



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

Bioindicadores de Qualidade do Solo sob Diferentes Tipos de Uso

Simone da Silva Gomes⁽¹⁾; Maria Fabiana de Brito⁽¹⁾; Rogério de Moura Xavier⁽¹⁾; Irzo Isaac Rosa Portilho⁽²⁾; Fábio Martins Mercante⁽³⁾ e Rogério Ferreira da Silva⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Estudante, Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia, Unidade Universitária de Glória de Dourados, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Rua Projetada A s/n, CEP 79.730.000, Glória de Dourados, MS. E-mails: fabianabrito44@hotmail.com; simonegomes191@hotmail.com; moura.xavier@yahoo.com.br. ⁽²⁾ Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Cidade Universitária de Dourados, Caixa Postal 351, CEP 79804-970, Dourados, MS. E-mail: irzo_i@yahoo.com.br. ⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Agropecuária Oeste, BR 163, km 253,6 - Caixa Postal 449, CEP 79804-970 - Dourados, MS. E-mail: mercante@cpao.embrapa.br. ⁽⁴⁾ Professor, Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia, Unidade Universitária de Glória de Dourados, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Rua Projetada A s/n, CEP 79.730.000, Glória de Dourados, MS. E-mail: rogerio@uems.br.

RESUMO– O presente trabalho teve como objetivo avaliar a biomassa microbiana do solo e a fauna epígea em sistemas sob diferentes tipos de uso. O estudo foi realizado no Município de Ivinhema, MS, no mês de setembro de 2010, num solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro, com um relevo plano a suavemente ondulado. A pesquisa foi realizada em áreas submetidas a diferentes tipos de uso: Café Convencional (CC), Café em Conversão Orgânica (CO), Cultivo de Goiaba (GO), pastagem contínua (P), Cultivo de Eucalipto (E) e área com fragmento de vegetação nativa (VN). Em cada área, foram demarcados cinco pontos equidistantes de 10 m, ao longo de um transecto, para avaliação de bioindicadores de qualidade de solo. O carbono da biomassa e a atividade microbiana foram avaliados pelos métodos da fumigação-extração e respirometria, respectivamente. Os macroinvertebrados da fauna epígea foram avaliados conforme o método de armadilhas de solo do tipo “pitfall”. Todos os sistemas de cultivo estudados promoveram perda de qualidade do solo, quando comparados com a vegetação nativa. De modo geral, os parâmetros microbiológicos mostraram-se sensíveis às alterações decorrentes do uso do solo, apresentando-se como potenciais indicadores de qualidade do solo em sistemas produtivos sob diferentes tipos de uso.

Palavras-chave: quociente microbiano, fauna epígea, diversidade.

INTRODUÇÃO– O equilíbrio dos processos geológicos, hidrológicos, químicos e biológicos do solo condicionam a sua qualidade, favorecendo o ecossistema de áreas manejadas ou natural, com a manutenção da atividade biológica, desenvolvimento de plantas, animais e do homem (Larson e Pierce, 1994; Sposito e Zabel, 2003). Este equilíbrio do complexo solo pode ser relacionado às funções, como manutenção de umidade, ciclagem de nutrientes e maior fluxo de energia (Carter, 2002).

O manejo inadequado aliado a práticas não conservacionistas intensamente adotados em solos agrícolas vem comprometendo a qualidade e a capacidade funcional de grande parte dos solos tropicais (Doran e Zeiss, 2000; De-Polli e Pimentel, 2005). Desta forma, tornou-se crescente o interesse por pesquisadores em estudar parâmetros que consigam identificar, de maneira precoce e eficaz, as alterações sofridas nesses solos e, com isso, apontar sistemas de manejo capazes de preservar e/ou melhorar a sua qualidade e garantir a sustentabilidade dos agroecossistemas (Chaer et al, 2009; Mendes et al., 2009).

Os atributos biológicos do solo têm sido amplamente discutidos por diversos autores como indicadores da qualidade do solo, uma vez que são mais sensíveis do que indicadores químicos e físicos para revelar, com antecedência, as alterações que ocorrem no solo em função de seu uso e manejo (Doran, 1980; Dick, 1994; Matsuoka et al, 2003). Dentre os atributos mais utilizados para caracterizar o componente biológico dos solos, destacam-se alguns, como as medidas de biomassa, a atividade e diversidade microbiana (Mendes e Junior, 2004) e alguns organismos edáficos (formigas, cupins, colêmbolos, etc) (Baretta, 2007).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a biomassa microbiana do solo e fauna epígea em sistemas sob diferentes tipos de uso.

MATERIAL E MÉTODOS– O estudo foi realizado no Município de Ivinhema, MS (22°18 e 53°49'W), no mês de setembro de 2010, cujo clima é caracterizado como Cwa (Köppen), mesotérmico úmido, com o verão quente e o inverno seco.

A pesquisa foi realizada em propriedades rurais particulares, exploradas comercialmente, num solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro, com um relevo plano a suavemente ondulado. Foram estudadas seis áreas submetidas a diferentes tipos de uso: a) Café Convencional (CC): a cultura de café (*Coffea arabica* L.)

é manejada convencionalmente desde o início da lavoura, onde constam adubações com ureia, sulfato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio, utilização de inseticidas e fungicidas, adubação orgânica com casca do fruto do cafeeiro e adubações foliares com micronutrientes. A variedade cultivada é a Catuaí vermelho, implantada com espaçamento de 2,0 x 1,0 m e idade de cinco anos, numa área total de 30 ha; b) Café em Conversão Orgânica (CO): a área está em processo de transição da agricultura convencional para a agricultura orgânica. O processo tem dois anos, onde se utiliza a variedade Catuaí vermelho, com espaçamento de 2,0 x 1,0 m; neste sistema são realizadas apenas adubações orgânicas (esterco de galinha, composto à base de esterco de gado e cascas do fruto do cafeeiro), calagem, adubação fosfatada (fosfato natural) e uso de calda bordalesa, ocupando uma área total de 10 ha; c) Cultivo de Goiaba (GO): área manejada convencionalmente com uso fertilizantes formulados (NPK), inseticidas, fungicidas e adubação orgânica com esterco bovino. A lavoura tem aproximadamente cinco anos, sendo cultivada a variedade Paluma (coloração vermelha), em espaçamento de 7,0 x 5,0 m, com uma área total de em área de 0,5ha; d) Pastagem contínua (P): sistema com pastagem permanente de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster (Syn. *Brachiaria decumbens* Stapf) reformada há dois anos, com uso de calcário e adubação formulada (NPK), com uma área total de 190 ha; e f) Cultivo de Eucalipto (E): área estabelecida há 10 anos com plantio de eucalipto (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson), sendo aplicados calcário e adubo apenas na época da implantação da cultura. Uma área com fragmento de vegetação nativa (VN) foi incluída, como referencial da condição original do solo.

Em cada tipo de uso do solo, foram demarcados cinco pontos equidistantes de 10 m, ao longo de um transecto, para avaliação de bioindicadores de qualidade de solo. Para biomassa microbiana de solo, as amostragens foram realizadas na camada de 0 a 0,10 m de profundidade, sendo que cada amostra foi composta de seis subamostras. Após a homogeneização, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em câmara fria (4°C). O carbono da biomassa microbiana (C-BMS) foi avaliado pelo método da fumigação-extração, de acordo com Vance et al. (1987). Determinou-se, ainda, a respiração basal (C-CO₂), obtida pela incubação das amostras com captura de CO₂ em NaOH, durante sete dias, pela adaptação do método da fumigação-incubação, proposto por Jenkinson e Powlson (1976). Após a realização das análises de C-BMS e C-CO₂ evoluído, foi determinado o quociente metabólico (qCO_2), conforme Anderson e Domsch (1990), sendo esse atributo obtido a partir da relação C-CO₂/C-BMS, e o quociente microbiano ($qMIC$), pela relação C-BMS/ C-orgânico total. O conteúdo de matéria orgânica (MOS) foi determinado, conforme a metodologia descrita em Claessen (1997).

Para avaliação de fauna epígea, foram instaladas cinco armadilhas de queda ("pitfall") em cada sistema. Os macroinvertebrados foram extraídos manualmente e armazenados em uma solução de álcool a 70%. No laboratório, com auxílio de lupa binocular, procederam-se

à contagem e à identificação dos organismos em nível de grandes grupos taxonômicos. A caracterização da fauna epígea foi realizada com base na densidade (nº de indivíduos por armadilha), riqueza (nº de grupos) e índice de diversidade de Shannon (Magurran, 1988). Os dados de densidade (x), dada a sua heterogeneidade, foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Além disso, os bioindicadores de qualidade de solo foram submetidos 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO- Os valores de C-BMS, C-CO₂ e MOS foram significativamente maiores na VN, comparativamente aos sistemas cultivados (Tabela 1). Nestas condições, há fornecimento constante de material orgânico mais susceptível à decomposição, permanecendo o solo coberto, com menor variação e níveis mais adequados de temperatura e umidade (Santos et al., 2004). Entre os sistemas cultivados, a pastagem (P) apresentou C-BMS, C-CO₂ e MOS significativamente superiores aos demais sistemas cultivados. As pastagens cultivadas apresentam grande densidade de raízes em constante renovação e com liberação de exsudatos radiculares (Kluthcouski e Aidar, 2003), provendo maior disponibilidade de matéria orgânica no solo, e favorecendo o desenvolvimento da biomassa microbiana do solo. Segundo Cattelan e Vidor (1990), o maior conteúdo de biomassa microbiana encontra-se positivamente relacionado com a liberação de CO₂.

Em relação à taxa de respiração específica (qCO_2), verificaram-se maiores valores na P e E em relação aos demais sistemas avaliados (Tabela 1). Segundo Tótola e Chaer (2002), valores elevados de qCO_2 são indicativos de ecossistemas submetidos a alguma condição de estresse ou de distúrbio.

O quociente microbiano ($qMIC$), que expressa o quanto do carbono orgânico do solo está imobilizado na biomassa microbiana, apresentou a melhor eficiência na imobilização do carbono pelos microrganismos no sistema com P e VN (Tabela 1). Conforme Gama-Rodrigues et al. (2008), solos que contêm matéria orgânica de baixo valor nutricional, propiciam condições de estresse para a biomassa microbiana, tornando-a incapaz de utilizar totalmente o C orgânico; nesse caso, $qMIC$ tende a diminuir, como ocorreu nos sistemas P, GO, E e CC.

Na avaliação de fauna epígea, verificou-se que o sistema VN apresentou maiores valores de densidade, riqueza e diversidade ($p < 0,05$), em relação aos sistemas cultivados (Tabela 1), o que está de acordo com os maiores equilíbrio e diversidade de vegetação desse ecossistema. Entre os sistemas cultivados, o sistema CO apresentou maior densidade de organismos em comparação aos sistemas E, GO e P, não diferindo ($p < 0,05$) do sistema CC. Em relação à riqueza de grupos, não houve diferença significativas entres os sistemas cultivados (Tabela 1).

Na análise de agrupamento técnico, cujo objetivo é agrupar sistemas de manejo com base em características comuns, observou-se a formação de dois grandes grupos distintos com relação aos bioindicadores de qualidade de solo (Figura 1). Esses dois grupos não apresentaram nenhuma similaridade entre si, uma vez que a sua distância de ligação foi de 100%. O primeiro grupo (G1) engloba o sistema com vegetação nativa (VN). No outro grupo (G2), observou-se a formação de dois níveis de agrupamentos (subgrupos) distintos. O primeiro nível apresentou semelhança de 90% entre os sistemas CO e CC. A formação desse nível demonstra, que após dois anos em processo de transição orgânica, o sistema ainda apresenta características semelhante ao sistema convencional. No segundo nível, observou-se semelhança de 75% entre os sistemas P, GO e E; provavelmente, este agrupamento ocorreu em virtude da redução na densidade de macroinvertebrados da fauna epígea.

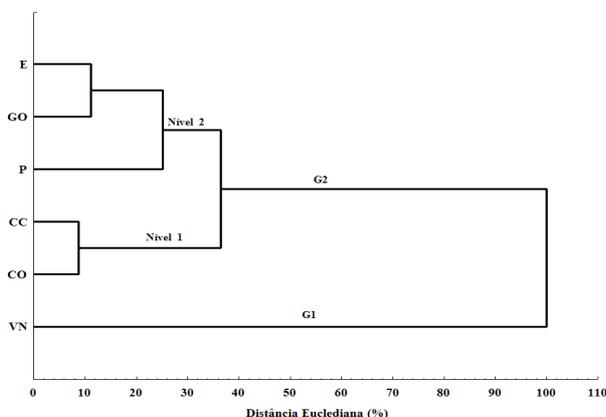


Figura 1 - Dendrograma de similaridade dos indicadores microbiológicos entre os sistemas de uso de solo com bases nas distâncias euclidianas. Eucalipto (E), Café convencional (CC), Café em transição orgânico (CO), Goiaba (GO) Pastagem (P) e Vegetação nativa (VN).

CONCLUSÕES- Todos os sistemas de cultivo estudados promoveram perda de qualidade do solo, quando comparados com a vegetação nativa. De modo geral, os parâmetros microbiológicos mostraram-se sensíveis às alterações decorrentes do uso do solo, apresentando-se como potenciais indicadores de qualidade do solo em sistemas produtivos sob diferentes tipos de uso.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K.H. Application of e-co-physiological quotients (qCO₂ and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. *Soil Biol. Biochem.*, 22(2):251-255, 1990.

BARETTA, D. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com *Araucaria angustifolia* no Estado de São Paulo.** Piracicaba, Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007. 159p. (Tese de Doutorado).

CARTER, M.R. Soil Quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. *Agron. J.*, 94:38-47, 2002.

CATELAN, A.J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. *R. Bras. Ci. Solo*, 14:133-142, 1990.

CHAE, G.M.; FERNANDES, M.F.; MYROLD, D.D.; BOTTOMLEY, P.J. Shifts in microbial community composition and physiological profiles across a gradient of induced soil degradation. *Soil Sc. Soc. Amer. J.*, 3:1327- 1334, 2009.

CLAESSEN, M.E.C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPq, 1997. 212p. (Embrapa-CNPq. Documentos, 1).

DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M.S. Indicadores de qualidade do solo. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (eds.) **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável.** Brasília-DF: Embrapa, 2005. p. 17-28.

DICK, R.P. Soil enzyme activities as indicators of soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., (eds.) **Defining soil quality for a sustainable environment.** Madison, SSSA, 1994. p.107-124. (Special, 35).

DORAN, J.W. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. *Soil Sc. Soc. Amer. J.*, 44:765-771, 1980.

DORAN, J.W.; ZEISS, M.R. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. *Appl. Soil Ecol.*, 15:3-11, 2000.

GAMA-RODRIGUES, E.F. da; GAMA-RODRIGUES, A.C. da; PAULINO, G.M.; FRANCO, A.A. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do Estado do Rio de Janeiro. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:1521-1530, 2008.

JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil- V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.*, 8:209-213, 1976.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: KLUTHCOUSKI, J. et al. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 185-223.

LARSON, W. E.; PIERCE, F.J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: PANKHURST, C.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R. (Eds.) **Biological Indicators of Soil Health.** Cab international, Oxon, UK., 1994. p. 1-23.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princenton Univ. Press, 1988. 179p.

MATSUOKA, M.; MENDES, I.C.; LOUREIRO, M.F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **R. Bras. Ci. Solo**, 27:425-433, 2003.

MENDES, I.C.; HUNGRIA, M.; REIS-JUNIOR, F.B. dos; FERNANDES, M.F.; CHAER, G.M.; MERCANTE, F.M.; ZILLI, J.E. **Bioindicadores para avaliação da qualidade dos solos tropicais: utopia ou realidade?** Planaltina-DF, Embrapa Cerrados, 2009. 31p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 246).

MENDES, I.C.; JUNIOR, F.B.R. **Uso de parâmetros microbiológicos como indicadores para avaliar a qualidade do solo e a sustentabilidade dos agroecossistemas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 34 p.

SANTOS, V.B.; CASTILHOS, D.D.; CASTILHOS, R.M.V.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A.S.; SILVA, D.G. Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **R. Bras. Agrociência**, 10:333-338, 2004.

SPOSITO, G.; ZABEL, A. The assessment of soil quality. **Geoderma**, 114:143-144, 2003.

TÓTOLA, M.R.; CHAER, G.M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V.; COSTA, L.M. (Eds). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solos, 2002. v.2. p.195-275.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring microbial biomass C. **Soil Biol. Biochem.**, 19:703-707, 1987.

Tabela 1 - Carbono da biomassa microbiana (C-BMS), respiração basal (C-CO₂), quociente metabólico (qCO₂), quociente microbiano (qMIC), nº de indivíduos de fauna epígea coletados por armadilhas (± erro padrão), riqueza de grupos de fauna epígea, índice de diversidade de Shannon (H') e matéria orgânica (MOS) de um Latossolo Vermelho-Escuro, sob diferentes sistemas de uso. Ivinhema, Estado de Mato Grosso do Sul, 2010.

Sistema	Biomassa Microbiana de Solo				Fauna Epígea			MOS g kg ⁻¹
	C-BMS	C-CO ₂	qC-CO ₂	qMIC	Dens.	Riqueza	H'	
	µg C g ⁻¹ solo seco	µg C-CO ₂ g ⁻¹ solo dia ⁻¹	µg C-CO ₂ µg ⁻¹ C-BMS h ⁻¹	%	Ind arm. ⁻¹	Nº de grupos		
E	140,4 c	19,6 c	68,0 a	1,3 b	44 (±15) d	5 b	0,50	18,9 c
CC	139,8 c	14,0 d	47,5 b	1,2 b	162 (±23) bc	6 b	0,50	19,4 c
CO	162,6 c	14,2 d	43,0 b	2,1 a	189 (±16) b	5 b	0,48	14,7 d
GO	157,3 c	9,0 e	27,5 b	1,6 b	51 (±45) d	5 b	0,27	17,1 c
P	239,1 b	23,3 b	57,4 a	1,7 b	70 (±17) cd	5 b	0,57	22,9 b
VN	344,3 a	33,8 a	42,7 b	2,3 a	397 (±69) a	8 a	0,61	25,5 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade. Eucalipto (E), Café convencional (CC), Café em transição orgânico (CO), Goiaba (GO) Pastagem (P) e Vegetação nativa (VN).