

Clovis Daniel Borges

UNESP Jaboticabal
clovisdb@yahoo.com.br

Fábio Martins Mercante

Embrapa Agropecuária Oeste
mercante@cpao.embrapa.br

Julio César Salton

Embrapa Agropecuária Oeste
salton@cpao.embrapa.br

Emerson Machado de Carvalho

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
carvalho.em@gmail.com

Anhanguera Educacional S.A.

Correspondência/Contato
Alameda Maria Tereza, 2000
Valinhos, São Paulo
CEP 13.278-181
rc.ipade@unianhanguera.edu.br

Coordenação
Instituto de Pesquisas Aplicadas e
Desenvolvimento Educacional - IPADE

Artigo Original
Recebido em: 25/5/2009
Avaliado em: 12/8/2009

Publicação: 25 de novembro de 2009

BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO EM FITOFISIONOMIAS NO SUL DE MATO GROSSO DO SUL

RESUMO

A qualidade do solo foi avaliada em duas fitofisionomias de ocorrência natural na Região Sul de Mato Grosso do Sul, abrangendo diferentes locais com Floresta Estacional Semidecídua e Cerrados de campo tropical. Para avaliar o carbono (CBM) e a atividade da biomassa microbiana, foram utilizados os métodos da fumigação-extração e respiração basal (evolução de CO₂), respectivamente, na profundidade de 0,10 m. Outras variáveis biológicas, químicas e físicas do solo também foram avaliadas. Em geral, os maiores valores de CBM foram verificados nos sistemas de Floresta Estacional Semidecídua, quando comparados aos sistemas de Cerrado. A atividade microbiana apresentou a mesma tendência verificada na avaliação do CBM, ou seja, valores mais elevados nos sistemas de Florestas Estacionais Semidecíduas. Quanto aos quocientes metabólico e microbiano, não foram detectadas diferenças significativas entre os sistemas avaliados. O CBM e atividade microbiana mostraram-se bons indicadores para caracterizar a qualidade ambiental de um solo sob vegetação nativa.

Palavras-Chave: qualidade do solo; floresta estacional semidecídua; cerrado; atividade microbiana.

ABSTRACT

The soil quality was evaluate in two natural vegetations of the South region of Mato Grosso do Sul State, covering different sites with Semideciduous Forest and Cerrado of tropical field. Soil sample were collected for evaluation of the microbial activity and microbial biomass carbon (CBM), in the 0-10 cm depth. The methods of the fumigation-extraction and basal respiration (CO₂ evolution) were used to evaluation of the biomass and activity microbials, respectvelly. Were evaluated also others soil biological, chemical and physical attributes. In general, the higher values of CBM were verified in the systems under Semideciduous Forest when compared to the Cerrado. The microbial activity showed the same trend that evaluation of CBM, with higher values in the Semideciduous Forest systems. For metabolic and microbial quotients, no significant differences were found between the systems evaluated. The microbial biomass carbon and microbial activity showed efficient indicators to characterize the soil environmental quality of a soil under native vegetation.

Keywords: soil quality; semideciduous forest; cerrado; microbial activity.

1. INTRODUÇÃO

A transformação da agricultura brasileira aconteceu a partir da década de 60, ocorrendo, principalmente, nas Regiões Sul e Sudeste do país, onde a agricultura se desenvolveu mais intensivamente. Entretanto, com a forte demanda por produção de alimentos e o esgotamento destas terras houve um direcionamento da produção para novas áreas. Desde então, a cobertura vegetal do Brasil tem sido intensamente modificada, com alterações significativas, tanto no Cerrado (PAGOTTO et al., 2006) como em áreas de Floresta Estacional Semidecídua (ARRUDA; DANIEL, 2007), decorrentes do desmatamento e remoção da madeira e a posterior utilização do solo para produção agrícola (RIBEIRO; WALTER, 2001; ARRUDA; DANIEL, 2007).

Diversos autores têm mencionado a existência de uma faixa de transição entre a formação de Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado na Região Sul de Mato Grosso do Sul, que ainda é pouco estudada, tanto floristicamente como fitossociologicamente (ARRUDA; DANIEL, 2007; PEREIRA et al., 2007). Estes tipos de vegetação apresentam um gradiente de biomassa, o qual está intimamente relacionado com o tipo de solo (RIBEIRO; WALTER, 2001).

Segundo Gomes et al. (2007), um dos grandes problemas ambientais observados atualmente é a crescente fragmentação dos ecossistemas florestais. Têm sido observadas interferências antrópicas em regiões nas quais o processo de fragmentação vem ocorrendo ao longo do tempo, ocasionando uma importante ameaça à biodiversidade (PAGOTTO et al., 2006). Esta condição tem diminuído significativamente as interações ecológicas entre os fragmentos remanescentes, que, apesar disso, são de fundamental importância para sua conservação (VIANA, 1995).

De modo geral, os sistemas naturais sem interferência antrópica proporcionam grandes benefícios ao ecossistema, particularmente ao solo, reduzindo a compactação e a erosão, uma vez que o impacto da chuva é atenuado pelo extrato arbóreo e pela camada orgânica formada sobre a superfície do solo (PEÑA et al., 2005; GOMES et al., 2007;), dando condições ideais de sombreamento e menor oscilação de umidade e temperatura para o crescimento da população microbiana do solo (VARGAS; SCHOLLES, 2000; PEÑA et al., 2005)

Os atributos microbiológicos podem ser avaliados através do agrupamento de microrganismos, definido como biomassa microbiana do solo, constituído por uma porção viva da matéria orgânica, excluindo-se raízes e os animais maiores do que 5000 μm^3 , sendo composta por bactérias, fungos, actinomicetos, algas e protozoários (JENKINSON;

LADD, 1981; GAMA-RODRIGUES, 1999; MARCHIORI JÚNIOR; MELO, 1999; VARGAS; SCHOLLES, 2000; ROSCOE et al., 2006). Estes microrganismos atuam nos processos de decomposição da matéria orgânica do solo, participando diretamente do ciclo biogeoquímico dos nutrientes (BALOTA et al., 1998; MARCHIORI JÚNIOR; MELO, 1999; MOREIRA; SIQUEIRA, 2002) e, conseqüentemente, mediando sua disponibilidade no solo (BALOTA et al., 1998; LAVELLE, 2000). Assim, a biomassa microbiana do solo atua como importante reservatório de nutrientes disponíveis às plantas (GRISI; GRAY, 1986).

Neste sentido, parâmetros referentes à biomassa microbiana do solo têm sido propostos como bioindicadores para avaliação do estado de equilíbrio de ecossistemas (DORAN; PARKIN, 1994; PANKHURST; LYNCH, 1994; PEÑA et al., 2005; VARGAS; SCHOLLES, 2000; FRANCHINI et al., 2007).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade do solo, utilizando-se de atributos microbiológicos, em duas diferentes fitofisionomias de ocorrência natural na região Sul de Mato Grosso do Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área e amostragem do solo

O estudo foi conduzido em fitofisionomias na região Sul do Mato Grosso do Sul, a partir de amostragem em solos classificados como Latossolo Vermelho, com relevo plano. O clima de ocorrência na região, segundo Fietz e Fisch (2006), é Cwa, mesotérmico úmido, com verões quentes e invernos secos.

Os sistemas de vegetação nativa foram selecionados com base em levantamentos florísticos preliminares ou informações históricas da região, abrangendo somente áreas de Florestas Semidecíduas e Cerrados com vegetação primária. As coletas foram realizadas em seis fragmentos florestais com duas fitofisionomias distintas, conforme apresentado na Tabela 1.

As amostragens foram realizadas em cinco repetições, em pontos distanciados em dez metros ao longo de um transecto, em diagonal aos fragmentos da vegetação, consistindo cada amostra de vinte e uma subamostras de solo. As amostras foram retiradas a uma profundidade de 0,0 a 0,10 m, homogêneas e analisadas quanto às variáveis microbiológicas, físicas e químicas, nos Laboratórios de Microbiologia do Solo e de Análises de Plantas e Corretivos da Embrapa Agropecuária Oeste.

Tabela 1 – Localização dos sistemas de vegetação nativa amostrados no Sul de Mato Grosso do Sul.

Vegetação Nativa (designações*)	Município	Latitude S'	Longitude W'	Altitude (m)
Floresta Semidecídua				
MAZU	Dourados	22°12'37"	54°55'05"	404
MEMB	Dourados	22°17'05"	54°48'37"	385
MITA	Dourados- Distrito de Itahum	22°04'45"	55°22'33"	428
Cerrado				
CCAA	Caarapó	22°33'23"	54°49'57"	398
CEMB	Dourados	22°17'32"	54°48'26"	381
CITA	Dourados- Distrito de Itahum	22°05'45"	55°15'22"	451

*MAZU: mata Azulão; MEMB: mata Embrapa; MITA: mata Itahum; CCAA: cerrado Caarapó; CEMB: cerrado Embrapa; CITA: cerrado Itahum.

2.2. Carbono da biomassa microbiana do solo (CBM)

O carbono da biomassa microbiana do solo foi determinado pelo método da fumigação-extração, proposto por Vance, Brookes e Jenkinson (1987) e Tate, Ross e Feltham (1988). Inicialmente, as amostras de solo foram peneiradas (< 2 mm) e subdivididas em triplicatas, sendo que três amostras (20,0 g) foram fumigadas com clorofórmio previamente purificado. Após a fumigação, realizou-se a extração do C nas amostras fumigadas e não fumigadas, utilizando K_2SO_4 (0,5 mol⁻¹). Em seguida, foi determinado o C por dicromatometria, seguida de titulação com sulfato ferroso amoniacal. O fator de conversão adotado foi de 0,33 (SPARLING; WEST, 1988).

2.3. Determinação da atividade microbiana (C-CO₂)

Foi utilizado o método da respirometria (evolução de CO₂), modificado segundo De-Polli e Guerra (1997). Amostras de 50 g de solo foram colocadas em frascos, de forma individualizada. Além da amostra de solo, foi colocado, em cada frasco, um recipiente com 10 mL de NaOH (1,0 N), para absorver o CO₂ liberado pela respiração microbiana. Após um período de incubação (sete dias), foram feitas as titulações do NaOH com HCl (0,5 N), acrescentando-se 2 mL de solução saturada de BaCl₂ para precipitação de Na₂CO₃. A quantidade de CO₂ liberado foi obtida pela diferença entre os volumes de HCl gastos para titular a amostra de soda no frasco com solo e na prova em branco, transformando estes valores para massa de CO₂ por massa de solo.

2.4. Determinação do quociente metabólico (qCO₂)

O quociente metabólico foi estabelecido pela relação entre o C da respiração e o C da biomassa microbiana, conforme Anderson e Domsch (1990): ($\mu\text{g C-CO}_2 \cdot \mu\text{g Cmic}^{-1} \text{ h}^{-1}$) 10⁴.

2.5. Determinação do quociente microbiano (qMIC)

Os índices da qualidade nutricional da matéria orgânica foram expressos pelo quociente microbiano, definido pela relação entre o C da biomassa microbiana e o C orgânico total do solo.

2.6. Determinação da análise granulométrica do solo

A análise granulométrica foi determinada pelo procedimento descrito por Claessen (1997).

2.7. Determinação de atributo químico do solo

O conteúdo de matéria orgânica (MO) foi determinado no Laboratório de Análises de Solos da Embrapa Agropecuária Oeste, utilizando a metodologia descrita por Claessen (1997).

2.8. Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan, a 1% de probabilidade. Os atributos microbiológicos e os teores de matéria orgânica do solo também foram submetidos à análise de correlação de Pearson. Além disso, as variáveis microbiológicas, físicas e químicas foram submetidas à análise de agrupamento ("*cluster analysis*"), adotando-se o método do vizinho mais distante ("*complete linkage*") a partir da Distância Euclidiana, para descrever a similaridade entre os sistemas estudados. As análises estatísticas foram processadas por meio de *software* Statistica (versão 5.0, StatSoft).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O funcionamento dos processos microbiológicos e o impacto causado pelos diversos fatores bióticos e abióticos do solo têm propiciado uma significativa diferença nas condições ambientais, tais como aporte de resíduos no solo, controle de temperatura e umidade, entre outras, respondendo às influências ocasionadas em seu microhabitat.

Desta forma, o CBM tem sido um dos atributos constantemente estudado para expressar estas variações ambientais ocasionadas pelos diferentes usos do solo.

Os valores encontrados no presente estudo para os biomas Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado estão dentro da faixa de valores verificada num levantamento de diferentes sistemas naturais no Brasil, apresentado por Roscoe et al. (2006).

De modo geral, os maiores valores de CBM foram verificados nos sistemas sob Floresta Estacional Semidecídua, quando comparados aos sistemas sob Cerrado (Tabela 2). No sistema sob Floresta Estacional Semidecídua, denominado mata Azulão (MAZU), os valores médios de CBM ocorreram na ordem de $1.678 \mu\text{C g}^{-1}$ solo seco, estando entre os mais elevados em solos brasileiros, considerando o levantamento realizado recentemente em diferentes biomas nativos (ROSCOE et al., 2006). Tais valores podem ser decorrentes da formação mais densa e com maiores estratos arbóreos da vegetação nativa neste sistema. Por outro lado, os menores valores de CBM foram constatados nas vegetações naturais de Cerrado no Município de Caarapó (CCAA) e no Distrito de Itahum, em Dourados (CITA).

De fato, Arruda e Daniel (2007) indicam a existência de uma faixa de transição entre a formação de Floresta Estacional Semidecídua e o Cerrado nesta região considerada no presente estudo. Assim, os elevados teores de CBM verificados nos sistemas de Floresta Estacional Semidecídua podem advir da maior deposição de resíduos orgânicos no solo e da grande quantidade de raízes, que estimula a população microbiana, principalmente nas camadas mais superficiais do solo (CERRI; VOLKOFF; EDUARDO, 1985; BARETTA et al., 2005). Segundo Roscoe et al. (2006), a principal causa de baixos valores para a vegetação natural de Cerrado deve-se aos pequenos teores de carbono orgânico total.

Tabela 2 – Carbono da biomassa microbiana do solo (CBM), respiração basal (C-CO₂), quociente metabólico (qCO₂), quociente microbiano (qMIC) e matéria orgânica do solo (MOS), determinados na camada 0-10 cm de profundidade, sob diferentes fitofisionomias da Região Sul de Mato Grosso do Sul.

Vegetações Naturais*	CBM ($\mu\text{g C g}^{-1}$ solo seco)	C-CO ₂ ($\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$ solo dia ⁻¹)	qCO ₂ ($\mu\text{g C-CO}_2 \mu\text{g}^{-1}$ CBM h ⁻¹)	qMIC (%)	MOS (g kg ⁻¹)
MAZU	1678 a	49,3 a	12,1 a	3,81 a	76,3 a
MEMB	1076 b	40,5 a	15,3 a	2,54 a	72,7 a
MITA	783 c	28,5 b	15,8 a	3,53 a	38,3 b
CCAA	475 d	18,8 b	17 a	3,08 a	26,5 c
CEMB	776 c	20,8 b	11,1 a	3,39 a	39,4 b
CITA	296 d	7,24 c	28,6 a	2,79 a	12,5 d
CV (%)	19	29	73	28	13

*MAZU: mata Azulão; MEMB: mata Embrapa; MITA: mata Itahum; CCAA: cerrado Caarapó; CEMB: cerrado Embrapa; CITA: cerrado Itahum. Valores médios de cinco repetições. Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste de Duncan (p<0,01).

A atividade microbiana (C-CO₂) apresentou a mesma tendência verificada na avaliação do CBM, ou seja, valores mais elevados nos sistemas de Florestas Estacionais Semidecíduas, especialmente nos sistemas MAZU e MEMB, sendo significativamente ($p < 0,01$) superiores aos demais tratamentos. Do mesmo modo, estas superioridades devem estar relacionadas, principalmente, aos maiores teores de MOS verificados nestes sistemas. Estas observações corroboram com resultados de Vargas e Scholles (2000), que relacionam a quantidade de material depositado na superfície com a maior atividade microbiana no solo. Para Peña et al. (2005), todo o aporte de material residual no solo intensifica as interações entre os microrganismos e microrganismos/plantas, ambas bastante complexas. De fato, verificou-se no presente estudo uma correlação significativa entre o CBM e a MOS, com coeficiente de correlação de 0,94 ($p < 0,05$), conforme apresentado no Gráfico 1, demonstrando a importância da MOS como fluxo de energia para comunidade microbiana do solo. Por outro lado, a vegetação CITA apresentou os menores teores de CBM e C-CO₂ (Tabela 2).

Quanto às variáveis $q\text{CO}_2$ e $q\text{MIC}$, não foram detectadas diferenças significativas entre os sistemas avaliados (Tabela 2).

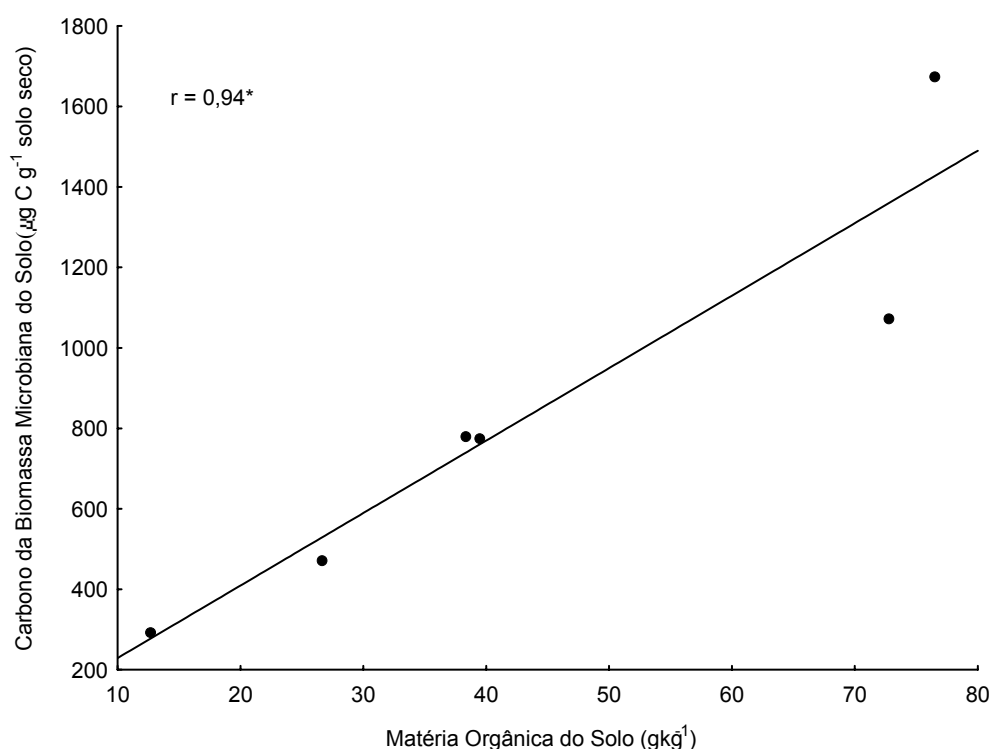


Gráfico 1 – Correlação entre o carbono da biomassa microbiana e a matéria orgânica do solo. Amostras de solo coletadas em diferentes fitofisionomias florestais da Região Sul de Mato Grosso do Sul, na camada de 0,10 m. Valores médios de cinco repetições.

Os valores médios percentuais de argila, silte e areia permitiram caracterizar o horizonte superficial do solo como textura muito argilosa nos fragmentos de Floresta Semidecídua Azulão (MAZU), Floresta Semidecídua Embrapa (MEMB) e cerrado

Embrapa (CEEMB). As vegetações que apresentaram a textura Franco-arenosa foram o cerrado Caarapó (CCAA) e o cerrado Itahum (CITA), ficando a Floresta Semidecídua Itahum (MITA) alocada dentro da classe textural Argila, conforme apresentado na Tabela 3.

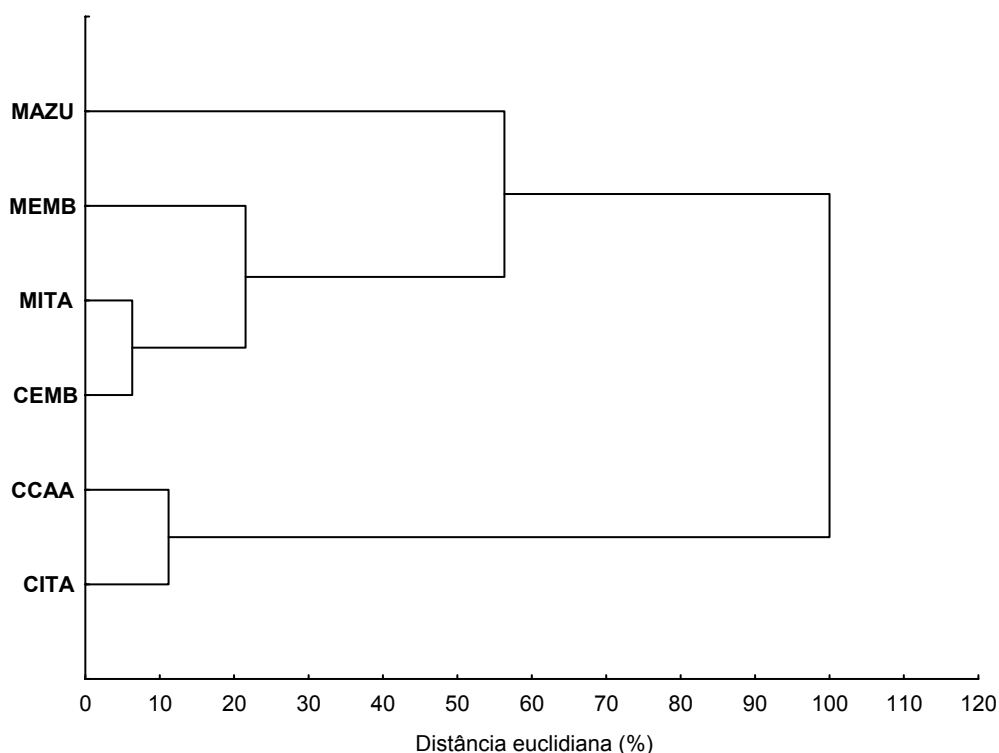
Tabela 3 – Distribuição das partículas por tamanho e classificação textural de um Latossolo Vermelho, em diferentes fitofisionomias da Região Sul de Mato Grosso do Sul.

Biomias naturais*	Análise Granulométrica			Classe textural
	Areia	Silte	Argila	
	(g kg ⁻¹)			
MAZU	136	201	663	Muito argilosa
MEMB	119	218	663	Muito argilosa
MITA	352	85	563	Argilosa
CCAA	819	34	147	Franco-arenosa
CEMB	252	85	663	Muito argilosa
CEIT	802	35	163	Franco-arenosa

***MAZU**: mata Azulão; **MEMB**: mata Embrapa; **MITA**: mata Itahum; **CCAA**: cerrado Caarapó; **CEMB**: cerrado Embrapa; **CITA**: cerrado Itahum. Valores médios de cinco repetições.

No dendograma de similaridade apresentado no Gráfico 2, percebe-se uma tendência das duas diferentes fitofisionomias se dividirem em dois grupos independentes e distantes. Considerando os subgrupos, verificou-se uma proximidade maior entre as fitofisionomias MAZU, MEMB, MITA e CEMB, com 43% de semelhança e, por outro lado, verificou-se uma semelhança de 88% entre CCAA e CITA. Estes resultados reforçam os verificados anteriormente com os atributos microbiológicos e químicos do solo, podendo-se perceber que as fitofisionomias com maiores teores de argila agruparam-se entre si, quando considerados os fragmentos com maiores teores de areia (Gráfico 2).

A textura do solo tem sido um fator importante na determinação da CBM, conforme observação de alguns autores, que têm verificado correlações positivas e significativas entre CBM e o teor de argila no solo, como, por exemplo, Gama-Rodrigues (1999). Segundo Roscoe et al. (2006), estas afirmações evidenciam que os teores mais elevados de argila beneficiam o processo de proteção da matéria orgânica do solo e favorecem a uma maior manutenção das populações microbianas. Ribeiro e Walter (2001) relacionam o menor extrato arbustivo e com menor biomassa aos solos menos argilosos, e as Florestas Mesófilas e Semidecíduas, com maior biomassa, aos solos mais argilosos.



*MAZU: mata Azulão; MEMB: mata Embrapa; MITA: mata Itahum;
 CCAA: cerrado Caarapó; CEMB: cerrado Embrapa; CITA: cerrado Itahum.
 Valores médios de cinco repetições.

Gráfico 2 – Dendrograma das diferentes fitofisionomias da região Sul de Mato Grosso do Sul, de acordo com os atributos microbiológicos, químicos e físicos do solo.

4. CONCLUSÕES

- De modo geral, o desenvolvimento da biomassa microbiana do solo é mais favorecido sob Floresta Estacional Semidecídua em comparação com o Cerrado na região Sul de Mato Grosso do Sul;
- O carbono da biomassa microbiana e a atividade microbiana mostram-se bons indicadores para caracterizar a qualidade ambiental de um solo sob vegetação nativa com diferentes fitofisionomias.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de iniciação científica concedida a C. D. Borges. F. M. Mercante é bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Application of eco-physiological quotients (qCO_2 and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 22, n. 2, p. 251-255, 1990.
- ARRUDA, L.; DANIEL, O. Florística e diversidade em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial em Dourados, MS. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 189-199, maio/ago. 2007.
- BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 641-649, out./dez. 1998.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; FIGUEIREDO, S. R.; KLAUBERG-FILHO, O. Efeito do monocultivo de pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 715-724, set./out. 2005.
- CERRI, C. C.; VOLKOFF, B.; EDUARDO, B. P. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em Latossolo Amarelo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 1-4, jan./abr. 1985.
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1997. 212 p. (Embrapa-CNPQ. Documentos, 1).
- DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. **Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo: método da fumigação-extração**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1997. 13 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 37).
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). **Defining soil quality for sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 3-21. (SSA. Special Publication, 35).
- FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. **O clima da região de Dourados, MS**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 34 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 85).
- FRANCHINI, J. C.; CRISPINO, C. C.; SOUZA, R. A.; TORRES, E.; HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brasil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 92, n. 1/2, p. 18-29, Jan. 2007.
- GAMA-RODRIGUES, E. F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p. 227-244.
- GOMES, A. A.; MUSSURY, R. M.; SCALON, S. P. Q.; WATTHIER, F.; CUNHA, K. A. A.; SCALON FILHO, H. Avaliação do impacto da fragmentação de floresta nativas sobre a mesofauna edáfica na região de Dourados-MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 612-618, mai./jun. 2007.
- GRISI, B. M.; GRAY, T. R. G. Comparação dos métodos de fumigação, taxa de respiração em resposta à adição de glicose e conteúdo de ATP para estimar a biomassa microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 109-115, maio/ago. 1986.
- JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E. A.; LADD, J. N. (Ed.). **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1981. v. 5, p. 415-471.
- LAVELLE, P. Ecological challenges for soil science. **Soil Science**, Washington, v. 165, n. 1, p. 73-86, Jan. 2000.
- MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W. J. Carbono, carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 257-263, abr./jun. 1999.
- MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e a atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de

- Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 425-433, maio/jun. 2003.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 625 p.
- PAGOTTO, T. C. S.; CAMILOTTI, D. C.; LONGO, J. M.; SOUZA, P. R. Bioma Cerrado e área estudada. In: PAGOTTO, T. C. S.; SOUZA, P. R. (Org.). **Biodiversidade do complexo Aporé-Sucuriú**: subsídio à conservação e ao manejo do Cerrado. Campo Grande, MS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2006. p. 308.
- PANKHURST, C. E.; LYNCH, J. M. The role of the soil biota in sustainable agriculture. In: PANKHURST, C. E.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R.; GRACE, P. R. (Ed.). **Soil biota: management in sustainable farming systems**. Melbourne: CSIRO, 1994. p. 3-9.
- PEÑA, M. L.; MARQUES, R.; JAHNEL, M. C.; ANJOS, A. Respiração microbiana como indicadores da qualidade do solo em ecossistema florestal. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 1, p. 117-127, jan./abr. 2005.
- PEREIRA, Z. V.; SCIAMARELLI, A.; GOMES, C. F.; LOBTCHENKO, G.; GOME, M. E. S. Estrutura fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo de um fragmento de Floresta Estacional Semidecídua, no Município de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 72-74, jul. 2007. Suplemento 2.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As matas de galeria no contexto do bioma Cerrado. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 29-47.
- ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F. B.; FRANCHINI, J. C. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Ed.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p. 163-198.
- SPARLING, G. P.; WEST, A. W. A direct extraction method to estimate soil microbial biomass-C: calibration in situ using microbial respiration and ¹⁴C labelled cells. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 20, p. 337-343, 1988.
- TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: effects of experimental variables and some different calibration procedures. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 20, n. 3, p. 329-335, 1988.
- TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores de qualidade dos solos. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 2, p. 200-201, 2002.
- VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 703-707, 1987.
- VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico Vermelho-Escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, DF, v. 24, n. 1, p. 35-42, jan./fev. 2000.
- VIANA, V. M. Conservação da biodiversidade de fragmentos florestais em paisagens tropicais intensamente cultivadas. In: Conferência Internacional Abordagens Interdisciplinares para a Conservação da Biodiversidade Biológica e Dinâmica do Uso da Terra no Novo Mundo, 1995, Belo Horizonte1. **Anais...** Belo Horizonte: Conservation International do Brasil: UFMG; [S.l.]: University of Florida, 1995. p. 135-154.

Clovis Daniel Borges

Author is a M.Sc. student at UNESP / Jaboticabal, developing research in soil microbiology, with emphasis in soil quality indicators on different production systems. He received BS degree in Biological Sciences and Technology in Agriculture

by UNIGRAN in 2007, developing his TCC at Embrapa Western Region Agriculture, Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil.

Fábio Martins Mercante

Author received his BS in Agronomy in 1987, M.Sc. in 1993 and Ph. D. in 1997 in Soil Science by Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Currently is a researcher at Embrapa Western Region Agriculture, Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil, developing researches in Soil Microbiology with emphasis in biological nitrogen fixation, biological indicators of soil quality in crop systems.

Julio César Salton

Autor has degree in Agronomy from the University of Passo Fundo (1980), Masters in Soil Science, Federal University of Rio Grande do Sul (1991) and Ph.D. in Soil Science, Federal University of Rio Grande do Sul (2005). He is currently a researcher of the Brazilian Agricultural Research Corporation's (Embrapa Western Region Agriculture), Professor of the courses Unigran of Technology in Agricultural Production and post-graduate in State of Mato Grosso do Sul University teacher is accredited by CAPES Program for Master in Agronomy (Crop Production). Review of the Brazilian Journal of Soil Science and others. Has experience in agriculture, with emphasis on soil management and conservation, working mainly in the following areas: Soil management and conservation systems, No-tillage, crop rotation, Grain production systems, agriculture and livestock breeding integrated production systems and cover-crops.

Emerson Machado de Carvalho

Author received his BS at Biological Sciences in 1998, M.Sc. in 2003 and Ph.D in 2008 at Zoology from Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. He was professor in UNIGRAN from 2007 to 2008. Now he is professor visitor of Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) and researcher of Grupo de Estudos da Biodiversidade de Invertebrados (EBI).