



Aferição de atributos microbiológicos em áreas sob recuperação na Serra da Bodoquena, em Bonito-MS⁽¹⁾.

Izabelli dos Santos Ribeiro⁽²⁾; Simone da Silva Gomes⁽²⁾; Robison Yuzo Ono⁽³⁾; Fábio Martins Mercante^(4, 5)

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Embrapa e Fundect.

⁽²⁾ Estudante de Mestrado em Biologia Geral/ Bioprospecção; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; iza-bio@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante de Graduação do Curso de Biotecnologia; Universidade Federal da Grande Dourados Pesquisador; Embrapa Agropecuária Oeste; ⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste; ⁽⁵⁾ Pesquisador do CNPq, bolsista de Produtividade em Pesquisa.

RESUMO: Diversos atributos têm sido considerados como indicadores de qualidade do solo e, entre eles destacam-se as avaliações dos microrganismos do solo, como a biomassa microbiana. O objetivo do trabalho consistiu no monitoramento de parâmetros microbiológicos, incluindo a biomassa microbiana do solo, sua atividade e índices derivados (quocientes metabólicos e microbianos), para aferição da qualidade do solo, visando identificar as práticas de manejo mais conservacionistas em áreas sob recuperação na Serra da Bodoquena, no Município de Bonito, MS. As áreas estão sendo recuperadas sob dois métodos: Sistemas Agroflorestais e Plantio Adensado de Mudanças ("Ilhas de Anderson"). Foram coletadas amostras de solo na camada de 10 cm de profundidade, em três tratamentos (mata, recuperação e pastagem) em diferentes locais da Serra da Bodoquena, em Bonito-MS. Para determinação do C da biomassa microbiana (C-BMS), foi utilizado o método da fumigação-extração. A atividade microbiana foi realizada pelo método da respirometria (C-CO₂). O quociente microbiano (qMIC) foi expresso pela relação C-BMS/C-orgânico total) × 100, e o quociente metabólico (qCO₂) foi obtido pela razão entre os valores da respiração basal e do carbono microbiano. Os sistemas mais adensados de produção de mudas favorecem o crescimento microbiano. A maior densidade de plantio de mudas arbóreas estimula a dinâmica da matéria orgânica do solo, indicando uma perspectiva de incorporação de C à médio e longo prazos.

Termos de indexação: biomassa microbiana do solo, recuperação de áreas degradadas e indicadores de qualidade do solo.

INTRODUÇÃO

O aumento de áreas degradadas em regiões anteriormente produtivas tem sido constatado em diferentes regiões do Brasil. A consequência é a perda de produção, o empobrecimento dos agricultores, o assoreamento e a contaminação dos corpos hídricos e o desmatamento para abertura de novas áreas de produção, causando perda da biodiversidade nos diferentes biomas brasileiros

(Andrade et al., 2010). A sustentabilidade ambiental depende do adequado funcionamento do solo, isso porque as principais relações e interações bióticas e, conseqüentemente, a regulação dos ecossistemas ocorrem no solo. O funcionamento adequado do solo conduz à sua capacidade de sustentar a produtividade de plantas e animais, manutenção ou aumento a qualidade do ar e da água, e promoção da saúde das plantas, dos animais e dos homens, o que caracteriza o nível da Qualidade do Solo, conforme definida por Doran & Parkin (1994).

A mensuração desses benefícios permite monitorar a qualidade dos solos manejados de forma a discriminar sistemas sustentáveis daqueles não sustentáveis (Chaer, 2010). Segundo Pezarico et al. (2009), os indicadores mais recomendados para avaliação da qualidade do solo em função do seu uso e manejo são aqueles que respondem às variações ambientais e podem sofrer mudanças em curtos e médios prazos. Diversos atributos têm sido considerados como indicadores de qualidade do solo e, entre eles destacam-se as avaliações dos microrganismos do solo, como o carbono da biomassa microbiana (Matsuoka et al., 2003). A biomassa microbiana do solo é definida como a parte viva da matéria orgânica e, além de armazenadora de nutrientes, pode servir como um indicador rápido de mudanças no solo, revelando a sensibilidade da microbiota a interferências no sistema (Grisi, 1995). Sua avaliação dá indicações sobre a ciclagem de nutrientes, podendo atuar como fonte e dreno de nutrientes, por meio de processos de mineralização e imobilização. A vegetação influencia diferentemente a biomassa microbiana e, por isto, a sua eliminação ocasiona uma drástica queda da biomassa microbiana, como revelam estudos envolvendo desmatamentos.

Sendo uma região de práticas intensivas de ecoturismo, Bonito-MS está susceptível à degradação ambiental, principalmente pelas grandes alterações causadas pelo desmatamento do Cerrado e domínios de Mata Atlântica nas vegetações ripárias (Silva, 2000). Verifica-se que tal degradação tem ocorrido em função, principalmente, da substituição da vegetação nativa pelo cultivo de pastagens, o que vem afetando drasticamente os



rios e córregos do município. Algumas iniciativas estão sendo conduzidas pelos setores governamentais e não-governamentais, visando a recuperação de áreas degradadas e a conservação das matas ciliares. O objetivo do presente estudo consistiu no monitoramento de parâmetros microbiológicos, incluindo a biomassa microbiana do solo, sua atividade e índices derivados (quocientes metabólicos e microbianos), para aferição da qualidade do solo, visando identificar as práticas de manejo mais conservacionistas em áreas sob recuperação na Serra da Bodoquena, no Município de Bonito, MS.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Município de Bonito-MS, que está inserido na Serra da Bodoquena. Foram avaliadas cinco propriedades, sob dois métodos de recuperação: sistemas agroflorestais (SAFs), que visam a obtenção de cobertura vegetal similar à floresta, sendo o aspecto da diversificação a essência e seu fundamento. Outro método de recuperação refere-se às chamadas "Ilhas de Anderson", que consiste no plantio adensado de mudas arbóreas, onde 3, 5 ou 13 unidades são plantadas com espaçamento de 0,5m, de forma homogênea ou heterogênea.

Os diferentes sistemas de recuperação (SAFs e sistemas adensados) constituíram-se de cinco áreas, conforme descritas abaixo:

Plantio adensado de mudas arbóreas "A" (PMA_A): Este sistema é composto por 1000 mudas, formado por 17 espécies arbóreas, plantadas ao longo da mata ciliar do Rio Formoso, em 2014, no Parque ecológico Rio Formoso (21°10'30"S e 56°27'02"W). Foram plantadas cinco espécies, de forma heterogênea, em cada espaçamento; durante o plantio utilizou-se hidrogel nas mudas.

Sistema Agroflorestal "A" (SAF_A): Sistema formado por 330 plantas arbóreas, composto por 21 espécies, implementadas no ano de 2008, para recuperar 0,1 hectare de mata ciliar do Córrego Barranco, na Chácara Ouro Verde (21°04'22"S e 56°28'19"W).

Plantio adensado de mudas arbóreas "B" (PMA_B): Sistema implementado em 2011, com o plantio de 386 plantas arbóreas, compostas por 20 espécies, em um área de 0,3 hectare para recuperar um trecho de mata ciliar do Rio Mimoso, na propriedade denominada Sítio Santa Rita (21°04'10"S e 56°22'40"W).

Sistema Agroflorestal "B" (SAF_B): Sistema implantado em 2007, sendo plantadas 330 plantas de 18 espécies arbóreas, em uma área de 0,2 hectare, na propriedade denominada Sítio Santa Cruz. (21°02'02"S e 56°27'37"W).

Plantio Adensado de Mudanças Arbóreas "C" (PMA_C): Sistema implantado com 240 mudas de 22 espécies, para recuperar 0,6 hectare de mata ciliar do córrego Bonito, na propriedade Chácara Paraíso (21°08'06"S e 56°27'36"W), no ano de 2011. No momento do plantio, foi adicionada palha de arroz na cobertura do solo.

Vegetação Nativa (VN): Área adjacente aos sistemas estudados, com vegetação típica da região formada por Floresta Estacional Semidecidual, sendo utilizada como referencial da condição inicial do solo.

Pastagem (PAST): Área destinada à criação de gado bovino, próxima às áreas sob recuperação.

A coleta de solo para as análises microbiológicas foram realizadas no mês de dezembro/ 2014, no período chuvoso na região. As amostras de solo foram coletadas na camada de 0-10 cm de profundidade, em todos os tratamentos nas diferentes propriedades, utilizando-se cinco repetições, sendo cada amostra composta de sete subamostras. Posteriormente, foram realizadas análises do carbono da biomassa microbiana (C-BMS), utilizando-se o método da fumação-extração, proposto por Vance et al. (1987). A atividade microbiana foi realizada pelo método da respirometria (C-CO₂), modificado segundo De-Polli & Guerra (1997). O quociente microbiano ($qMIC$) foi expresso em porcentagem, calculado pela fórmula $(C-BMS/C-orgânico\ total) \times 100$, e o quociente metabólico (qCO_2) foi obtido pela razão entre os valores da respiração basal e do carbono microbiano. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao C-BMS, o sistema de plantio com maior densidade de mudas (PMA_A), composto por 1000 mudas, formado por 17 espécies arbóreas, plantadas ao longo da mata ciliar do Rio Formoso mostrou-se superior ($p < 0,05$) a ambos os SAFs (A e B), conforme apresentado na **Tabela 1**. Contudo, mostrou-se similar ($p < 0,05$) aos sistemas de plantio de mudas com menores densidades, compostos por 386 unidades/ 0,3 ha e 240 plantas/ 0,6 ha (PMA_B e PMA_C, respectivamente). Em média, os sistemas sob PMA apresentaram maior crescimento microbiano que a PAST e os SAFs, sendo similares VN (**Tabela 1**).

Os resultados da respiração basal (C-CO₂) não demonstraram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os sistemas (**Tabela 1**). Deve-se salientar que uma alta taxa de respiração pode ser interpretada como uma característica desejável, visto que a



decomposição dos resíduos orgânicos irá disponibilizar nutrientes para as plantas (Roscoe et al., 2006). Entretanto, também pode ser indicativo de estresse sobre a biomassa microbiana, pela perturbação no solo (Matias et al., 2009)

Os valores elevados de qCO_2 (**Tabela 1**) indicam maiores perdas de Carbono (C) no sistema, na forma de CO_2 por unidade de C microbiano. O SAF_A apresentou as maiores perdas de matéria orgânica do solo quando comparado aos demais sistemas. O pisoteio do gado nesta área e o consequente adensamento do solo antes da coleta de solo pode ter proporcionado um estresse neste sistema, estimulando as populações de microrganismos de crescimento rápido e interromper bruscamente a sucessão de ecossistemas por ciclos naturais, gerando uma biomassa microbiana qualitativamente alterada e imatura e um solo longe de apresentar a desejada qualidade do solo (Baretta et al., 2005).

Os valores de $qMIC$ resultantes dos sistemas de plantio de mudas adensados PMA_A e PMA_B e mostraram-se similares ($p < 0,05$) entre si, sendo que o sistema com maior densidade de mudas (PMA_A) mostrou-se superior ($p < 0,05$) aos demais sistemas (**Tabela 1**). Estes resultados sugerem que o carbono orgânico está mais disponível para a biomassa microbiana, indicando uma tendência de que os teores de matéria orgânica do solo sejam incrementados ao longo do tempo neste sistema com maior densidade (Sampaio et al., 2008). De acordo com Anderson & Domsch, (1990), um maior $qMIC$ representa maior ciclagem de nutrientes e, portanto, menor acúmulo de carbono; enquanto que um menor $qMIC$ representa menor ciclagem de nutrientes e, conseqüentemente, maior acúmulo de carbono. O $qMIC$ tem sido considerado como bom indicador das alterações dos processos no solo. Solos que exibem valores maiores ou menores poderiam expressar a ocorrência, respectivamente, de acúmulo ou perda de C do solo, conforme mencionado por Jenkinson & Ladd (1981).

CONCLUSÕES

Os sistemas mais adensados de produção de mudas favorecem o crescimento microbiano.

A maior densidade de plantio de mudas arbóreas estimula a dinâmica da matéria orgânica do solo, indicando uma perspectiva de incorporação de C a médio e longo prazos.

AGRADECIMENTOS

A FUNDECT-CAPES, pela bolsa de mestrado concedida. Ao Instituto de Águas da Serra da Bodoquena (IASB), pelo apoio e concessão ao monitoramento das

áreas de estudos. Fábio M. Mercante agradece ao CNPq, pela bolsa de Produtividade de Pesquisa concedida.

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 & Biochemistry*, 22: 251-255, 1990.

ANDRADE, G. A.; FREITAS, P. B.; LANDERS. Aspectos gerais do manejo e conservação do Solo e da Água e as mudanças ambientais. In: PRADO, R. B. et al, ed. *Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto das Mudanças Ambientais*. Rio de Janeiro, Embrapa, 2010. p.25-40.

BARETTA, D. et al. 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*, 29:715-724, 2005.

CHAEER, G. M. Métodos de integração de indicadores para avaliação da qualidade do solo. In: PRADO, R. B. et al, ed. *Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto das Mudanças Ambientais*. Rio de Janeiro, Embrapa, 2010. p.309-324.

DE-POLLI, H. & GUERRA, J.G.M. Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo: método da fumigação-extração. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1997. 13p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 37)

DORAN, J. W. & PARKIN, T. B. Defning and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. Defning soil quality for a sustainable environment. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p.1-20. (Special Publication, 35).

GRISI, B. M. Biomassa e atividade de microrganismos do solo: revisão metodológica. *Revista Nordestina de Biologia*, 10:1-22, 1995.

JENKINSON, D. S. & LADD, J. N. Microbial biomass in soil: Measurement and turnover. In: PAUL, E.A. & LADD, J.M., eds. *Soil Biology & Biochemistry*, 5:415-471, 1981.

MATIAS, M. C. B. S. et al. Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do Estado do Piauí. *Acta Scientiarum Agronomy*, 31:517-521, 2009

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e a atividade enzimática em solos perenes na região de Primavera do Leste (MT). *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 27:425-433, 2003.

PEZARICO, C. R. et al. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. *Revista de Ciências Agrárias* 56: 40-47, 2013.



ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; MENDES, I.C.; REIS JUNIOR, F.B.; SANTOS, J.C.F.; 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.

SAMPAIO, D. B.; ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, V. B. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. Ciência e Agrotecnologia, 32:353-359, 2008.

SILVA, M. F. Diagnóstico Sócio-Ambiental da Bacia do Rio Formoso. Bonito: Projeto de Médio Porte GEF/Banco Mundial, 2000. 66 p.

VANCE, E. D.; BROOKS, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biology & Biochemistry, 19:703-707, 1987.

Tabela 1. Valores médios de carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS), respiração basal (C-CO₂), quociente metabólico (qCO₂) e quociente microbiano (qMIC) de diferentes Sistemas de Manejo de recuperação de áreas degradadas, em Plantio de Mudanças Adensado (PMA_A, PMA_B e PMA_C), em Sistema Agroflorestais (SAF_A e SAF_B), Vegetação Nativa (VN) e Pastagem (PAST). Bonito, MS.

Sistemas de manejo	C-BMS (µg C g ⁻¹ solo seco)	C-CO ₂ (µg C-CO ₂ g ⁻¹ solo dia ⁻¹)	qCO ₂ (µg C-CO ₂ µg ⁻¹ C-BMS h ⁻¹)	qMIC (%)
PMA _A	515,82 a	31,54 a	27,15 b	3,42 a
SAF _A	164,02 c	36,24 a	97,05 a	0,65 b
PMA _B	356,92 ab	30,70 a	36,64 b	1,33 ab
SAF _B	319,91 bc	31,63 a	41,59 b	1,05 b
PMA _C	374,49 ab	24,39 a	27,95 b	1,19 b
VN	486,44	33,42	29,03	2,08
PAST	282,56	26,10	41,70	1,36

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, contrastam pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade