dados obtidos no item e (teor de N mineralizado a cada período de incubação: 0 a 7 dias; 0 a 14 dias; 0 a 21 dias, etc.). O ajuste é feito de acordo com o modelo proposto por Stanford & Smith (1972) estimado por análise de regressão não-linear (Smith et al., 1980), baseado em uma equação de regressão exponencial simples dada por $N_m = N_o \cdot e^{-kt}$, em que N_m é o N total que foi mineralizado no tempo t, N_o é o N potencialmente mineralizável num ciclo de cultivo e k é a constante da taxa de mineralização. N_o e k são estimados pelo programa. Este ajuste permite que sejam feitas estimativas das quantidades potenciais de N mineral que podem ser disponibilizadas no solo em diferentes épocas após a aplicação do lodo (Boeira, 2004). Na Fig. 1 (esquerda) apresentam-se, como exemplo, as curvas obtidas com doses de N orgânico (0, 106, 201 e 400 mg kg^{-1}) aplicadas a Latossolo, que corresponderam à aplicação de 0, 8.000, 16.000 e 32.000 kg ha^{-1} de lodo de esgoto de Barueri/SP (considerando-se no cálculo a camada de 0 a 20 cm de profundidade de solo com densidade igual a 1,0 kg dm^{-3}).

B. Estimativa da fração de mineralização potencial de N orgânico de lodo de esgoto

FMN pode ser obtida pela análise de regressão linear entre os dados estimados de N_0 (N potencialmente mineralizável) e as doses aplicadas de N orgânico via compostos nitrogenados de lodo de esgoto. A declividade obtida, multiplicada por 100, representa a FMN que se quer estimar (Fig. 1 à direita). Com esses dados, estima-se em 39 % a FMN potencial desse lodo de esgoto, conforme equação apresentada.

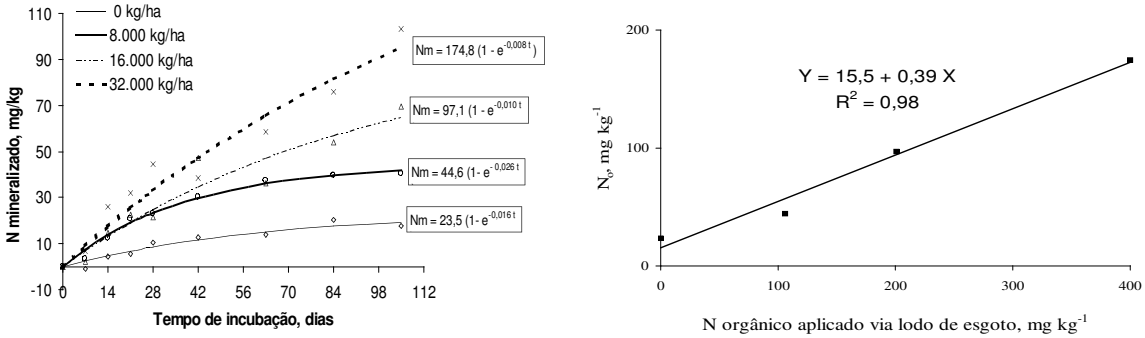


Fig. 1. N mineral gerado em Latossolo incubado com lodo de esgoto de Barueri, SP (esquerda) e N potencialmente mineralizável (No) desse lodo quando aplicado em Latossolo, estimado por incubação sem lixiviação. (Fonte: Boeira et al., 2002).

CONCLUSÕES

O estabelecimento de um protocolo para avaliação de ensaios, em laboratório, da fração de mineralização de compostos nitrogenados presentes em lodos de esgoto (FMN), é fundamental para o estudo das taxas de mineralização de N em condições de solos e de clima tropicais, utilizando-se ensaios similares nos diversos Estados brasileiros. A uniformização dos ensaios em todo o Brasil é importante e necessária para o estabelecimento de sistemas de uso agronômico de lodo como fertilizandte nitrogenado, visando-se minimizar riscos por contaminação de mananciais de água com nitrato. E os estudos no Brasil devem ser intensificados, para que minimizem-se os riscos ambientais, considerando-se que o valor atualmente sugerido pela norma brasileira para lodos com digestão anaeróbia é de 20%, bastante inferior a valores já publicados em trabalhos científicos, obtidos em incubações com solos tropicais.

REFERÊNCIAS

BOEIRA, R. C., LIGO, M. A. V. & DYNIA, J. F. 2002. Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.37, v.11, p. 1639-1647. 2002.

BOEIRA, R.C. 2004. **Uso de lodo de ewsgoto como fertilizante orgânico: disponibilização de nitrogênio em solo tropical.** Jaguariúna, SP, Embrapa Meio Ambiente: 3p (Comunicado Técnico, 12).

BREMNER, J.M. & KEENEY, D.R. 1966. Determination and isotope ratio analysis of different forms of nitrogen in soils: 3 – Exchangeable ammonium, nitrate and nitrite by extraction-destillation methods. **Soil Science Society American Proceedings**, n. 30, p. 577-582.

Companhia de Tecnologia de Saneanento 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).

Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 2006. **Resolução n. 375** de 29 de agosto de 2006. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2006.

STANFORD, G.& SMITH., S.J. 1972. Nitrogen mineralization potentials of soils. Soil **Science Society American Journal,** n. 36, v. 2, p. 465-471.

SMITH, J. L., SCHNABEL, R.R.; MCNEAL, B.L. & CAMPBELL, G.S. 1980. Potential errors in the first-order model for estimating soil nitrogen mineralization potentials. **Soil Science Society American Journal**, n.44, v. 5, p. 996-1000.

TEDESCO, M.J., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. 1995. **Análise de solo, plantas e outros materiais**, Departamento de Solos, UFRGS (Boletim Técnico, 5) 2a. edição, Porto Alegre.