DECOMPOSIÇÃO DE LODOS DE ESGOTO EM LATOSSOLO

Rita Carla Boeira[1]; Marcos Antonio Vieira Ligo[2].

INTRODUÇÃO – O tratamento biológico de diversos resíduos sólidos através da oxidação de compostos de carbono a gás carbônico e água pode ser feito através de sua aplicação ao solo. Dentre estes, alguns lodos de esgoto podem ter o solo agrícola como seu receptor final, quando são rigorosamente atendidas as recomendações técnicas estipuladas pela legislação, já existente em muitos países e atualmente em fase de estabelecimento no Brasil (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2004). Além disso, para que se minimize a poluição ambiental, a disposição desses resíduos em solos agrícolas requer que os mesmos melhorem sua qualidade e potencial produtivo, com comprovado benefício agronômico e sem qualquer prejuízo ambiental. Se parte do carbono orgânico presente no lodo de esgoto for resistente à degradação, sem que haja, porém, inibição da atividade microbiana do solo, seu teor no solo aumentará, o que pode promover alterações significativas em alguns atributos de interesse agronômico. A persistência (incrementos e/ou conservação do teor de carbono orgânico) de materiais orgânicos no solo pode ser avaliada medindo-se as taxas de degradação do lodo pela atividade microbiana indígena do solo, análise que faz parte da necessária caracterização qualitativa e quantitativa do material para disposição em solos agrícolas (Cetesb, 1999; Nuvolari, 1996). Neste estudo, avaliou-se como a incorporação de doses de dois lodos de esgoto ao solo afeta a mineralização da matéria orgânica do solo, por meio da evolução de $C\text{-}CO_2$.

PALAVRAS-CHAVE – carbono, mineralização, solo, lodo de esgoto anaeróbio

MATERIAL E MÉTODOS – O solo (LVd, 0-20cm) e os lodos de esgoto foram secados ao ar e peneirados (2mm). A composição química parcial do solo foi: pH: 5,8; P: 3,5 mg dm^{-3}; K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Al^{3+} e capacidade de troca de cátions: 1,51; 27,5; 8,5; 1,0 e 73,5 $mmol_c$ dm^{-3}, respectivamente. Os lodos de esgoto, não tratados com cal, foram coletados em 1999 nas estações de tratamento de Franca (SP) (de origem doméstica) e de Barueri (SP) (de origem urbano-industrial) (Tabela 1). Os tratamentos constituíram-se da testemunha (solo sem lodo), NPK (adubação mineral), lodo de Franca (F): 1,5; 3, 6 e 12 g de lodo kg^{-1} de solo e lodo de Barueri (B): 4, 8, 16 e 32 g de lodo kg^{-1} de solo (em base seca). Os tratamentos foram denominados de acordo com as quantidades de lodo, estimadas em

[1] Embrapa Meio Ambiente - Caixa Postal 69. 13820-000 – Jaguariúna (SP); e-mail: rcboeira@cnpma.embrapa.br.
[2] Embrapa Meio Ambiente - e-mail: ligo@cnpma.embrapa.br

Mg/ha: F3, F6, F12 e F24; B8, B16, B32 e B64, e organizados em blocos casualizados com três repetições. As misturas lodo-solo foram incubadas durante 57 dias (100 g da mistura/tratamento) em ambiente escuro (24ºC ± 2ºC), em recipientes plásticos de três litros com tampa (Cetesb, 1990), contendo um recipiente com 20mL de NaOH 0,1 mol L^{-1} para captura de CO_2, determinando-se as perdas de carbono na forma de CO_2 (C-CO_2) após 3, 4, 7, 9, 11, 15, 18, 25, 32, 37, 43, 50 e 57 dias, após adição de $BaCl_2$ saturado aos frascos de NaOH, por meio de titulação com H_2SO_4 0,1N. A fração de degradação foi estimada dividindo-se a diferença entre o carbono desprendido em cada tratamento e na testemunha pelo total de carbono aplicado ao solo via lodo de esgoto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO – A biodegradação dos resíduos não foi afetada pela adubação mineral NPK. Nos sistemas lodo-solo a perda de carbono foi reduzida durante o experimento, variando de 2,6 a 6,0% do teor inicial de carbono no solo, durante o período de incubação (57 dias). Houve tendência de aumento da evolução de C-CO_2 com o aumento das doses de lodo, o qual não foi proporcional às doses aplicadas de carga orgânica, evidenciando que nas doses maiores houve decréscimo da taxa de decomposição, com acúmulo relativo de C-orgânico no solo nesses tratamentos. Resultados semelhantes também foram observados por Santos et al. (2002), Pires et al (2002) e Barretto (1995). A menor taxa de decomposição de grandes quantidades aplicadas pode ser desfavorável quando se busca no solo um meio para descarte dos resíduos; quando for esse o objetivo, os resultados deste experimento indicam que os lodos de Franca e de Barueri devem ser adicionados aos solos em pequenas doses, caso sejam desejáveis altas taxas de decomposição, o que requer maior área para disposição do material. Quando o objetivo é o aproveitamento em solos agrícolas, as taxas de aplicação de lodos de esgoto devem ser simultaneamente condicionadas a outros critérios, como teores máximos permitidos de substâncias orgânicas, organismos e elementos químicos perniciosos ao ambiente. Entre eles, é relevante a disponibilização potencial de nitrato no solo, também decorrente da degradação do material orgânico, e que pode tornar a aplicação de doses elevadas de lodos de esgoto danosas ao meio ambiente (Dynia & Boeira, 2000). De um modo geral, o comportamento dos dois tipos de lodos de esgoto foi semelhante, com 50% ou mais da degradação total nos primeiros 15 dias, seguidos de tendência de estabilização das perdas de carbono após 20-30 dias de incubação. Os dados obtidos para a fração de degradação também foram semelhantes para os dois tipos de lodo, e pouco dependentes das doses aplicadas, o que pode ser devido ao fato de que os materiais orgânicos carbonados contidos no lodo de esgoto são

referenciados como persistentes no solo (Boyle & Paul, 1989). A fração de degradação média do carbono aplicado foi de 15%, similar aos valores encontrados por Reis & Rodella (2002), mas bastante inferior ao valor de 42% estimado por Santos et al. (2002) para lodo de esgoto anaeróbio tratado com biopolímero e incubado em latossolo durante 151 dias. As curvas que exprimem a geração acumulada de CO_2 nos respirômetros ao final do período encontram-se na Figura 1. Aos 57 dias de incubação já é possível verificar uma tendência de estabilização na degradação do carbono em todos os tratamentos. Verifica-se que o comportamento do solo testemunha (sem lodo) ou do solo com adubação mineral NPK foi semelhante, com mesmas quantidades de matéria orgânica degradadas no período avaliado. Observam-se diferenças entre a biodegradação na testemunha e nas menores doses dos resíduos (tratamentos F3 e B8), nos quais pequenas quantidades de matéria orgânica foram incorporadas ao solo. As doses utilizadas dos dois lodos de esgoto não afetaram a ação microbiana, pois em todas a geração de CO_2 no período estudado foi crescente. Comparando-se os dois tipos de lodo de esgoto, observa-se uma tendência do lodo de Franca de apresentar degradação mais intensa, gerando mais gás carbônico quando se comparam, por exemplo, os tratamentos F6 com B8, ou F12 com B16.

CONCLUSÕES - As doses aplicadas permitiram a manutenção da condição aeróbia necessária à degradação dos dois tipos de lodo de esgoto. A decomposição dos lodos de esgoto foi mais lenta nas doses mais elevadas. A velocidade de decomposição é distinta para lodos de esgoto de diferentes origens, quando aplicados em doses semelhantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETTO, M. C. V. Degradação da fração orgânica de resíduos e efeitos em algumas propriedades químicas e físicas de dois solos. 1995. Tese (Tese de Doutorado) - ESALQ-USP. Piracicaba. 106 p.

BOYLE, M.; PAUL, E. A. Carbon and nitrogen mineralization kinetics in soil previously amended with sewage sludge. Soil Sci.Soc. Am. J., (53):99-103, 1989.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneanento Ambiental. 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).

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneanento Ambiental. Solos – determinação da biodegradação de resíduos – método respirométrico de Bartha. Norma Técnica L6.350, São Paulo: 1990, 15p.

CONAMA. Regulamentação do uso agrícola de lodo de esgoto. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama/processo.cfm?processo=02000.002533/2003-11> Acesso em : 11 jun. 2004.

DYNIA, J. F.; BOEIRA, R. C. Implicações do uso do lodo de esgoto como fertilizante em culturas anuais: nitrato no solo. Comunicado Técnico. 4. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna-SP. nov, 2000.

NUVOLARI, A. Aplicação de lodo de esgotos municipais no solo: ensaios de respirometria para avaliar a estabilidade do lodo. Campinas/SP, 1996, 158p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - UNICAMP, Faculdade de Engenharia Civil.

PIRES, A.M.M.; ANDRADE, C.A.; MATTIAZO, M.E. Degradação da carga orgânica, condutividade elétrica e pH de um latossolo tratado com biossólido incorporado ou em superfície. XXV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Rio de Janeiro, 2002. Resumo expandido (CD-ROM).

REIS, T. C.; RODELLA, A. A. Cinética de degradação da matéria orgânica e variação do pH do solo sob diferentes temperaturas. R. Bras. Ci. Solo, 26:619-626, 2002.

SANTOS, D.S.; ANDRADE, C.A.; MATTIAZZO, M.E. Degradação da fração orgânica de lodos de esgoto após aplicação no solo. XXV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Rio de Janeiro, 2002. Resumo expandido (CD-ROM).

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	Cr	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
		----------		(g kg^{-1})	----------			-------		(mg kg^{-1})		-------	
Franca	6,3	172	46,0	308	13,1	1,7	0,8	308	34	153	744	2,6	73
Barueri	6,5	96	26,8	206	21,5	2,3	1,4	418	289	738	1765	8,8	160

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

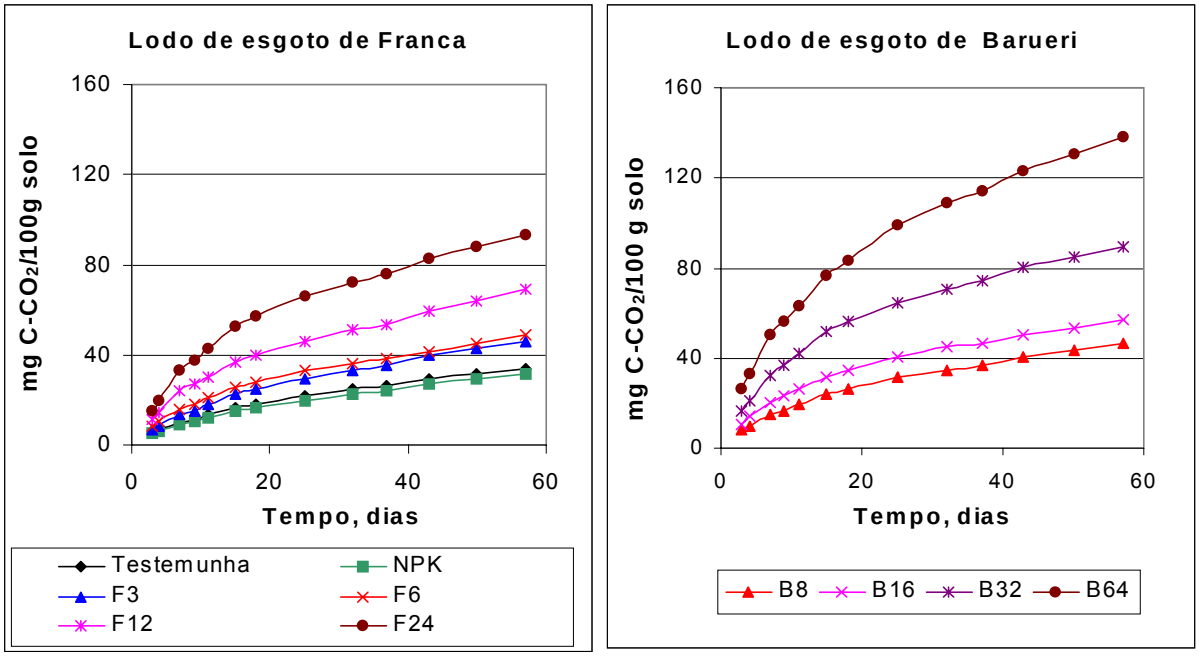

FIGURA 1. Produção acumulada de C na forma de CO_2 em 13 épocas de avaliação em Latossolo incubado durante 57 dias com doses crescentes de lodos de esgoto coletados em 1999 nas estações de tratamento de esgotos de Franca (SP) e de Barueri (SP).