

Determinação da Fração de Mineralização de Nitrogênio de Lodos de Esgoto: um Método Alternativo

Rita Carla Boeira ¹

Viviane Cristina Bettanin Maximiliano ²

O nitrogênio (N) encontra-se presente em lodos de esgoto em formas orgânicas, as quais têm que ser mineralizadas para que as plantas possam aproveitá-lo. Assim, a base de um programa de uso agrícola de lodo de esgoto deve considerar a quantidade desse N que é transformada em formas inorgânicas disponíveis às plantas, ou seja, a fração de mineralização de N do lodo de esgoto.

A fração de mineralização de N é empregada nos cálculos das taxas agrônomicas de aplicação de lodos de esgoto em solos agrícolas. Pode ser estimada por vários métodos, procedendo-se a incubações nas quais avalia-se a produção de N mineral *versus* tempo [t]. Em geral, utilizam-se incubações aeróbias de longa duração (CETESB, 1999), estimando-se a fração potencial líquida de mineralização por meio de um modelo matemático que indica a parcela do N-orgânico aplicado mineralizada no tempo [t]. No entanto, por ser um método de alto custo e muito demorado, mais de três meses, é praticamente impossível ao agricultor aguardar os resultados laboratoriais, e laboratórios de

análises básicas de solos não incluem em seus serviços as determinações necessárias para a estimativa do potencial de mineralização de N orgânico do solo ou de sistemas [lodo de esgoto + solo].

Alternativamente, neste trabalho foi avaliado o método de incubações anaeróbias para determinação da fração de mineralização de N de lodos de esgoto aplicados em solos, visando-se avaliar a eficiência e o grau de associação desse método, mais simples e mais rápido, em relação ao método de incubações aeróbias.

Foram realizados experimentos de incubação aeróbia e anaeróbia para avaliação da dinâmica de N de quatro doses de dois tipos de lodos, aplicadas em amostras de Latossolo Vermelho distroférico com textura argilosa, pH 5,8 (0 a 20cm), com três repetições. Os lodos de esgoto foram coletados em 1999 nas estações de tratamento de Franca, SP (esgotos domésticos) e de Barueri, SP (recebe também esgotos industriais) (Tabela 1).

¹ Engenheira Agrônoma, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas, Caixa Postal 69 Cep 13820-000 - Jaguariúna, SP. E-mail: rcboeira@cnpma.embrapa.br

² Bacharel em Química, Caixa Postal 69 Cep 13820-000 - Jaguariúna, SP. E-mail: viviane@cnpma.embrapa.br.

Tabela 1. Composição química parcial de lodos de esgoto coletados em 1999 nas estações de tratamento de esgoto de Franca, SP e de Barueri, SP.

Lodo	pH ⁽¹⁾	Umidade (base seca)	N-total	C-orgânico ⁽²⁾	Ca Mg K			Ni Cu Cd Pb			
					g/kg			mg/kg			
Franca	6,3	172	46,0	308	13,1	1,7	0,8	33,9	153	2,6	72,6
Barueri	6,5	96	26,8	206	21,5	2,3	1,4	289,3	738	8,8	160,5

Relação lodo:água 1:2,5. ⁽²⁾ Walkley-Black.

As doses de N orgânico aplicadas via lodos (em base seca) foram: 63, 122, 244 e 486 mg/kg (Franca), e 106, 201, 400 e 796 mg/kg (Barueri), além dos tratamentos sem aplicação de lodo (dose zero). Estas doses são equivalentes a 3, 6, 12 e 24 t/ha de lodo de Franca, e 8, 16, 32 e 64 t/ha de lodo de Barueri (em base seca).

O experimento com o método de incubação aeróbia foi conduzido sem lixiviação, obtendo-se a mineralização líquida acumulada do N orgânico aplicado via lodos de esgoto aos 0 (zero), 7, 14, 21, 28, 42, 63, 84 e 105 dias após a incorporação dos lodos (DAIL), e o parâmetro **N_o-aeróbia** (N potencialmente mineralizável obtido na incubação aeróbia 105 DAIL), estimado para esses lodos (Boeira et al, 2002a) utilizando-se uma equação cinética de primeira ordem (Stanford & Smith, 1972).

Para as incubações anaeróbias (sem lixiviação), tomaram-se amostras de solo das parcelas do experimento acima aos 0 (zero), 7, 14, 21, 28 e 42 DAIL, as quais foram secas ao ar e mantidas alagadas durante sete dias em estufa a 40°C (Bundy & Meisinger, 1994). O parâmetro **N_o-anaeróbia** (N potencialmente mineralizável obtido na

incubação anaeróbia) foi calculado pela diferença entre os teores de N-NH₄⁺ determinados no solo no início da incubação e na solução final após cada incubação anaeróbia.

Utilizou-se análise de regressão linear para verificar a relação funcional entre N_o (**N_o-aeróbia** ou **N_o-anaeróbia**) e doses aplicadas de N orgânico, e análise de correlação para verificar o grau de associação entre os resultados obtidos pelos dois métodos, ambas a 1% de significância.

Os resultados mostraram que, nos dois métodos, os teores totais recuperados de N mineral foram proporcionais às doses de N orgânico aplicadas ao solo via lodo de esgoto. A fração de mineralização líquida de N dos dois lodos estudados pode então ser estimada pelo coeficiente de regressão dos valores de **N_o** às doses aplicadas de N orgânico (Figura 1). Os valores obtidos, 14% no método com incubação anaeróbia e 29% no método com incubação aeróbia, refletem a diversidade de processos que ocorrem nas duas técnicas de incubação.

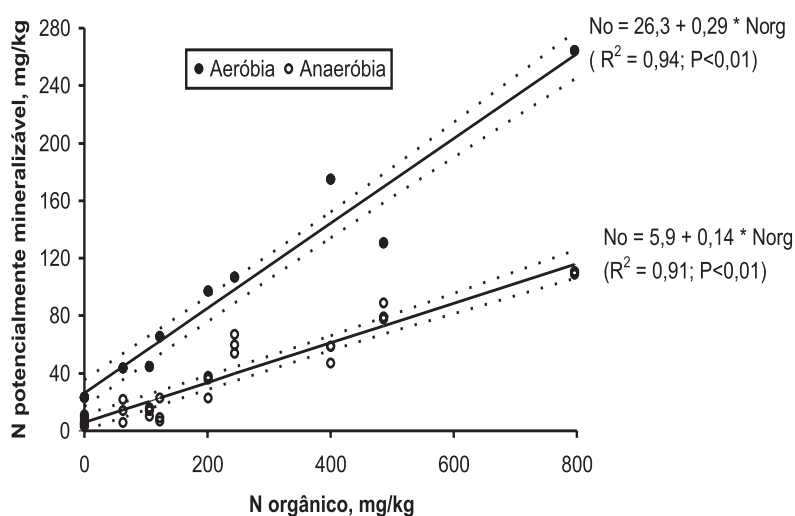


Figura 1. Doses de N orgânico aplicadas e N potencialmente mineralizável (**N_o**), em 105 dias de incubação aeróbia e em sete dias de incubação anaeróbia, com ajuste dos dados ao modelo linear e respectivos intervalos de confiança (95%), em Latossolo Vermelho distroférrico tratado com lodos de esgoto das estações de tratamento de Franca, SP e de Barueri, SP, coletados em 1999.

A fração de mineralização que deve ser considerada nos cálculos de taxas agrônômicas é a obtida nas incubações aeróbias a longo prazo, em que são fornecidas condições ótimas à mineralização, tornando-se mais próxima da realidade que ocorre em campo do que em condições de anaerobiose. Assim, o valor médio a ser utilizado para a fração de mineralização dos dois lodos significa que 29% das quantidades de N orgânico aplicadas ao solo via lodos de esgoto são potencialmente mineralizáveis em um cultivo anual. Este valor foi utilizado como critério para cálculo da dose máxima de N orgânico a ser aplicada neste solo, em experimento de campo cultivado com milho, e mostrou-se adequado para prevenir formação de excesso de nitrato no solo: após três aplicações sucessivas destes lodos de esgoto em campo e três cultivos, não houve diferenças entre três tratamentos (testemunha, lodos e adubação mineral completa) quanto aos teores de nitrato no perfil do solo (Boeira et al., 2002 b).

Por outro lado, os teores de N mineral recuperados pelos dois métodos tiveram forte associação entre si, nas diversas épocas avaliadas após a incorporação dos lodos. Da mesma forma, as estimativas de potencial de mineralização de N orgânico das misturas [lodos de esgoto-solo], N_o -anaeróbia e N_o -aeróbia, também correlacionaram-se significativamente. Obteve-se, assim, a seguinte relação entre os dois métodos de incubação estudados:

$$N_o\text{-aeróbia} = 21,6 + 1,93 * N_o\text{-anaeróbia} \quad (R^2 = 0,84; P < 0,01) \quad (1).$$

Portanto, utilizando-se o método alternativo aqui descrito de incubação anaeróbia durante sete dias, pode-se estimar a fração de mineralização de N de lodos de esgoto de Franca ou de Barueri no solo utilizado neste trabalho, com possibilidade de calibração do mesmo para lodos gerados em estações com outros tipos de tratamento do esgoto, bem como para outras classes de solos.

Inicialmente, determina-se o teor de N orgânico na amostra de lodo de esgoto. A seguir, procede-se à incubação anaeróbia, obtendo-se estimativas da mineralização líquida para diversas misturas [lodo de esgoto + solo]; desconta-se desses valores a mineralização devida ao solo não tratado com lodo de esgoto (também obtida na incubação anaeróbia), obtendo-se N_o -anaeróbia. Aplica-se então a equação (1) e obtém-se N_o -aeróbia, que é a estimativa da

mineralização líquida devida exclusivamente ao lodo de esgoto aplicado. Este valor, dividido pela quantidade de N orgânico aplicada via lodo, fornece uma estimativa da fração de mineralização potencial do N orgânico do resíduo. Obtém-se então a média dos valores das diversas misturas [lodo de esgoto + solo]. Esta média será a estimativa da fração de mineralização potencial de N, a ser usada para o cálculo da quantidade de lodo de esgoto a aplicar no solo que corresponda à dose de N requerida pela cultura.

O método de incubação anaeróbia de amostras de resíduos misturadas a solos mostrou-se adequado para avaliação da fração de mineralização de N orgânico de lodos de esgoto, com as vantagens de maior simplicidade operacional, custo muito menor e bem mais rápido em relação aos métodos usualmente recomendados de longas e caras incubações aeróbias, conduzidas com ou sem lixiviação.

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, v. 37, n. 11, p. 1639-1647, 2002a.

BOEIRA, R.C.; VIEIRA, R. F.; DYNIA, J. F. **Mineralização de lodo de esgoto e perdas de nitrogênio**: relatório final de atividades. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2002b. 47 p. Subprojeto 11.1999.237-02. Subprojeto concluído.

BUNDY, L. G.; MEISINGER, J. J. Nitrogen availability indices. In: WEAVER, R.W.; ANGLE, S.; BOTTOMLEY, P.; BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, A.; WOLLUM, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Part 2. Microbiological and biochemical properties. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 951-984.

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

STANFORD, G.; SMITH, S. J. Nitrogen mineralization potentials of soil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 36, n. 2, p. 465-471, 1972.

Comunicado Técnico, 13



Embrapa Meio Ambiente
Endereço: Rodovia SP-340 - Km 127,5
Tanquinho Velho - Caixa Postal 69
Cep. 13820-000 - Jaguariúna, SP
Fone: (19) 3867-8700
Fax: (19) 3867-8740
E-mail: sac@cnpma.embrapa.br

1ª edição

Comitê de publicações

Presidente: *Geraldo Stachetti Rodrigues*
Secretário-Executivo: *Maria Amélia de Toledo Leme*
Secretário: *Sandro Freitas Nunes*
Membros: *Cláudio C. de A. Buschinelli, Heloiza F. Fillizola, José Maria Guzman Ferraz, Marcelo A. Boechat Morandi, Maria Lúcia Saito, Manoel Dornelas de Souza*

Expediente

Normalização Bibliográfica: *Maria Amélia de Toledo Leme*
Editoração eletrônica: *Silvana C. Teixeira*