

## INDICADORES AMBIENTAIS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DE SOLO SOB DIFERENTES USOS

Lucimeire Lima de Oliveira (\*), Thelma Ferreira de Souza Vieira, Mayara Dias Siqueira, Elaine A. Oliveira Coringa.

\* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Cuiabá - Bela Vista, meireayala@hotmail.com.

### RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito do uso do solo nos parâmetros químicos e biológicos do solo sob diferentes usos, considerando que a determinação de indicadores biológicos relacionados à biomassa e atividade microbiana do solo são componentes importantes no processo de sustentabilidade do solo. As amostras de solo foram coletadas em diferentes sistemas de uso do solo na Fazenda Três José, no município de Pontes e Lacerda, localizado a sudoeste do estado de Mato Grosso, no vale do Guaporé. O solo predominante é o Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico e o clima da região é o tropical quente e sub-úmido. Foram avaliadas três áreas conforme o uso e manejo do solo: **MN**- Mata Nativa: área de referência, sem intervenção antrópica; **P11**- pastagem com braquiária (*Brachiaria decumbens*) desmatada há 20 anos, primeiro manejada com cultura de milho e há 11 anos implantada a pastagem, sendo que uma semana antes da coleta essa área foi trabalhada com maquinário para limpar o pasto e deixada em pousio; **P18**- pastagem com capim “Tanzânia” (*Panicum maximum*) implantado há 18 anos, sem utilização de adubo ou corretivo. Os solos das áreas em estudo foram coletados em triplicata, e analisados os seus atributos biológicos e químicos. Houve redução do carbono orgânico total dos solos devido à implantação da pastagem. Nos solos sob pastagens, avaliados neste estudo, as maiores variabilidades foram verificadas para os indicadores relacionados à biomassa microbiana, tais como C-BMS e os quocientes metabólico e microbiano. O uso do solo com pastagem por 18 anos impactou em menor proporção a microbiota do solo com relação ao solo de mata nativa, apesar do menor teor de carbono orgânico total. Isso indica um melhor aproveitamento do carbono disponível na própria microbiota do solo, aumentando sua atividade biológica e, conseqüentemente, a sustentabilidade do solo. Os resultados dos atributos químicos são proporcionais aos dos atributos biológicos, sendo que a pastagem P18 apresentou maior fertilidade e conseqüentemente, maior quantidade de nutrientes e pH favorável ao desenvolvimento e manutenção da microbiota do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Carbono da biomassa, qualidade do solo, Cerrado.

### INTRODUÇÃO

O solo desempenha ao menos três funções essenciais à vida e ao desenvolvimento humano: a função econômica, social e ambiental, da qual todas as outras dependem. Porém essas funções só podem ser bem desempenhadas quando a capacidade do solo é respeitada.

As propriedades físicas, químicas e biológicas do solo podem ser alteradas pelo tipo de uso e manejo do solo, e essas propriedades em conjunto conferem qualidade e produtividade ao solo ao longo do tempo; porém, quando esses atributos são modificados pelo manejo incorreto podem comprometer a qualidade do solo a longo prazo.

As técnicas agrícolas e a criação de gado tem sido uma das principais causas de impactos nos solos, principalmente dos solos do cerrado, onde a mecanização agrícola causa a compactação do solo alterando seus atributos físicos. Entretanto, um solo com atributos físicos aparentemente preservados não é necessariamente um solo saudável. Por isso, os parâmetros químicos e, sobretudo os biológicos são mais eficientes na indicação de prováveis distúrbios no solo em razão do tipo de uso e manejo.

No Estado de Mato Grosso, a agropecuária é a principal atividade econômica que afeta fortemente o ambiente do solo, causando distúrbios na comunidade microbiana que podem, por sua vez, influenciar os processos biogeoquímicos que nele ocorrem.

Uma vez manejado pela agricultura ou pecuária, o solo estabelece nova condição de equilíbrio que pode ser monitorada a fim de detectar alterações mais impactantes, principalmente com relação à composição de espécies vegetais, a matéria orgânica, os nutrientes, a estrutura do solo e a comunidade microbiana (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007; ALVES et al., 2011).

Nesse monitoramento é interessante selecionar indicadores que darão uma resposta quantitativa mais sensível às alterações que ocorrem no solo. Dentre esses indicadores, os de origem biológica são os escolhidos. A atividade microbiológica é altamente concentrada nas camadas mais superficiais do solo, e a função dos microrganismos é mediar processos no solo relacionados com o manejo, podendo assim, serem indicadores sensíveis de qualidade do solo.

Dentre os indicadores biológicos destacam-se as medidas da atividade da biomassa microbiana do solo (BMS). Este compartimento da matéria orgânica compõe-se da parte viva do solo, incluindo fungos, bactérias, actinomicetos, protozoários, algas e microfauna (TÓTOLA; CHAER, 2002). Representa o reservatório mais ativo da matéria orgânica do solo, atuando diretamente no balanço de nutrientes, particularmente para o nitrogênio, fósforo e potássio.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito do uso do solo nos parâmetros químicos e biológicos do solo sob diferentes usos, considerando que a determinação de indicadores biológicos relacionados à biomassa e atividade microbiana do solo são componentes importantes no processo de sustentabilidade do solo.

## **Materiais e métodos**

As amostras de solo foram coletadas em diferentes sistemas de uso do solo na Fazenda Três José, georreferenciada sob as coordenadas, latitude 15°34'12.40"S e longitude 59°22'4.36"W, no município de Pontes e Lacerda, localizado a sudoeste do estado de Mato Grosso, no vale do Guaporé. O solo predominante é o Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico e o clima da região é o tropical quente e sub-úmido, com duas estações bem definidas: uma estação seca que vai de maio a outubro e uma chuvosa que vai de novembro a abril. A precipitação média anual é de 1.500mm e a temperatura média é de 24°C.

A vegetação local é composta pela floresta subcaducifólia amazônica, a qual apresenta elementos de transição entre floresta amazônica e cerrado. Essa vegetação é também chamada de cerradão por alguns autores (MAGNOLI e ARAUJO, 1997).

Foram escolhidas três áreas para compor este estudo, conforme o uso e manejo do solo. As áreas avaliadas foram:

**MN**- Mata Nativa: área de referência, sem intervenção antrópica (figura1);

**P11**- pastagem com braquiária (*Brachiaria decumbens*) desmatada há 20 anos, primeiro manejada com cultura de milho e há 11 anos implantada a pastagem, sendo que uma semana antes da coleta essa área foi trabalhada com maquinário para limpar o pasto e deixada em pousio (figura2);

**P18**- pastagem com capim “Tanzânia” (*Panicum maximum*) implantado há 18 anos, sem utilização de adubo ou corretivo (figura 3).



Figura 1 – Áreas de estudo: Mata Nativa - Fonte: arquivo pessoal



Figura 2 – Áreas de estudo: Pastagem bráquiara (*Brachiaria decumbens*)- Fonte: arquivo pessoal



Figura 3 – Áreas de estudo: Pastagem capim Tanzânia (*Panicum maximum*)- Fonte: arquivo pessoal

A coleta foi realizada no dia 11/06/14, sendo que em cada área foram coletadas três amostras simples formando uma composta, a uma profundidade de 20 cm. Para as coletas foram utilizadas pá reta, balde de plástico para homogeneização das amostras, sacos plásticos e etiquetas para identificação, as amostras foram acondicionadas em geladeira até a análise microbiológica.

Para as análises químicas, uma parte da amostra foi seca ao ar por 48 horas, peneirada com peneira de malha de 2 mm, obtendo a TFSA (terra fina seca ao ar).

As análises dos indicadores biológicos consistiram na determinação do (a):

**C-BMS-** Carbono da Biomassa Microbiana, pelo método da irradiação-extração adaptado de ISLAM e WEIL (1998) e BROOKERS *et al.* (1982).

**RBS-** Respiração Basal do Solo, pelo método da incubação das amostras por seis dias, e captura do CO<sub>2</sub> com solução de NaOH. Após este período, a solução foi titulada com ácido clorídrico 0,5 M e indicador fenolftaleína a 0,1% (SILVA *et al.*, 2007).

**COT**- Carbono orgânico total, realizada pelo método de YEOMANS e BREMMER (1998) que consiste na oxidação com dicromato de potássio em meio ácido, aquecido em tubo digestor, e titulado com Sulfato Ferroso amoniacal e ferroin como indicador.

**qCO<sub>2</sub>**- Quociente metabólico, obtido através da equação:  

$$qCO_2 = (RBS/C-BMS) \times 100$$
 equação (1)

E Quociente microbiano (qMic) pela equação:  

$$qMic = (C-BMS \times 10^{-3} / CO) \times 100$$
 equação (2)

As análises dos parâmetros químicos consistiram na determinação do(a): pH - Acidez ativa pelo método CaCl<sub>2</sub> a 1M pelo método potenciométrico; Acidez potencial (H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>) pelo método acetato de cálcio; bases trocáveis (Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>) pelo método do KCl 1 M; alumínio trocável (Al<sup>3+</sup>); textura pelo método da pipeta. Após as determinações, foram calculados os parâmetros soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%). Todas as determinações analíticas foram baseadas nos procedimentos da EMBRAPA (1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises dos indicadores biológicos dos solos apresentaram os seguintes resultados que estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1. Indicadores biológicos do solo em diferentes usos.**

Área de estudo	COT (%)	RBS (mg de C-CO <sub>2</sub> Kg <sup>-1</sup> hora <sup>-1</sup> )	C-BMS (µg g <sup>-1</sup> )	qCO <sub>2</sub> (mg C-CO <sub>2</sub> g C-BMS <sup>-1</sup> hora <sup>-1</sup> )	qMic (%)
MN	2,42	3,81	84,1	4,5	3,48
P11	1,69	3,53	10,9	32,4	0,64
P18	0,99	3,28	109,1	3,0	11,02

O carbono orgânico total foi alterado pelo uso do solo; é possível observar que a substituição da mata nativa pela pastagem reduziu o teor de COT expressivamente, em ambas as pastagens. O maior teor de COT na mata nativa é originário da deposição de folhas, frutos e galhos sobre o solo. As pastagens (11 e 18 anos) apresentaram redução nos valores de COT em relação à mata nativa em 30% e 59%, respectivamente. Nas pastagens os teores do carbono orgânico tendem a ser menor, isso geralmente devido à limitação de acúmulo de matéria orgânica no solo, devido ao menor aporte de liteira e à alta taxa de decomposição (SIMÕES et al., 2010).

A respiração basal do solo (RBS) pode ser definida como a soma total de todas as funções metabólicas nas quais o CO<sub>2</sub> é produzido (SILVA et al. 2007). O solo da mata nativa apresentou maior RBS, havendo redução nos sistemas de pastagens com a substituição da mata, cuja redução foi de 14% para a P18 e 7% para P11. Pode-se observar que o solo com menor teor de carbono – menor disponibilidade de nutriente – apresentou menor respiração microbiana.

O **carbono** da biomassa microbiana (C-BMS) representa o carbono da parte viva da matéria orgânica do solo, incluindo bactérias, actinomicetos, fungos, protozoários, algas e microfauna, excluindo-se raízes de plantas e animais do solo (JENKINSON e LADD, 1981). É uma estimativa da massa microbiana viva total, onde o maior valor na pastagem 2 (P18) indica que com o passar dos anos a tendência é de aumento nos valores da biomassa microbiana no solo, atribuídos ao intenso desenvolvimento e ciclagem do sistema radicular das gramíneas forrageiras, na camada superior do solo.

Os quocientes metabólico (qCO<sub>2</sub>) e microbiano (qMic) são derivados das determinações analíticas anteriores, e indicam um estresse microbiano no solo (qCO<sub>2</sub>) e um melhor aproveitamento do carbono na biomassa microbiana (qMic). Neste estudo, o qCO<sub>2</sub> é maior na pastagem 1 (P11), indicando que o uso deste solo impactou a microbiota, pois os valores mais elevados neste parâmetro pode ser indicativo de condições ambientais mais estressantes com perdas de carbono do solo

(ANDERSON E DOMSCH, 1993). O  $q_{mic}$  mostrou maior valor na pastagem 2 (P18), de acordo com os valores de C-BMS, indicando eficiência dos microrganismos em imobilizar carbono na sua biomassa.

Os resultados obtidos dos atributos químicos estão detalhados na tabela 2.

**Tabela 2. Indicadores químicos do solo em diferentes usos**

Área de estudo	pH	Acidez Potencial	Acidez trocável	SB	CTC	V	m
MN	6,34	3,30	0,26	33,0	36,3	91	0,56
P11	6,86	2,64	0,31	24,0	26,6	90	1,27
P18	7,86	1,65	0,31	40,0	41,6	96	0,77

SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca catiônica; V%: saturação por bases; m%: saturação por alumínio.

A acidez ativa dos solos apresentou-se entre a faixa de pH 6,0 (moderadamente ácido) e pH 8,0 (alcalino). Esta acidez indica a quantidade de íons hidrogênio ( $H^+$ ) que existe no solo (RONQUIM, 2010). As medições de pH do solo podem ser utilizadas como base inicial para a previsão do comportamento químico dos solos, em especial quanto a disponibilidade de nutrientes [...] (FANGERIA e STONE, 2006). Apesar da MN obter menor pH, em relação aos demais tipos de uso do solo, possivelmente devido à decomposição da matéria orgânica e a liberação de ácidos orgânicos, os resultados obtidos em relação à acidez ativa estão dentro de uma zona ideal de disponibilidade de nutrientes às plantas.

A acidez potencial refere-se à soma de  $H^+$  e  $Al^{3+}$  que estão adsorvidos nas partículas coloidais do solo, onde estão aprisionados eletrostaticamente e tem como função manter o pH da solução constante, ou seja, tem poder tamponante. A área de MN apresentou maior acidez potencial e a pastagem P18 a menor, com a elevação do pH na pastagem P18 os íons  $H^+$  e  $Al^{3+}$  passaram para a solução do solo para manter o pH da solução constante, exercendo assim sua função tamponante.

A MN possui maior teor de matéria orgânica, conseqüentemente há maior poder tampão, uma vez que ela é fonte de  $H^+$  e  $Al^{3+}$ , já a pastagem P18 tem menor teor de matéria orgânica e menor poder tamponante do solo.

O Alumínio trocável ou acidez trocável corresponde a quantidade de  $Al^{3+}$  que está retido pelas cargas negativas do solo. A acidez trocável é de extrema importância, pois valores altos significam toxicidade as plantas. Os resultados encontrados para Al trocável ficaram entre 0,20 e 0,31  $cmol/Kg$  apresentando assim baixo potencial prejudicial às plantas, também foram obtidos baixos teores de  $Al^{3+}$  em solos da região de Pontes e Lacerda por (PIERANGELI e PIERANGELI, 2010).

A SB reflete a soma de bases trocáveis, neste caso a soma de  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$  e dá uma indicação do número de cargas negativas dos colóides que está ocupado por bases (LOPES e GUILHERME, 2004). Dentre os tipos de uso do solo a SB foi menor para a pastagem P11, ou seja, esta pastagem tem menos nutrientes como o  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$  retidos nos colóides e estes conseqüentemente estão ocupados por  $Al^{+3}$ ; portanto, esta pastagem apresentou menor capacidade de troca catiônica (CTC).

A CTC é a quantidade total de cátions retidos à superfície, ou seja,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $K^+$ ,  $H^+$ ,  $Al^{+3}$  e representa a graduação da capacidade de liberação de vários nutrientes, favorecendo a manutenção da fertilidade [...] (RONQUIM, 2010). A pastagem P18 obteve maior CTC a pH 7,0, seguido da mata nativa. Todas as áreas analisadas obtiveram CTC elevada em função dos teores de Ca e Mg.

Todos os solos foram classificados como eutróficos, isto é, de boa fertilidade, pois possuem alta saturação por bases (V%) e baixa saturação por alumínio (m%), especialmente a pastagem P11. Igualmente foi encontrada alta saturação por bases nos solos amostrados de Pontes e Lacerda por PIERANGELI e PIERANGELI (2010).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Houve redução do carbono orgânico total dos solos devido à implantação da pastagem.
- Nos solos sob pastagens, avaliados neste estudo, as maiores variabilidades foram verificadas para os indicadores relacionados à biomassa microbiana, tais como C-BMS e os quocientes metabólico e microbiano.
- O uso do solo com pastagem por 18 anos impactou em menor proporção a microbiota do solo com relação ao solo de mata nativa, apesar do menor teor de carbono orgânico total. Isso indica um melhor aproveitamento do carbono disponível na própria microbiota do solo, aumentando sua atividade biológica e, conseqüentemente, a sustentabilidade do solo.
- Os resultados dos atributos químicos são proporcionais aos dos atributos biológicos, sendo que a pastagem P18 apresentou maior fertilidade e conseqüentemente, maior quantidade de nutrientes e pH favorável ao desenvolvimento e manutenção da microbiota do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anderson, J. P. E.; Domsch, K. H. The metabolic quotient (qCO<sub>2</sub>) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993.
2. Araújo, A. S. F. E.; Monteiro, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. *Bioscience Journal*, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.
3. EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2ª ed. Rio de Janeiro, 2011, 360p.
4. Fageria, Nand Kumar; Stone, Luís Fernando. Qualidade do solo e meio ambiente. Santo Antônio de Goiás – GO: Embrapa Arroz e Feijão, documento 197, 35p.
5. 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.
6. Lima, Herdjanía Veras de et al. Tráfego de máquinas agrícolas e alterações de bioporos em área sob pomar de laranja. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 29, n. 5, Oct. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-6832005000500003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-6832005000500003&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em: 18/07/2014.
7. Lopes, A.S.; Guilherme, L.R.G. Interpretação de Análise de Solo: Conceitos e Aplicações. São Paulo: ANDA, 2004. Boletim técnico nº 2, 50p.
8. Magnoli, Demétrio; Araújo, Regina. *A Nova Geografia*. 2º ed. São Paulo: Moderna, 1997.
9. Pierangeli, L.M.; Pierangeli, M.A.P. Algumas Características Químicas de Solos de Pontes e Lacerda-MT. 50º Congresso Brasileiro de Química, Oct. 2010. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2010/trabalhos/13/13-375-8162.htm>>. Acessado em: 20/08/14.
10. Ronquim, Carlos César. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, nº8. Campinas-SP: Embrapa monitoramento por satélite. 27p. 2010.
11. Silva, Edmilson Evangelista da; Azevedo, Pedro Henrique Sabadin de; DE-POLLI, Helvécio. Determinação da Respiração Basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO<sub>2</sub>). Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico, 99).
12. Yeomans, J.C. & Bremner, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 19:1467-1476, 1988.
13. ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO1, M.F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 33:341-347, 2011.
14. TÓTOLA, M.R. & CHAER, G.M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores de 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 Solo, 2002. v.2. p.195-276.