

## **Indicadores microbiológicos em diferentes sistemas de manejo do solo na Amazônia Meridional**

Malheiros CH<sup>1</sup>, Stieven A.C<sup>2</sup>, Santos J.O<sup>3</sup>, Almeida L.S<sup>2</sup>, Campos DT S<sup>4</sup>, Oliveira LA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Amazonas, UEA- PPG-Bionorte, <sup>2</sup> Universitário de Várzea Grande, UNIVAG, Várzea Grande, MT, <sup>3</sup> Empresa Mato-Grossense de Pesquisa Assistência e Extensão Rural, <sup>4</sup> Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, <sup>5</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. INPA. Email. chmalheiros@gmail.com

### **Resumo**

As iLPFs são manejos que integram as atividades de agricultura, pecuária e floresta visando diminuir a degradação ambiental e aumentar os lucros. O objetivo do presente estudo foi avaliar os indicadores de qualidade do solo de uma área com sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), em Nova Canaã do Norte-MT. A coleta das amostras de solo foi feita em maio de 2013, onde as mesmas foram coletadas no sentido transversal às linhas das espécies florestais (eucalipto e paricá) em sete diferentes distâncias: 0, 3, 6 e 10 m à esquerda e direita do pé da planta. Na avaliação da qualidade do solo utilizou-se os indicadores: Carbono da Biomassa Microbiana (CBM), Respiração Basal (RB) e o Quociente Metabólico (qCO<sub>2</sub>). O método utilizado para a determinação do CBM foi o da fumigação e os demais indicadores obtiveram-se a partir dos dados de CBM. Os resultados destacam os sistemas de iLPF com uso de eucalipto frente aos sistemas com uso de paricá como planta perene, nos indicadores CBM e qCO<sub>2</sub>. Porém, os sistemas, em geral, não apresentam diferenças estatísticas na maioria das comparações, o que sugere a estabilidade dos mesmos. Os resultados preliminares não sugerem benefícios ao solo com o uso de sistemas de integração após 5 anos de instalação.

**Palavras-chaves:** carbono da biomassa microbiana, sustentabilidade, iLPF

### **Introdução**

Os sistemas iLPF incorporam conceitos e práticas de uso sustentável dos recursos naturais, máxima biodiversidade, uso conservacionista do solo e da água, além de agregar valor aos produtos agropecuários. O emprego de sustentabilidade desses sistemas está relacionado, entre outros fatores, aos benefícios para o solo, destacando: a melhoria da

qualidade química, física e biológica, estrutura, cobertura e maior armazenamento de água no solo (Kluthcouski et al., 2003).

A biomassa microbiana do solo (BMS) compreende a parte viva da matéria orgânica, e é considerado um indicador de qualidade do solo, uma vez que infere medidas qualitativas e quantitativas nos processos ecológicos e nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, imediatamente após qualquer mudança do ambiente. Dessa forma, pelo fato de muitos microrganismos utilizarem a fração disponível da matéria orgânica do solo (MOS), estes são mais sensíveis às mudanças em sua qualidade e mudanças significativas na BMS que podem ser detectadas muito antes que alterações na MOS possam ser percebidas, possibilitando a adoção de medidas de correção antes que a perda da qualidade do solo seja mais severa (Santos *et al.*, 2005).

O reservatório de carbono microbiano é fortemente influenciado pelos sistemas de manejo do solo, tipo e intensidade da rotação de culturas e pela incorporação de adubos orgânicos e resíduos culturais, e os indicadores microbiológicos usados para fazer essa avaliação são: o Carbono da Biomassa Microbiana (CBM), que afere o fluxo de energia e transformação do C; a Respiração Basal (RB), que reflete a atividade da BMS responsável pela degradação de compostos orgânicos; e o Quociente Metabólico ( $qCO_2$ ), que indica estresse, perturbação ou estabilidade do ecossistema (Ferreira, 2006).

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o CBM, RB e  $qCO_2$  como indicadores microbiológicos presentes em diferentes sistemas de manejo do solo na Amazônia Meridional.

## **Material e Métodos**

O presente estudo foi desenvolvido com solo da Fazenda localizada na Amazônia Meridional, município de Nova Canaã do Norte, Mato Grosso, entre a latitude S10°33'29" e longitude W55°57'11", sendo uma área de transição dos Biomas Cerrado e Amazônia. O solo da propriedade é classificado como um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd) de textura argilosa. O clima da região é classificado segundo Koppen como Aw, com temperaturas médias anuais entre 4 e 40 °C e precipitação média anual de 2.500 mm.

As amostras de solo foram coletadas em um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, na profundidade de 0-20 cm, com oito tratamentos em uma área de 5 ha para cada um deles, sendo: T1: iLPF linha simples de; T2: iLPF linha dupla de eucalipto; T3: iLPF linha tripla de; T4: iLPF linha simples de; T5: iLPF linha dupla de paricá; T6: iLPF linha tripla de paricá; T7:

área de rotação entre lavoura na safra e pasto na entre safra e T8: área de mesmo tamanho, com mata nativa. Os sistemas de iLPF foram implantados em Dezembro de 2008 e a partir da safra de 2011/2012 os sistemas permaneceram nas entrelinhas plantio de soja na safra, milho na safrinha e *Brachiaria ruziziensis* na entressafra.

Para avaliar o Carbono da Biomassa Microbiana (CBM), Respiração Basal (RB) e o Quociente Metabólico ( $qCO_2$ ) como indicadores microbiológicos utilizou-se o método de fumigação-incubação de Jenkinson e Powlson (1976) modificado. A RB foi obtida pela diferença da medição de carbono emanado das amostras fumigadas e não-fumigadas durante o período de incubação. E o  $qCO_2$  foi determinado pela razão entre a RB e o CBM. Todas as determinações foram feitas em triplicatas e os resultados expressos com base no peso de solo seco. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software ASSISTAT, versão 7.5, beta (Silva e Azevedo, 2002), com comparações das médias pelo Teste de Tukey a 5 %.

### Resultados e Discussão

As concentrações do carbono da biomassa microbiana (CBM) não apresentaram variação entre os sistemas avaliados e as distâncias do pé da planta perene (Tabela 1).

Tabela 1 - Carbono da biomassa microbiana (CBM) de um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, coletas de 0-20 cm de profundidade, para oito sistemas diferenciados de uso e manejo do solo na Amazônia Meridional.

Tratamento	Distância (m)			
	0	3	6	10
	----- $\mu\text{g C g solo}^{-1}$ -----			
iLPF linha simples de eucalipto	15,39 aA	18,15 aA	21,83 aA	22,31 aA
iLPF linha dupla de eucalipto	14,43 aB	24,97 aA	15,11 aB	13,12 aB
iLPF linha tripla de eucalipto	18,33 aA	24,55 aA	18,85 aA	21,31 aA
iLPF linha simples de paricá	18,76 aA	20,80 aA	16,87 aA	18,69 aA
iLPF linha dupla de paricá	19,25 aA	14,24 aA	15,41 aA	19,01 aA
iLPF linha tripla de paricá	16,84 aA	20,87 aA	21,57 aA	16,57 aA
Rotação Soja/Pasto	15,70 aA	15,70 aA	15,70 aA	15,70 aA
Mata nativa	21,82 aA	21,82 aA	21,82 aA	21,82 aA
<b>CV% = 39,67</b>				

\*As médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Apesar da similaridade dos sistemas, é possível observar no sistema de iLPF linha simples de eucalipto, um incremento nas concentrações de CBM com relação a maior distância do pé da planta perene, com valor de 15,39  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$  em 0 m, 18,15  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$  a 3 m, 21,83  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$  a 6 m e 22,31  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$  a 10 m, entretanto, esse fato não se observa nos demais tratamentos. Nos sistemas de rotação soja/pasto e mata nativa, observa-se valor muito superior em áreas de mata, com 21,82  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$ , enquanto para rotação obteve-se 15,70  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$  de CBM.

Na literatura é relatado que os teores de CBM podem ser alterados durante os anos, e diversos estudos realizados no Brasil constataram diferenças no teor de CBM entre épocas de amostragem, principalmente em função do ciclo das plantas, da adição de resíduos vegetais, da pluviosidade e da temperatura (Anderson e Domsch, 1993; Brandão Junior et al., 2008), dessa forma pode-se justificar a não diferenciação dos sistemas, o que sugere a necessidade de coletas e amostragem em diferentes períodos.

Um estudo sobre diversidade metabólica e atividade microbiana de solos sob integração Lavoura-Pecuária, discute que a diversidade de espécies vegetais proporcionam maiores quantidades de diferentes substratos (exsudatos liberados pelas plantas) que são utilizados pela microbiota do solo como fonte de carbono (Chavéz et al., 2011), entretanto, os dados do presente estudo não corroboram com os encontrados pelo autor, uma vez que áreas de iLPF possuem maior diversidade de resíduos vegetais comparadas as áreas de rotação soja/pasto, mas não apresentam diferenças estatísticas significativas.

As quantificações da respiração basal (RB) apresentam diferenças entre as distâncias e entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). Para a distância de 0 m do pé da planta perene destaca-se a RB sob iLPF linha tripla de eucalipto, com 29,33  $\mu\text{g CO}_2 \text{ g solo}^{-1}$ , entretanto para 3 e 6 o sistema de iLPF composto por paricá apresenta maior RB, sendo 32,46  $\mu\text{g CO}_2 \text{ g solo}^{-1}$  em iLPF linha tripla de paricá a 3 m e 36,77  $\mu\text{g CO}_2 \text{ g solo}^{-1}$  em iLPF linha simples de paricá a 6 m. Aos 10 m não foram encontradas diferenças significativas entre os sistemas. Os valores de RB em solo sob paricá são os maiores encontrados nesta avaliação, o que destaca esse sistema em relação aos demais.

A taxa de respiração basal do solo está relacionada com a maior atividade biológica, a qual é diretamente proporcional à fração de carbono lábil no solo (Tótola e Chaer, 2002), com base neste conceito, pode se inferir que as plantas de paricá forneçam mais carbono lábil ao solo, comparado ao eucalipto, sendo uma informação importante para tomada de decisão quanto à espécie vegetal perene a ser incorporada no sistema de integração.

Uma vez que, ao comparar diferentes biomassas microbianas, quanto a sua eficiência, Insam e Domsch (1988) consideram que a biomassa mais eficiente seria aquela que perde menos carbono na respiração e incorpora mais à suas células. Dessa forma, a utilização de paricá nos sistemas não é deve ser recomendada para este sistema.

De acordo com aliteratura, há uma relação inversa entre CBM e  $qCO_2$ , ou seja, maiores teores de carbono causam diminuição na atividade metabólica e aumento da biomassa microbiana (Balota et al., 1998; Moreira e Malavolta, 2004), essa relação pode ser confirmada quando comparamos os sistemas de rotação soja/pasto e mata nativa. Por outro lado, essa mesma inversão não é visível em todos os sistemas de iLPF.

Ao contrário do observado para a RB, os índices de  $qCO_2$  destacam sistemas de iLPF com eucalipto (Tabela 3). Observa-se maior  $qCO_2$  em iLPF linha simples e dupla de eucalipto para 0 m e 10 m, respectivamente, apresentando valores de 2,20 e 2,41  $\mu g CO_2 \mu g Cmic dia^{-1}$ . Para os sistemas convencionais, observa-se maior taxa de  $qCO_2$  em rotação soja/pasto comparado a mata nativa, com 1,48 e 1,02  $\mu g CO_2 \mu g Cmic dia^{-1}$ , respectivamente.

Tabela 2 - Respiração Basal (RB) de um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, coletas de 0-20 cm de profundidade, para oito sistemas diferenciados de uso e manejo do solo na Amazônia Meridional.

Tratamento	Distância ( m)			
	0	3	6	10
	----- $\mu g CO_2 g solo^{-1}$ -----			
iLPF linha simples de eucalipto	25,21 abA	24,02 bA	27,63 bA	27,76 aA
iLPF linha dupla de eucalipto	20,88 bB	29,30 abA	24,85 bAB	27,15 aAB
iLPF linha tripla de eucalipto	29,33 aA	28,45 abA	27,93 bA	27,46 aA
iLPF linha simples de paricá	24,35 abB	28,48 abB	36,77 aA	25,59 aB
iLPF linha dupla de paricá	22,96 abA	22,39 bA	24,46 bA	23,31 aA
iLPF linha tripla de paricá	25,73 abAB	32,46 aA	27,33 bAB	24,75 aB
Rotação Soja/Pasto	23,19 abA	23,19 bA	23,19 bA	23,19 aA
Mata nativa	22,16 abA	22,16 bA	22,16 bA	22,16 aA
	CV% = 21,31			

\*As médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

A relação Cmic:COT, responsáveis pelos valores obtidos de  $qCO_2$ , indicam a presença de MO muito ativa e sujeita a transformações, pois é um indicador de disponibilidade da MO

para os microrganismos (Sampaio et al., 2008), o que confirma que os sistemas iLPF disponibilizam mais MO aos microrganismos, uma vez que as taxas de  $qCO_2$  são maiores.

Tabela 3 - Quociente metabólico ( $qCO_2$ ) de um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, coletas de 0-20 cm de profundidade, para oito sistemas diferenciados de uso e manejo do solo na Amazônia Meridional.

Tratamento	Distância (m)			
	0	3	6	10
	----- $\mu g CO_2 \mu g Cmic dia^{-1}$ -----			
iLPF linha simples de eucalipto	2,20 aA	1,47 aA	1,45 abA	1,50 abA
iLPF linha dupla de eucalipto	1,90 abAB	1,35 aB	1,95 abAB	2,41 aA
iLPF linha tripla de eucalipto	2,03 abA	1,33 aA	1,94 abA	1,34 abA
iLPF linha simples de paricá	1,61 abA	1,81 aA	2,36 aA	1,57 abA
iLPF linha dupla de paricá	1,46 abA	1,75 aA	1,78 abA	1,51 abA
iLPF linha tripla de paricá	1,63 abA	1,57 aA	1,43 abA	1,96 abA
Rotação Soja/Pasto	1,48 abA	1,48 aA	1,48 abA	1,48 abA
Mata nativa	1,02 bA	1,02 aA	1,02 bA	1,02 bA
	CV% = 46,32			

\* As médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### Conclusões

Os sistemas de eucalipto destacam-se, em dois indicadores, CBM e  $qCO_2$  frente aos sistemas com o uso de paricá.

Os resultados preliminares não sugerem benefícios ao solo com o uso de sistemas de integração após 5 anos de manutenção do sistema.

Sugere-se maior investigação do sistema, com coletas temporais e outros indicadores de qualidades microbiológicas do solo.

### Referências

Anderson TH, Domsch KH (1993) The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> (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 soil. *Soil Biol & Bioch* 25:393-95.

Balota EL, Colozzi-filho A, Andrade DS, Hungria M (1998) Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 22:641-649.

Brandão Junior O, Hungria M, Franchini JC, Espindola CR (2008) Comparação entre métodos de fumigação extração e fumigação incubação para determinação do carbono da biomassa microbiana em um latossolo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 32:1911-1919.

Chavéz LF, Escobar LF, Anghinoni I, Carvalho PCF, Meurer EJ (2011) Diversidade metabólica e atividade microbiana no solo em sistema de iLPF sob intensidades de pastejo. *Pes Agrop Brasileira* 46:1254-61.

Ferreira AP, Cunha CLN, Wermelinger ED, Souza MB, Lenzi MF, Mesquita CM, Jorge LC (2006) Impactos de pesticidas na atividade microbiana do solo sobre a saúde dos agricultores. *Rev Baiana de Saúde Pública* 30:309-21.

Insam H, Domsch KH. (1988) Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. *Microbial Ecology* 15:177-88.

Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - IMAZON. 2015. Disponível em: <http://imazon.org.br/categorias-mapas/amazonia-legal/>. Acessado 20 julho 2015.

Jenkinson DS, Powlson DS (1976) The effects of biocidal treatments on metabolism in soil-I. Fumigation with chloroform. *Soil Biol Bioch* 8:167-77.

Kaschuck G, Adalberton O, Hungria M (2010) Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability *Soil Biology and Biochemistry*. 42:1-13.

Kluthcouski J, Stone LF, Aidar H (2003) Integração Lavoura-Pecuária. Embrapa, Santo Antônio de Goiás, GO. Moreira A, Malavolta E (2004) Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. *Pesq. Agropecuária Brasileira* 39:1103-10.

Sampaio DB, Araujo ASF, Santos VB (2008) Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. *Ciência e Agrotecnologia* 32:353-59.

Santos JB, Jakelaitis A, Silva AA, Vivian R, Costa MD, Silva AF (2005) Atividade microbiana do solo após aplicação de herbicidas em sistemas de plantio direto. *Planta Daninha* 23:683-91.

Silva FASE, Azevedo CAV (2002) Versão do programa computacional Assistant para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 4:71-78.

Tótola MRE, Chaer GM (2002) Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade do solo. Tópicos em ciência do solo. *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*: Viçosa, MG.