

# BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA EM SOLOS SUPLEMENTADOS COM LODO DE ESGOTO E LODO DE ESGOTO COMPOSTADO

MICROBIAL BIOMASS AND ACTIVITY IN SOILS SUPPLEMENTED WITH SEWAGE SLUDGE AND COMPOSTED SEWAGE SLUDGE

VIEIRA, R.F.<sup>1</sup>; SILVA, C.M.S.<sup>1</sup>; FERREIRA, A.P.<sup>2</sup>; INFANTE, C.S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Embrapa meio Ambiente, Caixa Postal 69, 13820-000, Jaguariúna, SP

<sup>2</sup> Bolsista da Embrapa Meio Ambiente

<sup>3</sup> Bolsista PIBIC, Embrapa Meio Ambiente

e-mail:rosana@cnpma.embrapa.br

## Resumo

Solos de texturas contrastantes foram suplementados com diferentes doses de lodo de esgoto e lodo de esgoto compostado e comparados quanto a seus efeitos na biomassa e atividade microbiana do solo. Em ambos os solos o Cmic foi maior no tratamento controle e menor no tratamento com fertilização nitrogenada. Não houveram diferenças concretas entre os dois compostos nos valores de  $qCO_2$  que pudessem sugerir qualquer efeito negativo dos tratamentos na microbiota do solo. O menor valor de Cmic/Corg obtido nos tratamentos com composto de lodo no solo arenoso, aos 21 dias, sugere a ocorrência de menor quantidade de C prontamente disponível neste substrato, o que poderia prejudicar a eficiência de utilização de C pelos microrganismos em solo com baixo conteúdo de C orgânico.

## Abstract

Soils of contrasting textures were supplemented with different doses of sewage sludge and composted sewage sludge and compared in relation to its effects on soil microbial biomass and activity. In both the soils Cmic were highest in the control treatment and lowest in the nitrogen fertilization treatment. There were no concrete differences between the two compounds in the values of  $qCO_2$  that could suggest any negative effect of the treatments in the soil microorganisms. The lowest value of Cmic / Corg obtained in treatments with composted sewage sludge in the sandy soil, at 21 days, suggests the occurrence of lesser quantity of C readily available in this substrate, which could harm the efficiency of use of C by microorganisms in soil with low content of organic C.

## Introdução

A aplicação de lodo de esgoto a solos agrícolas tornou-se uma forma adequada de disposição deste composto e vários benefícios decorrentes de sua aplicação têm sido amplamente citados. Para que estes benefícios sejam plenamente alcançados, porém, é de extrema importância que o material a ser utilizado no solo atenda certos padrões de qualidade. No caso do lodo de esgoto os principais fatores limitantes de sua utilização estariam relacionados à presença de poluentes orgânicos e inorgânicos e à contaminação por microrganismos. No sentido de contornar estes problemas o lodo pode ser submetido a um tratamento de estabilização adicional, que é a compostagem, que irá prevenir a acumulação de alguns componentes químicos danosos, além de diminuir a quantidade de matéria orgânica volátil e a densidade de microrganismos patogênicos. Antes da adoção desta técnica, porém, é necessário avaliar o seu efeito na microbiota do solo.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da suplementação do solo com lodo de esgoto e lodo de esgoto compostado sobre a biomassa e atividade microbiana do solo.

## Material e Métodos

O experimento foi instalado sob condições controladas de laboratório com dois solos de texturas contrastantes (Tabela 1) e os seguintes tratamentos: controle absoluto (C), controle mais adubação nitrogenada com uréia (90 kg N ha<sup>-1</sup>; FM), duas doses de lodo de esgoto (LE) e duas doses de lodo compostado (LC), em quatro repetições. O lodo de esgoto foi proveniente da Estação de Tratamento de Lodo de Jundiá, SP (sistema de tratamento secundário biológico por lagoas aeradas seguidas de lagoas de decantação), e a compostagem

deste mesmo lodo foi feita com podas de árvores e serragem de eucalipto (Tabela 2). A dose 1 foi calculada de modo a fornecer 90 kg N ha<sup>-1</sup> e a dose 2 foi 30% maior que a dose 1. Para os cálculos das doses tomou-se como base uma fração de mineralização do N orgânico do biossólido e do lodo compostado de 30% (Boeira et al., 2002). Os compostos foram misturados uniformemente em 1 kg de solo contido em vasos com a mesma capacidade. Os vasos foram incubados em sala com temperatura controlada entre 25°C e 27°C. As umidades dos solos foram mantidas entre 60 e 70% da capacidade de campo, por meio de pesagens periódicas dos vasos, até 30 dias de incubação. A partir deste ponto os solos foram permitidos secar para verificação do potencial dos compostos orgânicos na recuperação da microbiota ao estresse de umidade. Aos 90 dias a umidade foi novamente elevada para 70% da CC. Aos 21 dias e aos 110 dias de incubação amostras de solo foram retiradas para análise dos parâmetros microbiológicos. O C da biomassa microbiana (Cmic) foi quantificado pelo método de fumigação-extração (Vance et al., 1987). Os fator  $k_{EC} = 0,38$  foi utilizado na conversão dos conteúdos de C em biomassa microbiana. A respiração básica dos solos foi avaliada em potes contendo 100 g de solo úmido segundo a técnica descrita por Anderson, (1982). O C orgânico do solo foi determinado pelo método de oxidação do dicromato de potássio. O coeficiente metabólico ( $qCO_2$ ) foi calculado a partir dos dados de respiração e C da biomassa microbiana e expressos em mg CO<sub>2</sub>-C mg Cmic g<sup>-1</sup> de solo d<sup>-1</sup>. Foi também calculado o percentual de Cmic em relação ao C orgânico do solo (Cmic/Corg). As seguintes atividades enzimáticas foram também avaliadas, aos 90 dias: protease, arilsulfatase e fosfatase ácida.

Tabela 1. Características químicas e físicas dos solos<sup>1</sup>

	pH (CaCl <sub>2</sub> )	MO	P	K	Ca	Mg	CTC	V	Areia	Silte	Argila
Solo Argiloso (1)	4,0	22	2	0,5	11	4	113,5	13,6	43	8	49
Solo Arenoso (2)	4,9	14	9	1,2	12	4	42,2	40,7	77	9	14

<sup>1</sup> MO (g dm<sup>-3</sup>); P, K, Ca, Mg, CTC (mg dm<sup>-3</sup>), V, Areia, Silte e Argila (%)

Tabela 2. Características químicas do lodo de esgoto e do composto de lodo

	pH	N total (g kg <sup>-1</sup> )	C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )
Lodo de esgoto	4,1	27,11	335
Composto de lodo	6,5	13,8	321

## Resultados e Discussão

Tanto no solo 1 como no solo 2 os maiores valores de Cmic foram obtidos nos tratamentos controles (Figura 1a). No solo 1 o menor Cmic foi observado no tratamento FM, enquanto que no solo 2 as menores biomassas foram obtidas nos tratamentos com o composto de lodo. Aos 90 dias de incubação verificou-se um decréscimo médio de 68 % nos valores de Cmic em todos os tratamentos. Os maiores valores de RB, aos 21 dias, foram obtidos nos tratamentos suplementados do solo 2, enquanto que a menor taxa foi verificada no tratamento FM do solo 1. Aos 90 dias, a RB diminuiu em todos os tratamentos. Os decréscimos obtidos nestes dois parâmetros aos 90 dias de incubação podem estar relacionados ao efeito do estresse de umidade.

Os valores de  $qCO_2$  demonstram comportamento diferenciado entre os dois solos com relação à suplementação. No solo argiloso embora os resultados fossem menores que o controle eles não diferiram em relação ao tratamento FM, tanto aos 21 como aos 90 dias. No solo arenoso os maiores valores de  $qCO_2$  foram obtidos no tratamento FM. Aos 21 dias houve forte tendência à diminuição deste índice em relação ao tratamento controle o que não ocorreu aos 90 dias. A relação Cmic/Corg aos 21 dias praticamente não diferiu entre os tratamentos suplementados, enquanto no solo 2 os menores valores foram obtidos com a aplicação do composto. Aos 90 dias não houve diferença quanto a este índice em relação aos tratamentos suplementados. Em ambas as épocas os maiores valores de Cmic/Corg no solo 1 foram obtidos no tratamento C; o mesmo ocorreu para o solo 2 aos 21 dias. Isto pode estar relacionado ao fato de que aos 21 dias não houve tempo suficiente para que os microrganismos do solo se adaptassem às novas condições.

O  $qCO_2$  tem sido proposto como um indicador de distúrbio do ecossistema durante a adaptação de um sistema a diferentes práticas agrícolas (Anderson & Domsch, 1990),

enquanto a razão Cmic/Corg é um indicador da eficiência de utilização da matéria orgânica pelos microrganismos do solo (Anderson & Domsch, 1989). Os valores de  $qCO_2$  não indicam a ocorrência de um provável efeito deletério sobre a microbiota do solo decorrente da aplicação dos compostos. Ao contrário, eles diminuíram o  $qCO_2$  em relação ao tratamento FM no solo arenoso e foram, no geral, bem menores que os valores do tratamento controle no solo argiloso. Por outro lado, os resultados de Cmic/Corg demonstram menor eficiência dos microrganismos na utilização do C orgânico do solo nos tratamentos suplementados, principalmente no solo arenoso tratado com o composto de lodo. Isto pode ser atribuído à menor disponibilidade de C prontamente solúvel neste substrato em decorrência do processo de compostagem. Com o estresse hídrico a capacidade de utilização do C orgânico dos compostos foi mais afetada no solo argiloso. A tabela 4 demonstra, de forma geral, que na ausência de estresse hídrico o  $qCO_2$  foi menor no solo arenoso, ou seja, neste caso os microrganismos foram mais eficientes na conversão dos substratos em C da biomassa microbiana. Do mesmo modo os valores de Cmic/Corg indicaram maior eficiência na utilização do C orgânico pelos microrganismos no solo arenoso. Logicamente que um estudo da diversidade de microrganismos nestes solos poderá fornecer resultados mais concretos sobre o real efeito dos dois compostos na microbiota do solo, uma vez que a eficiência na utilização de compostos orgânicos pode modificar entre grupos de microrganismos do solo. Este estudo está em andamento. Os dados da tabela 4 também demonstram que após o estresse hídrico maiores valores foram obtidos no solo arenoso para as atividades da protease e da arilsulfatase.

Tabela 3. Coeficiente metabólico ( $mg CO_2-C mg Cmic kg^{-1} d^{-1}$ ), percentagem de Cmic em relação ao C orgânico do solo e C orgânico (%) dentro dos diferentes tratamentos.

Tratamentos	$qCO_2$		Cmic/Corg		C orgânico
	21 dias	90 dias	21 dias	90 dias	
Solo mais argiloso					
C1	52,41 a	43,49 a	3,99 a	1,34 a	1,34 b
FM1	32,44 b	27,85 ab	2,09 c	0,72 b	1,41 b
LE11	31,33 b	16,94 b	2,47 bc	0,62 b	1,41 b
LE12	36,44 ab	29,55 ab	2,78 b	0,92 b	1,38 b
LC11	36,84 ab	19,42 b	2,39 bc	0,69 b	1,52 a
LC12	28,62 b	21,94 b	2,16 c	0,83 b	1,53 a
Solo arenoso					
C2	33,20 ab	22,75 b	5,47 a	0,99 a	0,83 c
FM2	38,69 a	36,76 a	4,30 b	1,20 a	0,87 c
LE21	24,43 bc	23,76 b	3,96 b	1,32 a	0,94 b
LE22	24,46 bc	13,67 b	4,08 b	1,09 a	0,93 b
LC21	18,73 c	18,31 b	2,80 c	1,32 a	1,04 a
LC22	-	18,50 b	3,30 c	1,15 a	1,02 a

Médias seguidas pela letra na mesma coluna e dentro de cada solo não diferem entre si pelos teste de Duncan ( $P \leq 0,05$ )

Tabela 4. Efeito de tipo de solo dentro de algumas variáveis

Parâmetros	Efeito de solo	Solo1	Solo2
Cmic (21d)	NS	-	-
Cmic (90 d)	NS	-	-
RB (21d)	NS	-	-
RB (90d)	NS	-	-
$qCO_2$ (21d)	*	36,35 ± 2,86	23,25 ± 2,86
$qCO_2$ (90d)	NS	-	-
Cmic/Corg (21d)		2,65 ± 0,09	3,98 ± 0,09
Cmic/Corg (90d)	*	0,85 ± 0,06	1,18 ± 0,06
Corg	*	1,43 ± 0,018	0,94 ± 0,018
Protease(90 dias)	*	24,09 ± 2,70	44,22 ± 2,70
Arilsulfatase (90 dias)	*	1,64 ± 0,04	2,95 ± 0,04
Fosfatase ácida (90 dias)	*	17,28 ± 0,18	13,83 ± 0,18

NS = não significativo; Significativo a  $P \leq 0,05$  (teste de Duncan)

## Conclusões

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que as doses de lodo e composto de lodo a serem aplicadas em solos de diferentes classes texturais, considerando os valores de  $qCO_2$  e de  $Cmic/Corg$ , em áreas sujeitas a estresses hídricos, podem ser diferentes. O processo de compostagem parece ter diminuído a eficiência dos microrganismos na utilização do C orgânico no solo arenoso.

### Referências

ANDERSON, J.P.E. Soil respiration. In: PAG, A.L. (Ed.). **Methods of soil analysis**, part 2. Soil Science Society of American, Madison, Wis., p. 837-871, 1982.

ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Ratio of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.21, p. 471-479, 1989.

ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Application of ecophysiological quotients ( $qCO_2$  e  $qD$ ) on microbial biomass from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, v.22, p. 251-255, 1990.

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

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v.19, p.703-707, 1987.

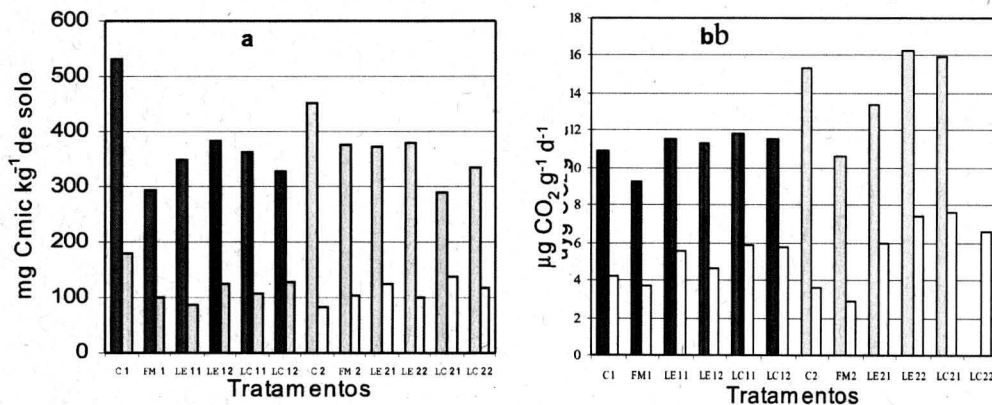


Figura 1. C da biomassa microbiana (Cmic, A) e respiração básica (RB, B) do solo dentro dos diferentes tratamentos. ■, solo 1 (21 dias); □, solo 2 (21 dias); ▒, solo 1 (90 dias); solo 2 (90 dias). Erro padrão: (Cmic, solo1, 21 dias)= 21,00; (Cmic, solo2, 21 dias) = 16,11; (Cmic, solo1, 90 dias) = 18,21; (Cmic, solo2, 90 dias) =13,28; (RB, solo1, 21 dias)= 1,53; (RB, solo2, 21 dias) = 2,30; (RB, solo1, 90 dias) = 0,61; (RB, solo2, 90 dias) = 0,60