

## Efeito residual do lodo de esgoto sobre a atividade microbiana em três solos representativos do estado do Paraná

**Rosemeri Metz<sup>(2)</sup>; Athina Ilich<sup>(3)</sup>; Andressa Andriolli<sup>(3)</sup>; Beatriz Monte Serrat<sup>(4)</sup>  
Alessandra Monteiro de Paula<sup>(5)</sup>; Jair Alves Dionísio<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos Sanetec/Sanepar (2008/2010) e PPGCS/UFPR/Capes.

<sup>(2)</sup> Mestranda do Programa Pós-graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Paraná; Curitiba, Paraná; [rmmgaia@gmail.com](mailto:rmmgaia@gmail.com); <sup>(3)</sup> Graduanda em Agronomia do Setor de ciências Agrárias/UFPR; <sup>(4)</sup> Professora do PPGCS/UFPR; <sup>(5)</sup> Professora do Setor Palotina/UFPR; <sup>(6)</sup> Professor do Departamento de Solos/UFPR.

### RESUMO:

O uso do lodo de esgoto na agricultura é a destinação mais adequada para este resíduo. O tratamento do lodo por alcalinização lhe confere propriedades de corretivo agrícola. A matéria orgânica acrescentada ao solo através do lodo de esgoto proporciona um imediato aumento da respiração e da atividade microbiana. Em trabalho anterior, os solos receberam doses de lodo de esgoto e um primeiro cultivo. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi verificar os efeitos residuais de doses de lodo de esgoto alcalinizado, utilizado como corretivo, sobre a atividade microbiana em três solos do Paraná: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico arenoso; LATOSSOLO VERMELHO Distroférico muito argiloso e LATOSSOLO BRUNO Ácrico argiloso. O experimento foi implantado em casa de vegetação do departamento de solos da UFPR. O segundo cultivo de feijão utilizou delineamento de blocos casualizados, com três repetições e seis tratamentos, sendo 0, 50, 100, 150 e 200% da dose de lodo equivalente para elevar o pH a 5,5 e a dose de 100% de calcário para a mesma condição de pH, todas obtidas anteriormente pelo método da incubação. Foram determinadas a respiração edáfica, respiração basal e biomassa microbiana do solo (BMS). Resultados foram submetidos a análises estatísticas Anova e Teste de Tukey a 5% pelo programa Assistat. Houve aumento da liberação de C-CO<sub>2</sub> com a elevação das doses de lodos de esgoto para respiração edáfica, microbiana e BMS para os três tipos de solo. Em comparação com dose equivalente ao calcário os lodos de esgoto alcalinizados também favoreceram a atividade microbiana no solo da sua respectiva região.

**Termos de indexação:** respiração basal, biomassa do solo, respiração edáfica.

### INTRODUÇÃO

O uso do lodo de esgoto na agricultura é a destinação mais adequada para este resíduo, sobre os aspectos técnicos, ambientais e econômicos (Bettiol, 2000), O processo de estabilização do lodo de esgoto através da

alcalinização com cal confere a ele propriedades de corretivo agrícola, o que leva ao estabelecimento de normativas com restrições agrônômicas para a sua utilização. Entre elas que o solo após o recebimento do lodo não poderá atingir pH acima de 7,0 e, de maneira conjunta a dose recomendada também não poderá exceder a necessidade de nitrato ou amônio da cultura a ser instalada (CONAMA, 2006). A atividade da microbiota do solo é responsável pela decomposição dos compostos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia do solo. A biomassa microbiana do solo e suas atividades metabólicas, tem sido apontadas como as características mais sensíveis às alterações na qualidade do solo, causadas por mudanças de sistemas de uso e práticas de manejo (Silva, et al., 2010). A matéria orgânica do solo normalmente encontra-se em uma condição de equilíbrio dinâmico, na qual a mineralização do húmus é compensada pela síntese do novo húmus. A adição de material orgânico rompe esse equilíbrio, ocorrendo então degradação intensa da matéria orgânica nativa ou da exógena, ou então de ambas, conforme o tipo, ocorrendo à evolução e a sucessão das diferentes comunidades de microrganismos do solo. (Stevenson,1986; Cardoso et al.,1992; Silveira et al., 2007) observaram que após a incorporação de lodo de esgoto esses efeitos permaneceram por longos períodos. Enquanto (Konrad & Castilhos, 2001), pesquisando solos que também receberam esse resíduo, encontraram atividade microbiana mais expressiva apenas até os primeiros 50 dias. O objetivo deste trabalho é verificar os efeitos residuais do uso de lodos de esgoto, sobre a atividade microbiana de três diferentes solos do estado do Paraná.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Tratamentos (primeiro cultivo)

No ano de 2010 foi instalado o primeiro experimento com as mesmas amostras de solo, em casa de vegetação no Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná (Pontoni, 2012), para verificação da nutrição e crescimento do feijoeiro em função de lodo de esgoto alcalinizado e calcário, usados como corretivos. Os solos foram selecionados em três regiões distintas, nos municípios de Umuarama, Pato Branco e Pinhais (Região Metropolitana de Curitiba - RMC). Foram coletados em área de vegetação secundária nas três localidades, à profundidade de 0-20 cm (horizonte A), sendo classificados respectivamente como: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico arenoso (LVD 19); LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico muito argiloso (Lvdf1) e LATOSSOLO BRUNO Ácrico argiloso (LBw1) (EMBRAPA, 2006). O processo de aplicação do lodo de esgoto nestes solos ocorreu com a seleção de três lotes de lodo bruto desaguado, resultantes de tratamento anaeróbico de esgoto, originários de estações de tratamento de esgotos (ETE's) dos municípios de Umuarama, Pato Branco e de Almirante Tamandaré (RMC). Após as coletas, foram determinados os sólidos totais (ST), sendo em seguida alcalinizados em laboratório pelo processo de estabilização alcalina prolongada (EAP), que consistiu na incorporação de cal na proporção de 50% da massa de ST nos lodos úmidos, misturados manualmente, com posterior período de cura de trinta dias. Estes solos receberam as duas fontes de corretivo o calcário e os lodos de esgoto alcalinizado nas doses de 0, 50, 100, 150 e 200% equivalentes às quantidades necessárias para elevar o pH dos solos a 5,5 aos 60 dias, conforme foram estabelecidas através da curva de elevação de pH (Serrat, et al., 2011). O primeiro cultivo com a cultura de feijão em vasos ocorreu no ano de 2010. Após o encerramento do experimento os solos foram secos e armazenados.

### Caracterização do experimento para avaliação do efeito residual (segundo cultivo)

Utilizou-se para a continuidade o delineamento de blocos inteiramente casualizados com seis tratamentos e três repetições, considerando cada solo como um experimento. Para isso utilizou-se os seguintes tratamentos anteriores: 0, 50, 100, 150 e 200% para os lodos de esgoto e 100% para o calcário.

Os três experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do SCA, da UFPR, em Curitiba -PR. Os solos foram acondicionadas em

vasos de 2,3 dm<sup>3</sup> que constituíram assim, as unidades experimentais (18 unidades/experimento). O plantio ocorreu no mês de novembro de 2012, com a reidratação (ativação) dos solos nos vasos. Foi realizada adubação de base somente para potássio, de acordo com a análise química de cada solo com cloreto de potássio, seguindo recomendação do Estado do Paraná (IAPAR, 2003). Foi realizada a inoculação das sementes com *Rhizobium tropici*.

A cultivar utilizada foi IPR-Tuiuiu. Foram realizadas no início do ciclo e no encerramento as determinações da respiração basal (Alef, 1995) e da biomassa microbiana do solo - BMS (Anderson & Domsch, 1993). As regas ocorreram com água deionizada mantendo-se 70% da capacidade de campo. Para a avaliação da respiração edáfica (Grisi, 1995) foi semanalmente instalado um respirômetro em cada vaso (Figura 1), permanecendo por 48 horas. Aos 62 DAE, estágio R8 de desenvolvimento (início de inchamento das vagens), as plantas foram colhidas, encerrando o experimento na casa de vegetação.

Os resultados foram analisados estatisticamente pelo programa ASSISTAT 7.6, fazendo-se para cada solo a análise ANOVA e o teste de Tukey, comparando as médias dos tratamentos, ao nível de 5% de significância.



Figura 1. Mini respirômetro utilizado para determinação da respiração edáfica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando com a testemunha e tendo o tratamento com calcário como referência, o uso de lodos de esgoto alcalinizados ocasionou alterações significativas nas propriedades biológicas dos três solos estudados. Resultados semelhantes com aplicação de lodo esgoto sobre a atividade microbiana do solo foram encontrados por Fortes Neto et al. (2012) e Santos et al. (2009). A variação da respiração edáfica, apresentada na (Tabela 1), indica que para os três tipos de solo avaliados, houve aumento crescente no C-CO<sub>2</sub> emanado até as duas doses mais

elevadas de lodo de esgoto. As respostas encontradas para o tratamento com calcário C100, não diferiram estatisticamente da dose L100 de lodo para os três solos.

**Tabela 1** Efeito residual de doses de lodo de esgoto sobre a respiração edáfica

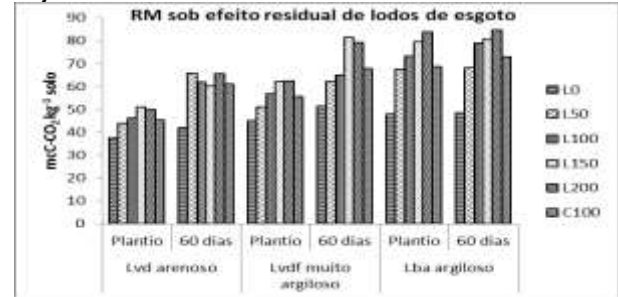
Médias	Datas de leitura						
Tratamento	23/nov	29/nov	06/dez	12/dez	19/dez	26/dez	28/dez
Flutuação da respiração edáfica C-CO <sub>2</sub> mg m <sup>2</sup> solo h <sup>-1</sup>							
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico arenoso (LVD 19)							
L0	68a	99a	104c	182a	200a	198c	188b
L50	84a	124a	117bc	238a	192a	239bc	221b
L100	84a	169a	166ab	232a	242a	278b	277b
L150	65a	175a	173ab	233a	230a	380a	375a
L200	75a	174a	167ab	252a	215a	285b	320b
C100	80a	186a	187a	248a	227a	284a	315b
CV%	43,32	23,43	14,70	16,83	12,64	9,06	6,00
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico muito argiloso (Lvd11)							
L0	100a	191a	140a	179ab	111ab	78c	103bc
L50	111a	154a	123a	150ab	103ab	88c	89c
L100	110a	201a	153a	133bc	147ab	192ab	191a
L150	91a	159a	123a	153ab	151ab	232a	215a
L200	78a	144a	143a	192a	187ab	239a	252a
C100	101a	199a	104a	91c	81b	166b	182ab
CV%	20,81	18,05	21,11	15,05	27,49	13,39	17,02
LATOSSOLO BRUNO Ácrico argiloso (LBw1)							
L0	147a	129a	138,a	113a	144a	127c	126b
L50	101abc	159a	133a	128ab	141a	78c	95b
L100	67c	161a	135a	124ab	153a	205b	223a
L150	120abc	165a	168a	181ab	207a	256ab	251a
L200	136abc	161a	156a	167ab	180a	263a	260a
C100	85bc	155a	157a	208a	163a	208ab	218a
CV%	17,49	30,93	13,51	22,22	28,21	11,04	9,34

L0-Testemunha; L50- 50%; L100-100%; L150-150%; L200-200% da dose necessária para elevar o pH até 5,5 com lodo de esgoto alcalinizado. C100 - 100% da dose para elevar o pH a 5,5 com calcário. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores resultados para a respiração edáfica foram encontrados no Latossolo Vermelho distrófico arenoso em 26 e 28 de dezembro (380 3 375 mg C-CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> solo) respectivamente, bem como na respiração microbiana houve acréscimo médio de 33 % na quantidade de C-CO<sub>2</sub> emanado entre o plantio e aos 60 dias, nas maiores doses de lodo, (**Gráfico 1**). Indicando assim, que mesmo para baixas quantidades de lodo de esgoto aplicadas sobre este solo, apresentaram nestas condições, efeito residual sobre a microbiota do solo. Para o Latossolo Vermelho distrófico muito argiloso o acréscimo médio na respiração microbiana aos 60 dias foi de 21% e para o Latossolo Bruno este acréscimo médio foi de 3%.

As menores respostas encontradas para o Latossolo Vermelho Distrófico muito argiloso e para o Latossolo Bruno Ácrico argiloso, apesar de terem recebido maiores quantidades de lodo, pode ser justificado pelo alto poder tampão conferido a estes solos, em função dos altos teores de argila de (8,5g kg<sup>-1</sup>) e (6,5 g kg<sup>-1</sup>) respectivamente, bem como do alto teor de matéria orgânica do Latossolo Bruno.

**Gráfico 1.** Variação da Respiração Microbiana do solo nos dois períodos de determinação, sob efeito residual de lodos de esgoto em cultivo de feijão



O resultado para a Biomassa Microbiana do Solo, (**Gráfico 2**), entre o plantio e 60 dias, foi maior no Latossolo vermelho distrófico arenoso, variando em 35% na testemunha e chegando até 100% nas doses mais altas.. Os maiores valores para biomassa microbiana ocorreram nos tratamentos L100 e L200 aos 60 dias. O tratamento com calcário para BMS também apresentou maior resposta neste solo. Vieira, et al.,(2011) estudando aplicação de lodos de efluentes de parboilização do arroz e adubação mais calcário, em argissolo, encontraram maiores respostas de BMS para o lodo. Para o Latossolo muito argiloso e para o Latossolo bruno argiloso os acréscimos na BMS foram menores, porém ocorreram em todos os tratamentos com diferenças significativas nas maiores doses.

**Gráfico 2.** Variação da Biomassa Microbiana do solo nos dois períodos de determinação, sob efeito residual de lodos de esgoto em cultivo de feijão.



## CONCLUSÕES

Ocorreu efeito residual de doses de lodos de esgoto alcalinizados, usados como corretivo, favorecendo a atividade microbiana nos três solos avaliados.

O Latossolo Vermelho distrófico arenoso, mesmo recebendo menores quantidades de lodo de esgoto, respondeu ao seu efeito residual com diferenças mais elevadas na respiração edáfica,

na respiração microbiana e na biomassa microbiana do solo, seguido do Latossolo Bruno argiloso e do Latossolo Vermelho eutroférrico muito argiloso.

As respostas do tratamento com calcário e dos tratamentos com lodos equivalentes ao calcário, não apresentaram diferenças estatísticas.

## REFERÊNCIAS

- ALEF, K. Estimation of soil respiration. In: Alef, K.; NANNIPIERI, P. (ed.). *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. London: Academic Press, p.214-219. 1995.
- ANDERSON, T.H. & DOMSCH, K.H. Ratio of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. *Soil Biol. Biochem.*, 21:471-479, 1982.
- BETTIOL, W. & CAMARGO, O. *Lodo de Esgoto: Impactos Ambientais na Agricultura*. 1ed. Jaguariúna. Embrapa. 2006. 349p. Disponível em: [http://www.cnpma.embrapa.br/public/public\\_pdf21.php?tipo=li&id=77](http://www.cnpma.embrapa.br/public/public_pdf21.php?tipo=li&id=77). Acesso em 15 abril 2012
- CONAMA Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em: 05 fev. 2012.
- CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. *Microbiologia do solo Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 1992. 360p.
- FORTES NETO, P.; FORTES, N. L. P.; SILVA, E. M. A. M.; BRAMBATTI, F.; SILVA, C.R. A Qualidade do Solo Medida pela Liberação de Co<sub>2</sub> e pelo Número de Bactérias e Fungos num Solo Fertilizado com Composto de Lodo. In: *Simpósio de Gestão e Tecnologia*. Anais. São Paulo 2012.
- GRISI, B.M. Biomassa e Atividade Microbiana do Solo: Revisão Metodológica. *Revista Nordestina de Biologia*. João Pessoa 10:1-22, 1995. IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná. OLIVEIRA, E.L.de (org.). *Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no estado do Paraná*. Londrina: IAPAR, 2003.30p.
- KONRAD, E.; CASTILHOS, D. Atividade Microbiana em um Planossolo após a Adição de Resíduos de Curtume. *Revista Brasileira de Agrociência*, 7:131-135, 2001
- PONTONI, D.R.; MOTTA, A.C.V.; SERRAT, B.M. Nutrição e crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função de lodo de esgoto e calcário para solos subtropicais. *Curitiba, UFPR*, 2010.
- SANTOS, J. A.; SANTOS, V. B.; ARAÚJO, A. S. Alterações na Atividade Microbiana e na Matéria Orgânica do Solo após Aplicações de Lodo de Esgoto. *Bioscience*, 25:17 – 23, 2009.
- SERRAT, B. M.; SANTIAGO, T. R.; BITTENCOURT, S.; MOTTA, A. C. V.; SILVA, L.A.T.P.; ANDREOLI, C. V. Taxa de aplicação máxima anual de lodo de esgoto higienizado pelo processo de estabilização alcalina: estudo comparativo de curvas de pH de solo. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 19:30-37, 2011.
- SILVA, R. R.; SILVA, N.M.L.; CURTI, N.; ALOVISI, M.T. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes. *Ver. Bras. Ci. Solo*, 34:1585-1592, 2010.
- SILVEIRA, A.P.D.; FREITAS, S.S. Microbiota do solo e qualidade ambiental. *Instituto Agrônomo de Campinas*, 312 p.198. 2007.
- STEVENSON, F.J. *Humus chemistry: Genesis, composition, reactions*. 2ed. New York. J. Wiley & Sons .1994. 496p.
- VIEIRA, G. D.; CASTILHOS, D.D.; CASTILHOS, R.M.V. Atributos Microbianos do Solo após a adição de Lodo Anaeróbico da Estação de Tratamento de Efluentes de Parboilização do Arroz. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:543-550, 2011.