



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO DE CULTIVOS DE DENDEZEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM TOMÉ-AÇU, PARÁ

**Izabela Penha de Oliveira Santos<sup>(1)</sup>; Steel Silva Vasconcelos<sup>(2)</sup>; Osvaldo Ryohei Kato<sup>(2)</sup>; Carlos José Capela Bispo<sup>(3)</sup>; Andresa Cristina da Silva<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudante de graduação; Universidade do Estado do Pará, Tv. Dr. Enéas Pinheiro, Belém, Pará CEP 66095-100; E-mail: [izabela.santos04@gmail.com](mailto:izabela.santos04@gmail.com); <sup>(2)</sup> Pesquisador; Embrapa Amazônia Oriental, Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/no., Belém, Pará CEP 66095-100; <sup>(3)</sup> Pesquisador(a); Natura Inovação e Tecnologias de Produtos Ltda, Rodovia Anhanguera, s/nº Km.30,5 - Prédio A, 2 andar B, Polvilho, Cajamar, São Paulo CEP 07750-000.

**Resumo** – A paisagem de ecossistemas naturais vem sofrendo alterações pelo uso intensivo do solo. Estudos têm buscado sistemas sustentáveis que possam agregar qualidade do solo e produção, como os sistemas agroflorestais. Os atributos biológicos do solo destacam-se como promissores indicadores de qualidade do solo, por responderem rapidamente ao tipo de vegetação, clima e manejo do solo. O presente trabalho avaliou a respiração microbiana do solo em dois sistemas de cultivo de dendezeiro com 3 anos de idade em Tomé-Açu (PA). Amostras de solo foram coletadas no período seco nos sistemas Adubadeiras (T1) e Biodiverso (T2). Um fragmento de floresta secundária foi avaliado como área de referência. T1 apresentou maior atividade biológica na direção da copa do que entre plantas, provavelmente devido ao maior aporte de matéria orgânica na copa. Em T2, a respiração microbiana foi maior entre-plantas do que na projeção da copa, possivelmente devido à diferença da cobertura vegetal. A floresta secundária apresentou menor respiração microbiana em comparação com os sistemas de cultivo. Houve diferença estatística significativa para respiração microbiana do solo entre os tratamentos T1, T2 e a floresta secundária, mas não houve entre os locais de coleta. Concluiu-se que a cobertura de vegetação é um fator importante para atividade biológica, sendo o sistema agroflorestal uma alternativa para o plantio de dendê mais sustentável.

**Palavras-Chave:** Amazônia; *Elaeis guineenses*; respiração microbiana do solo; sistemas agroflorestais.

### INTRODUÇÃO

Sistemas agroflorestais (SAFs) são indicados como uma prática sustentável de produção agropecuária, pois reúnem funções ecológicas do sistema solo-planta para a manutenção ou melhoria da capacidade produtiva do solo (Gama-Rodrigues et al., 2006), quando espécies lenhosas perenes são associadas com plantas herbáceas, em um arranjo espacial (Lundgren, 1982). Os SAFs contribuem para a manutenção ou melhoria da qualidade do solo, definida como a capacidade do solo em manter uma produção de modo sustentável (Costa et al., 2006), considerando-se aspectos de produtividade biológica e qualidade ambiental.

Os ecossistemas naturais apresentam uma relação harmoniosa entre a cobertura vegetal e os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, decorrente de processos essenciais de ciclagem de nutrientes e de acumulação e decomposição da matéria orgânica (Silva et al., 2007). Entretanto, esta relação vem sendo alterada devido à retirada da vegetação natural para implantação da agricultura, fortemente marcada pela alta aplicação de insumos como mecanização, irrigação, fertilizantes químicos, pesticidas e herbicidas, os quais geralmente diminuem a qualidade do solo (De-Polli e Pimentel, 2005; Ferreira et al., 2010).

O compartimento biológico do solo é afetado por condições físicas e químicas do solo, clima e do tipo de cultura e do manejo adotado (Júnior e Melo, 2000). Em geral, atributos biológicos são mais sensíveis do que atributos físicos e químicos em detectar mudanças da qualidade do solo sob cultivo (Costa et al., 2006). Os microrganismos do solo atuam em processos de decomposição da matéria orgânica, participando diretamente no ciclo biogeoquímico dos nutrientes e, conseqüentemente, mediando a sua disponibilidade no solo (Balota et al., 1998).

Segundo Mielniczuk (2008), para o monitoramento da qualidade do solo é necessário definir atributos de solo e do ambiente sensíveis ao manejo e de fácil determinação. Vários autores, como, por exemplo, Alcântara et al. (2007), indicaram que as propriedades biológicas e bioquímicas do solo são ferramentas que podem contribuir para orientar o planejamento e a avaliação das práticas de manejo utilizadas. De fato, em estudos de impactos do uso da terra sobre a qualidade do solo, a biomassa microbiana, a respiração microbiana e o quociente metabólico do solo são os indicadores mais utilizados (De-Polli e Pimentel, 2005). A respiração microbiana do solo consiste na medida de produção de CO<sub>2</sub> oriundo da atividade dos microrganismos heterotróficos aeróbios durante a oxidação de compostos orgânicos (Kennedy e Smith, 1995), estando relacionada a disponibilidade de C da biomassa microbiana (Alvarez et al., 1995).

Dessa forma, práticas agrícolas que degradem em menor proporção o solo e permitam sustentabilidade da agricultura têm recebido atenção crescente (Balota et al., 1998). Kato et al. (2004) sugeriram que a associação de SAFs a técnicas conservacionistas de preparo de área pode

representar uma combinação promissora de manejo sustentável de pequenas propriedades agrícolas na Amazônia. Entre as técnicas conservacionistas, o preparo da área com trituração manual ou mecanizada, em que a biomassa da parte aérea é mantida sobre o solo na forma de cobertura morta (*mulch*), tem grande potencial de conservar recursos como nutrientes e água no sistema de produção agrícola que tradicionalmente envolve cultivo de mandioca, milho, arroz e feijão. No entanto, há poucas informações sobre o potencial de melhoria da qualidade do solo de outros sistemas de produção em áreas trituradas, como cultivo de dendezeiro (*Elaeis guineenses*) em sistemas agroflorestais, proposto como alternativa sustentável para produção de dendezeiro na agricultura familiar.

O objetivo deste estudo foi avaliar a atividade microbiana do solo de cultivos de dendezeiro em sistemas agroflorestais com uso de trituração no preparo de área.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento está sendo desenvolvido no município de Tomé-Açu, na mesorregião Nordeste do estado do Pará. A cidade dista 250 km de Belém, capital do Estado, sendo a maior e mais antiga colônia japonesa no norte do Brasil, com 75 anos de história de ocupação.

A área de estudo escolhida, denominada Unidade Demonstrativa II (UD2), faz parte do Projeto Dendê em Sistemas Agroflorestais na Agricultura Familiar, desenvolvido pela Natura Inovação em parceria com a Cooperativa Agrícola Mista de Tomé Açu (CAMTA), EMBRAPA Amazônia Oriental (CPATU) e EMBRAPA Amazônia Ocidental (CPAA), com recursos da Financiadora de Estudo e Projetos (FINEP). A UD2 está localizada a 10 km do centro do município de Tomé-Açu, Quatro Bocas, entre as coordenadas geográficas de 02° 20' 59,68037" de latitude sul e 48° 15' 36,06262" de longitude a oeste de Greenwich. Na região predomina Latossolo amarelo argilo-arenoso, com níveis baixos de macro e micronutrientes, pH = 5,1 e matéria orgânica = 2,7% (Baena, 1999). O clima é do tipo Ami, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 27,9° C, precipitação de 2000 a 2.500 mm anuais, com distribuição mensal irregular, tendo um período (novembro a junho) com maior intensidade de chuvas (Baena, 1999).

Em 2007, foram instalados três sistemas de cultivo de dendezeiro em área de floresta secundária com aproximadamente 10 anos de idade (Figura 1), sendo estes denominados de Biodiverso sob preparo manual, Biodiverso sob preparo mecanizado, e, Adubadeiras sob preparo mecanizado. Neste estudo foram avaliados os sistemas Biodiverso sob preparo mecânico (T2), e, Adubadeiras sob preparo mecanizado (T1). Cada sistema possui fileiras duplas de dendê que são separadas por faixas de plantio de espécies arbustivas e arbóreas, incluindo leguminosas e madeireiras, conforme cada tratamento (Figura 2). A área de cada sistema é 20.000 m<sup>2</sup>.



Figura 1. Área sob pousio durante 10 anos.



Figura 2. Aspecto do cultivo de dendezeiro em sistema agroflorestal com 21 meses de idade em Tomé-Açu, Pará.

A coleta de solo foi realizada no final do período seco, em novembro de 2010. Nos sistemas T1 e T2, foram coletadas com trado quatro amostras simples, na profundidade 0-10 cm, na projeção da copa e entre plantas de dendê. Foram coletadas também amostras em uma área de floresta secundária adjacente ao experimento em 4 parcelas de 25 m x 25 m.

As amostras foram armazenadas sob refrigeração até o processamento no laboratório, onde foram peneiradas a 2 mm e mantidas a 4 °C durante uma semana, quando foram analisadas. A umidade das amostras coletadas foi corrigida a cerca de 60% de sua capacidade de retenção de água do solo antes da incubação.

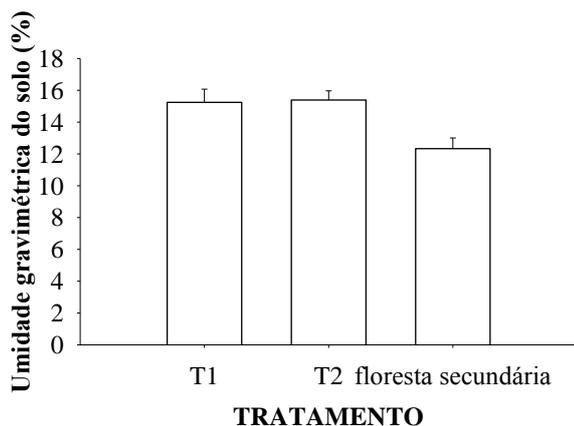
A respiração microbiana do solo foi determinada de acordo com Jenkinson e Powlson (1976). Amostras de solo foram incubadas em recipiente de 2 L hermeticamente fechado contendo um frasco com 25 mL de NaOH 0,5 M, durante 10 dias, no escuro, e temperatura de 25-28 °C. A quantificação do CO<sub>2</sub> retido na solução de NaOH foi realizado por titulação com solução de HCl 0,5 M. As análises foram realizadas em triplicata.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial com parcelas subdivididas, em que os sistemas foram os tratamentos e os locais de coleta foram os subtratamentos. Foram realizados teste de normalidade (*Shapiro-Wilk*), teste de homogeneidade de variância (*Levene*), análise descritiva, análise de correlação de Pearson (P=0,05) e análise de variância com os programas SigmaPlot 11.0 e SAS 9.1.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

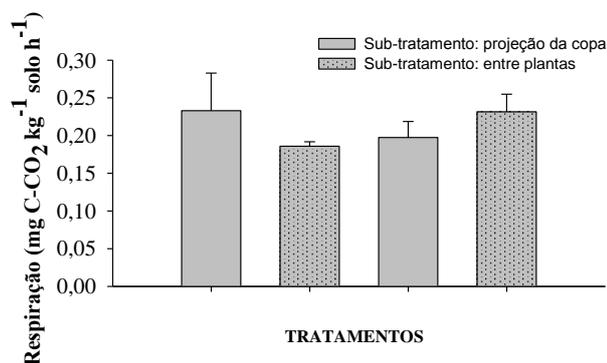
A umidade do solo não diferiu estatisticamente entre os tratamentos (p > 0,05). Entretanto, houve uma tendência de

maior umidade do solo nos sistemas de cultivo do que na floresta secundária (Figura 3).



**Figura 3.** Umidade gravimétrica do solo em sistemas de cultivo de dendzeiro (T1 – Adubadeiras, n=7 e T2 - Biodiverso Mecanizado, n=8) e floresta secundária (n=3). Dados são média ± erro padrão.

Para a respiração microbiana, não foi encontrada diferença estatística significativa entre os locais de coleta ( $p > 0,05$ ) (Figura 4). Entretanto, os tratamentos T1 e T2, quando comparados com a floresta secundária, apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) (Figura 5).

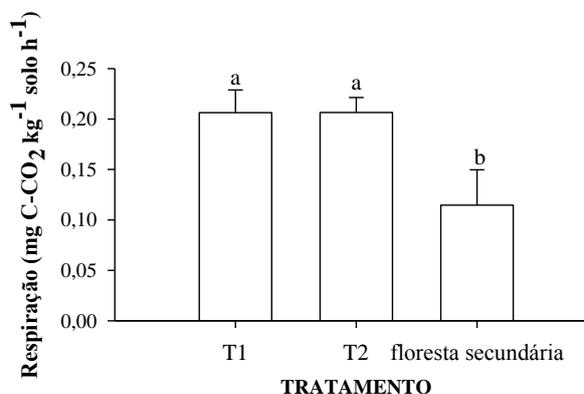


**Figura 4.** Respiração microbiana do solo por tratamento e local de coleta (T1- Adubadeiras; n=7 e T2- Biodiverso Mecanizado; n=8). Dados são média ± erro padrão.

Entretanto, o valor encontrado de respiração microbiana na projeção da copa das plantas em T1 foi maior do que entre plantas (Figura 4), com valor de  $0,23 \pm 0,05$  mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup> e  $0,19 \pm 0,01$  mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup>, respectivamente. Esta diferença pode ser compreendida pelo maior aporte de matéria orgânica na direção da copa do que entre as plantas de dendê. Segundo Rangel Vasconcelos et al. (2005), a natureza da vegetação é um fator importante na dinâmica dos microrganismos no solo, pois é a cobertura vegetal responsável pela contribuição de matéria orgânica ao solo, favorecendo a atividade dos microrganismos que disponibilizam os nutrientes para as plantas. A manutenção dos restos culturais no solo junto às práticas conservacionistas enriquecem-no com

matéria orgânica e reduzem impactos negativos de plantio com o uso intensivo e sucessivo de áreas agrícolas (Moreira e Siqueira, 2002).

No tratamento T2, a respiração microbiana foi maior entre plantas de dendê ( $0,23 \pm 0,02$  mgC-CO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup>soloh<sup>-1</sup>) quando comparado com o solo na projeção da copa ( $0,20 \pm 0,02$  mgC-CO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup>soloh<sup>-1</sup>).



**Figura 5.** Respiração microbiana do solo em sistemas de cultivo de dendzeiro (T1 – Adubadeiras, n=7 e T2 - Biodiverso Mecanizado, n=8) e floresta secundária (n=3). Dados são média ± erro padrão.

A floresta secundária apresentou valores menores de respiração microbiana do solo,  $0,11 \pm 0,04$  mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> solo h<sup>-1</sup>, (Figura 5). Rangel-Vasconcelos et al. (2005) também relataram valor baixo de atividade microbiana em uma vegetação secundária de 14 anos, sugerindo a presença de elevada biomassa microbiana inativa durante o período seco. Logo, por ser um ambiente relativamente maduro, os microrganismos não necessitariam gastar uma grande energia metabólica para sua atividade.

A correlação entre a umidade do solo e a respiração microbiana do solo foi positiva, indicando a inter-relação entre as mesmas, apesar de ter sido fraca ( $r = 0,229$ ).

Ao discutir a interpretação da atividade biológica no solo, Silva et al. (2007), citando Follet e Schimel (2005) e Parkin et al. (1996), relataram que a maior liberação de CO<sub>2</sub> geralmente é devida à maior atividade biológica. Porém, elevados valores de respiração nem sempre indicam condições favoráveis, pois uma alta taxa de respiração pode indicar, a curto prazo, liberação de carbono para as plantas e, a longo prazo, perda de carbono orgânico a atmosfera.

O estudo avaliou um indicador de qualidade do solo, respiração microbiana, entretanto, para a melhor conclusão sobre SAFs com predomínio de dendê, sugere-se a realização de estudos complementares, com a avaliação de outros indicadores.

## CONCLUSÃO

1. O uso de um sistema mais sustentável, como o SAF sob corte-e-trituração, pode ser uma alternativa para a manutenção da qualidade do solo na produção de dendê.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos técnicos do Laboratório de Ecofisiologia da Embrapa Amazônia Oriental, Everson Rocha, Ivanildo Trindade e Neusa Ferreira, pelo apoio em

campo e em laboratório, ao produtor Ernesto Suzuki, à Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (CAMTA), à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e à Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE), pela concessão da bolsa de iniciação científica.

## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, R.M.C.M. de; ARAÚJO, A.M.S.; LIMA, A.A. de; GESUALDI, P. e SILVA, E.E. da, Avaliação da biomassa microbiana do solo em sistemas orgânicos. *Rev. Bras. de Agroecologia*, 2: 991-994, 2007.
- ALVAREZ, R.; DÍAZ, R.A.; BARBERO, N.; SANTANATOGLIA, O.J. e BLOTTA, A.L, Soil organic carbon, microbial biomass and CO<sub>2</sub>-C production from three tillage systems. *Soil Till. Res.*, 33:17-28, 1995.
- BAENA, A.R.C. e FALESI, I.C. Avaliação do potencial químico e físico dos solos sob diversos sistemas de uso da terra na colônia agrícola de Tomé-Açu, Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999, p. 23.
- BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A., ANDRADE, D.S. e HUNGRIA, M.. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *R. Bras. Ci. Solo*, 22: 641-649, 1998.
- COSTA, E.A.; GOEDERT, W.J. e SOUSA, D.M.G de. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, 41:1185-1191, 2006.
- DE-POLLI, H. e PIMENTEL, M. S. Indicadores de qualidade do solo. In: AQUINO, A.M.D.; DE ASSIS, R.L. ed. *Processos biológicos no sistema solo-planta*. Brasília, Embrapa, 2005. 360 p.
- FERREIRA, E.P.B. de; SANTOS, H.P. dos; COSTA, J.R.; DE-POLLI, H. e RUMJANEK, N. Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage management. *Rev. Ciênc. Agron.*, 41:177-183, 2010.
- GAMA-RODRIGUES, A.C.D. (Eds.). *Sistemas Agroflorestais: Bases científicas para o desenvolvimento sustentável*. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. 365 p.
- JENKINSON, D.S. e POWLSON, D.S. Residual effects of soil fumigation on soil respiration and mineralization. *Soil Biol. Biochem.*, 2:99-108, 1976.
- JÚNIOR, M.M. e MELO, W.J.D. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, 35:1177-1182, 2000.
- KATO, O.R.; KATO, M. do S.A.; SÁ, T.D. de A. e FIGUEIREDO, R. de O. Plantio direto na capoeira. *Ciência e Ambiente*, 29:99-111, 2004.
- KENNEDY, A.C. e SMITH, K.L. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. *Plant Soil*, 170:75-86, 1995.
- LUNDGREN, B. Introduction (Editorial). *Agroforestry Systems*, 1:3-6, 1982.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.D.A., et al. *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2a edição. ed. Porto Alegre: Metropole, 2008. p. 1-5.
- MOREIRA, F.M.S. e SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e Bioquímica do solo. Lavras: UFLA, 2002. 626 p.
- RANGEL VASCONCELOS, L.G.T.; ZARIN, D.J.; CARVALHO, C.J.R. de; SANTOS, M.M. de L.S.; VASCONCELOS, S.S. e OLIVEIRA, F. de A. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana de um solo sob vegetação secundária de diferentes idades na Amazônia Oriental. *Rev. ciênc. agrár.*, 44:49-63, 2005.
- SILVA, M.B. da; KLIEMANN, H.J.; SILVEIRA P.M. da e LANNA, C.A. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, 42:1755-1761, 2007.