

# INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO EM UM SISTEMA DE POUSSO FLORESTAL NA REGIÃO SERRANA DO RIO DE JANEIRO

**J. BARBOSA<sup>1</sup>, T. OLKKONEN<sup>2</sup>, P. ÖSTERREICHER-CUNHA<sup>3</sup>, J. C. POLIDORO<sup>4</sup>, H. COUTINHO<sup>4</sup>**

<sup>(1)</sup> aluna de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UFRJ, bolsista CAPES, (caramujoyce@biologia.ufrj.br). <sup>(2)</sup> Aluno de graduação do curso de Microbiologia da Universidade de Helsinki, Finlândia, (tuomas.olkkonen@helsinki.fi). <sup>(3)</sup> Pesquisadora do Laboratório de Geotecnia e Meio Ambiente da PUC Rio (osterr@civ.puc-rio.br). <sup>(4)</sup> Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Solos - Embrapa Solos (polidoro@cnpq.embrapa.br; heitor@cnpq.embrapa.br). Fomento: PRODETAB/PRONEX  
Palavras-chave: biomassa microbiana, quociente microbiano, atividade microbiana, carbono orgânico.

## INTRODUÇÃO

A região serrana do Estado do Rio de Janeiro possui uma grande quantidade de áreas utilizadas para agricultura de pousio, que consiste no cultivo temporário de 3 a 5 anos de uma parcela com posterior descanso, ou seja, manutenção do solo intocável durante um período de 3 a 10 anos. Para garantir a regeneração da vegetação, muitos agricultores mantêm fragmentos florestais em suas propriedades, que atuam como um banco de sementes e propágulos para as parcelas em pousio. Trata-se, portanto, de sistemas agroflorestais seqüenciais, em que áreas de produção são sucedidas por florestas secundárias e vice-versa. Muitas propriedades também fazem uso das terras para plantio de monoculturas perenes de produtos economicamente rentáveis na região, como banana e café. Assim, com o intuito de entender a dinâmica dos nutrientes e avaliar a eficiência dos sistemas de pousio florestais, faz-se necessária uma seleção adequada de parâmetros indicadores da qualidade dos solos sob esse tipo de manejo.

Dentre os indicadores utilizados no monitoramento da qualidade do solo, certos parâmetros microbiológicos são de grande valia, uma vez que os microorganismos são responsáveis pela mineralização dos nutrientes e respondem rapidamente a mudanças ambientais. Portanto, indicadores microbiológicos oferecem a vantagem de revelar alterações na dinâmica de nutrientes que geralmente não são detectadas somente pela mensuração da matéria orgânica e da fertilidade do solo (Powlson *et al.*, 1987). Destacam-se, entre esses indicadores, o carbono imobilizado na biomassa microbiana, bem como sua relação com o carbono orgânico total do solo (quociente microbiano) e a atividade microbiana em relação à biomassa microbiana, que fornecem uma estimativa da qualidade da matéria orgânica e da eficiência de mineralização do carbono (Sparling, 1992).

O presente trabalho teve com objetivo avaliar o carbono total do solo e o imobilizado na biomassa microbiana, o quociente e a atividade microbianos como indicadores da qualidade do

solo em um sistema agroflorestal, com duas áreas sob cultivo perene, uma área de pousio e um fragmento de floresta atlântica na região serrana do Rio de Janeiro.

## MATERIAL & MÉTODOS

A área de estudo refere-se a uma propriedade rural, localizada no Município de Bom Jardim, região serrana fluminense. A propriedade denominada “Sítio da Cachoeira” está em torno de 900 m de altitude, à 22° 09’62” S e 42° 17’14” W. Nesta propriedade, há mais de 50 anos vem sendo praticado um sistema de agricultura migratória, onde a propriedade é dividida em glebas com diferentes tipos de cultivos e diferentes estágios de pousios ou estágios sucessionais de vegetação. As culturas são anuais e rotativas, além de culturas perenes de banana e café, ambas com mais de 15 anos de idade. O plantio de café sofre eventuais podas e é capinado química e manualmente, enquanto que o plantio de banana é capinado quimicamente. Ambos os plantios sofrem eventuais adubações com fertilizantes químicos do tipo NPK. As áreas amostradas foram os cultivos perenes de banana e café, uma área de pousio com idade de 2 anos e um fragmento de mata nativa de aproximadamente 45 anos de idade, todos localizados lado a lado, em um declive acentuado.

A coleta de solos foi realizada em setembro de 2005. Em cada área foram amostrados três pontos, onde foram coletadas amostras de profundidade 0 a 10 cm. Foram analisados o carbono orgânico e teor de carbono na biomassa microbiana ( $C_{mic}$ , mg  $C_{mic} \cdot Kg \text{ solo seco}^{-1}$ ), pelo método da fumigação-extração, de acordo com Vance *et al.* (1987) e Jörgensen & Brooks, (1990). O carbono orgânico ( $C_{org}$ , mg  $C_{org} \text{ kg solo seco}^{-1}$ ) foi considerado o carbono extraído nas amostras não fumigadas (Hofman & Dušek, 2003). A atividade microbiana foi mensurada através da hidrólise de Diacetato de Fluoresceína (FDA), segundo Adam & Duncan (2001). A partir dessas medidas, foram calculados o quociente microbiano ( $q_{Mic}$ ), dado pela razão  $(C_{mic}/C_{org}) \cdot 100$  e a atividade por unidade de biomassa microbiana, expressa em  $\mu g \text{ de FDA hidrolisado} \cdot \text{min}^{-1} \mu g C_{mic}^{-1}$ . Os dados foram analisados através dos testes estatísticos não paramétricos de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney ao nível de significância de 5%, com auxílio do *software* SYSTAT 10®.

## RESULTADOS & DISCUSSÃO

O valor médio de  $C_{mic}$  no solo sob cultivo de banana foi menor que os demais, enquanto que as áreas sob cultivo de café, pousio de 2 anos e a mata não diferiram significativamente umas das outras, (Tabela 1 e Figura 1). Já o  $C_{org}$  apresentou os menores valores nas áreas de mata e

pousio, enquanto que nas áreas sob café, esta variável apresentou o maior valor, seguido da área sob banana (Tabela 1 e Figura 1).

Tais resultados indicam que as áreas ocupadas com café e banana possuem uma grande quantidade de carbono orgânico em seus solos, porém uma pequena proporção deste carbono está alocada na biomassa microbiana do solo. Esta suposição é confirmada pelos valores de  $q_{Mic}$  (Tabela 1), pois verifica-se que uma pequena proporção de  $C_{mic}$  em relação ao  $C_{org}$  total do solo nas áreas de café e banana, quando comparados às áreas de pousio e mata (Tabela 1).

Tabela 1: Valores médios de carbono microbiano ( $C_{mic}$ ), carbono orgânico ( $C_{org}$ ),  $q_{Mic}$ , atividade microbiana e atividade por unidade de biomassa microbiana nas quatro áreas estudadas. Erro padrão entre parênteses. n = 3.

Área	$C_{mic}$	$C_{org}$	$q_{Mic}$	Atividade	Atividade por unidade de biomassa microbiana
Café	9,14 <sup>ab</sup> (3,70)	23,24 <sup>a</sup> (2,35)	0,037 <sup>a</sup> (0,008)	10,03 <sup>a</sup> (1,25)	14,40 <sup>ab</sup> (5,10)
Banana	3,49 <sup>b</sup> (0,90)	18,30 <sup>b</sup> (1,25)	0,021 <sup>a</sup> (0,007)	6,78 <sup>b</sup> (0,62)	22,31 <sup>a</sup> (5,80)
Pousio 2	10,86 <sup>a</sup> (1,10)	16,15 <sup>b</sup> (0,92)	0,068 <sup>b</sup> (0,006)	8,01 <sup>ab</sup> (0,72)	7,39 <sup>b</sup> (0,20)
Mata	10,82 <sup>a</sup> (1,02)	12,94 <sup>c</sup> (1,52)	0,071 <sup>b</sup> (0,007)	7,90 <sup>ab</sup> (0,16)	7,41 <sup>b</sup> (0,60)
	*	**	*	*	**

$C_{mic}$  - mg  $C_{mic}$ / Kg solo seco;  $C_{org}$  - g  $C_{org}$ / Kg solo seco;  $q_{Mic}$  - (g  $C_{mic}$ / g  $C_{org}$ )\*100; Atividade -  $\mu$ g FDA hidrolisado/ g solo seco/ min; atividade por unidade de biomassa microbiana -  $\mu$ g FDA hidrolisado/ min/  $\mu$ g  $C_{mic}$ . Níveis de significância: \*\*,  $P < 0,01$ ; \*,  $P < 0,05$ . Áreas com letras diferentes apresentaram diferença ao nível de significância de 5%.

Em relação à atividade microbiana, a área sob café apresentou o maior valor médio, diferindo significativamente da área sob banana, que apresentou o menor valor, enquanto que áreas sob pousio e mata não diferiram significativamente das demais áreas (Tabela 1). Entretanto, quando analisamos a atividade microbiana por unidade de biomassa, a área sob banana passa a apresentar o maior valor, seguida daquela sob café (Figura 2). Esta área não diferiu significativamente das áreas de mata e pousio, que apresentaram os menores valores, indicando uma maior eficiência de mineralização pela comunidade microbiana dos solos nestas áreas.

Se utilizarmos o solo da mata nativa como referência de um solo de alta qualidade e desejável no que se refere à estabilidade ao longo do tempo, pode-se concluir que o sistema de pousio é relativamente eficiente, como mostram os indicadores microbiológicos utilizados. Foram observados valores de  $C_{mic}$  e  $q_{Mic}$  próximos aos da mata e, embora os valores de  $C_{org}$  tenham sido maiores no solo da mata, a biomassa microbiana e a proporção de orgânico nela alocado no solo sob pousio atingiram os mesmos níveis que o da mata em apenas dois anos, bem como a atividade microbiana por unidade de biomassa, demonstrando a rápida capacidade de recuperação das comunidades microbianas e sua eficiência na mineralização desse nutriente.

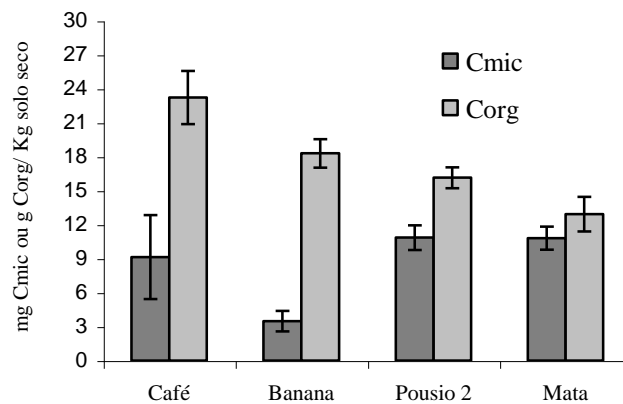


Figura 1. Valores médios de carbono microbiano ( $C_{mic}$ ) e carbono orgânico ( $C_{org}$ ) medidos nos solos das áreas sob plantio perene de café e banana, pousio de 2 anos e mata nativa. Erro padrão em barras.  $n = 3$ .

Por outro lado, as áreas de cultivo perene de café e banana não demonstraram essa tendência. Mesmo apresentando valores maiores de carbono orgânico que as áreas de mata e pousio, a biomassa e o quociente microbianos foram significativamente menores, o que leva a crer que as comunidades microbianas dos solos dessas áreas, mesmo após 15 anos de cultivo perene, não são capazes de atingir os mesmos níveis que a mata e um pousio de 2 anos de idade. A menor proporção de carbono orgânico alocado na biomassa microbiana e a alta atividade por unidade de biomassa indicam ainda a baixa eficiência de mineralização do carbono e, conseqüentemente, de outros nutrientes na forma orgânica.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, G., DUNCAN, H. Development of a sensitive and rapid method for the measurement of total microbial activity using Fluorescein diacetate (FDA) in a range of soils. *Soil Biol. Biochem.* 33: 943-951, 2001.
- HOFMAN, J. & DUŠEK, L. Biochemical analysis of soil organic matter and microbial biomass composition - a pilot study. *Eur. J. Soil Biol.* 39:217-224, 2003.
- JÖRGENSEN, R. G. & BROOKES, R. G. Ninhidrin-reactive nitrogen measurements of microbial biomass in 0,5 M  $K_2SO_4$  soil extracts. *Soil Biol. Biochem.*, 22: 1023-1027, 1990.
- POWLSON, D.S.; BROOKES, P.C. & CHRISTENSEN, B.T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total organic matter due to straw incorporation. *Soil Biol. Biochem.* 19:159-164, 1987.
- SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indication of changes in soil organic matter. *Aust. J. Soil. Res.* 30:195-207, 1992.
- VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measurement soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 19, p. 703-707, 1987.