

PROPRIEDADES BIOLÓGICAS DE SOLOS SOB CULTIVO AGRÍCOLA E UMA FLORESTA PRIMÁRIA ADJACENTE NA AMAZÔNIA

TROY PATRICK BELDINI¹; RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA JUNIOR²; GEOMARCOS DA SILVA PAULINO^{3*}; DANIEL ROCHA DE OLIVEIRA⁴; DARLISSON BENTES DOS SANTOS⁵

¹Dr., Prof. Titular Ibef, UFOPA, Santarém-PA, tpbeldini@yahoo.com;

²PhD, EMBRAPA Amazônia Oriental, Santarém-PA, raimundo.oliveirajunior@embrapa.br

³MSc, UFOPA, Santarém-PA, geomarcospaulino19@gmail.com;

⁴MSc.; ADEPARA/CEULS, Santarém-PA, handvet@yahoo.com.br

⁵MSc., CEULS, Santarém-PA, engenheirodb@hotmail.com

Apresentado no V

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: As alterações no uso da terra na bacia Amazônica têm ocorridas num ritmo acelerado durante as últimas décadas, e isso tem provocado mudanças nos recursos edáficos. Buscando investigar essas mudanças este trabalho teve como objetivo investigar as propriedades biológicas de um solo sob cultivo agrícola, e um solo de floresta primária adjacente. Na floresta primária a biomassa microbiana e a respiração do solo foram maiores, e a comunidade microbiana demonstrou maior eficiência metabólica. A soma da respiração basal nos três horizontes estudados variou entre 7,31 a 10,05 Mg CO₂-C ha⁻¹ano⁻¹, assim dando estimativas de 9,6 a 15,5 Mg CO₂-C ha⁻¹ano⁻¹ para a respiração total do solo somada para sítios e épocas de amostragem, valores que estão de acordo com dados reportados na literatura para ecossistemas amazônicos. Esses resultados evidenciam que há uma variação na atividade microbiana sob diferentes usos do solo.

PALAVRAS-CHAVE: uso da terra, quociente metabólico, sazonalidade

BIOLOGICAL PROPERTIES OF SOILS UNDER AGRICULTURAL CULTIVATION AND AN ADJACENT PRIMARY FOREST IN THE AMAZON

ABSTRACT: Changes in land use in the Amazon basin have occurred at an accelerated rate during the last decades, and this has caused changes in soil resources. The objective of this research was to investigate the biological properties of a soil under agricultural cultivation and an adjacent primary forest soil. In the primary forest, microbial biomass and soil respiration were higher, and the microbial community showed higher metabolic efficiency. The sum of the basal respiration in the three horizons studied ranged from 7.31 to 10.05 Mg CO₂-C ha⁻¹ano⁻¹, thus giving estimates of 9.6 to 15.5 Mg CO₂-C ha⁻¹ano⁻¹ for the total soil respiration added to sites and sampling times, values that are in accordance with data reported in the literature for Amazonian ecosystems. These results show that there is a variation in microbial activity under different soil uses.

KEYWORDS: land use, metabolic quotient, seasonality.

INTRODUÇÃO

Durante a última década, a fronteira agrícola na Amazônia migrou progressivamente para o norte, (Nepstad et al., 2008) e historicamente, a maioria das mudanças no uso da terra na Amazônia tem sido o desmatamento seguido pela instalação de pastagens, e mais recentemente pela agricultura intensiva, (Morton et al., 2006).

A soja ocupa uma área maior do que qualquer outra cultura no Brasil e, nos últimos 10 anos, a Amazônia se tornou a região do Brasil com o maior aumento na área sob cultivo de soja (Costa et al., 2007). Essas mudanças aceleradas no uso da terra na Amazônia, tem provocado alterações nos recursos edáficos, mais especificamente, o componente biológico do solo que é

responsável por manter a ciclagem de nutrientes no sistema solo-planta-atmosfera e, portanto, na fertilidade e sustentabilidade do sistema. Rodrigues et al. (2013), estudando em pastagem e floresta na Amazônia, mostraram uma homogeneização de comunidades microbianas em resposta a atividades humanas que foi impulsionada pela perda de bactérias do solo da floresta e uma perda líquida de diversidade. Mueller et al. (2014) amostraram a composição microbiana e vegetal da comunidade do solo em uma cronosequência de desmatamento na Amazônia e encontraram efeitos significativos da mudança de uso da terra na composição da comunidade fúngica, mais correlacionada à composição da comunidade vegetal do que a mudanças nas propriedades do solo. Jesus et al. (2009) mostraram que a estrutura da comunidade microbiana mudou significativamente ao longo de gradientes de saturação por bases, $[Al^{3+}]$ e pH em diferentes tipos de uso da terra na Amazônia, e que as comunidades de pastagens e culturas estavam entre as mais diversas.

O principal objetivo deste estudo foi comparar as mudanças nas propriedades do solo entre a floresta primária e os campos agrícolas adjacentes através de medições da biomassa e atividade microbiana em cada um dos ecossistemas estudados.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido na Floresta Nacional de Tapajós (FNT) e em uma área agrícola adjacente (≈ 2 km). A região tem uma temperatura média anual de $25^{\circ}C$, precipitação de aproximadamente 2000 mm por ano. Os solos são profundos e altamente intemperizados com textura predominantemente argilosa ($> 80\%$). O tipo de solo em ambos os locais é um Latossolo Vermelho (amarelo-vermelho).

A FNT é uma floresta tropical, de dossel fechado, situada a 50 km sul da cidade de Santarém, Pará, e é limitado a leste pela rodovia Santarém - Cuiabá por mais de 200 km. Grande parte da área ao longo desta fronteira é desmatada e usada como pastagem ou para atividades agrícolas em grande escala. A amostragem no campo agrícola foi realizada na propriedade "Fazenda Paraíso" no km 77 da rodovia Santarém-Cuiabá. A área de amostragem era cultivada com pastagem de *Brachiaria brizantha* até novembro de 2001. Em seguida foi utilizada para rotação de arroz e soja durante 4 anos anteriores. Em geral, o esquema de adubação utilizado é de 50 kg ha^{-1} de fertilizante à base de uréia (8% N, 28% P_2O_5 , 16% K_2O , 0,3% Zn) e uma aplicação de calcário de $2\text{ t.ha}^{-1}\text{.ano}^{-1}$. Amostras de solo para respiração basal e biomassa microbiana foram coletadas em novembro de 2006 (estação seca) e maio de 2007 (estação chuvosa) na Fazenda Paraíso e FNT. As amostras foram coletadas em cada um dos horizontes A, AB e BA em 10 pontos em cada tipo de uso da terra. Em cada um dos 10 pontos de amostragem, 4 orifícios foram aumentados e a amostra do mesmo horizonte de cada um dos quatro orifícios de broca foi aumentada e completamente misturada, e uma amostra composta foi retirada desta amostra volumosa.

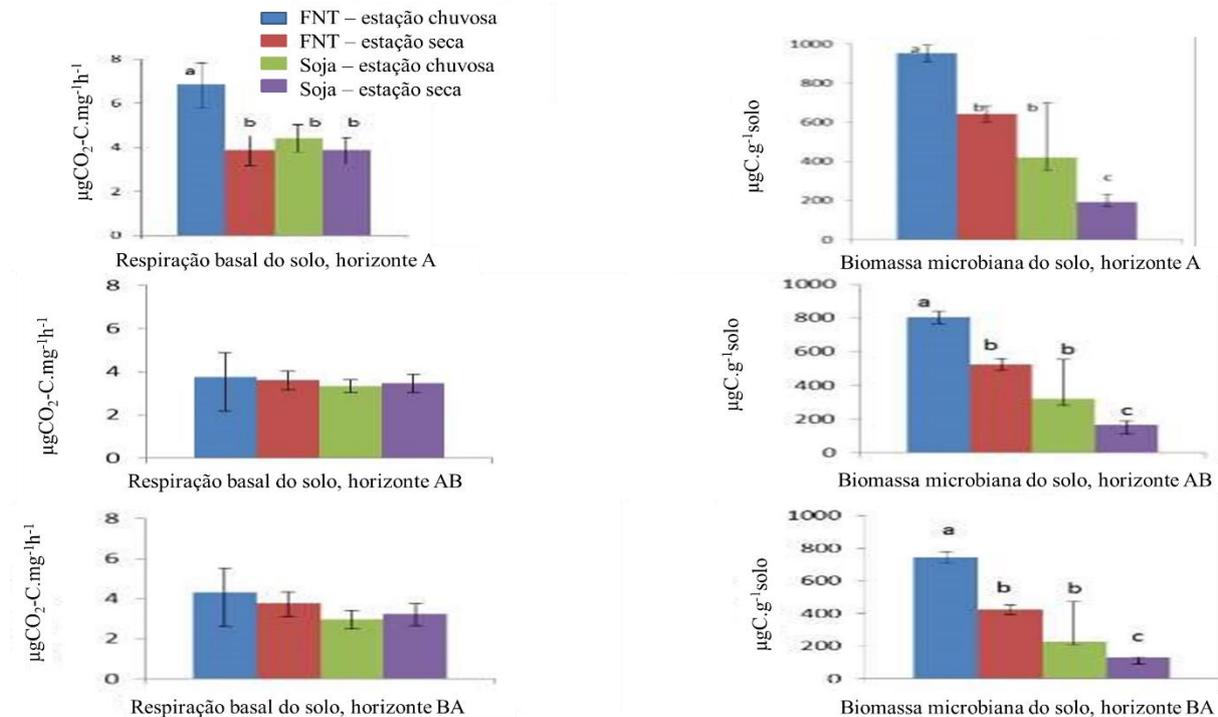
A respiração basal foi determinada em laboratório seguindo a técnica descrita por Anderson (1982), e a biomassa microbiana do solo foi medida usando o protocolo de extração de fumigação com clorofórmio em Vance et al. (1987) com posterior análise dos extratos feitos usando o método de oxidação úmida Walkley-Black. O quociente metabólico microbiano (qCO_2), foi calculado como a razão entre a respiração basal do solo e a biomassa microbiana (Anderson e Domsch, 1993; Wardle e Ghani, 1995). Todos os dados dos solos são reportados com base no peso seco.

Os dados de biomassa microbiana e respiração basal foram analisados usando ANOVA com local, estação e horizonte como variáveis fixas. O teste post hoc de Scheffe (Sokal e Rohlf, 1981) foi usado para separar as médias, e um nível de probabilidade de $p = 0,05$ foi usado para todos os testes. Os dados da biomassa microbiana e da respiração basal do solo para a análise ANOVA foram transformados utilizando \log_{10} para corrigir pequenos desvios da normalidade. A homogeneidade das variâncias foi testada usando o teste de Levene e o valor p de 0,10 indicou que não houve variação da análise de variância para o teste ANOVA. Os intervalos de confiança assimétricos de 95% para os dados de biomassa microbiana, respiração basal e qCO_2 são baseados no antilog dos intervalos de confiança (Sokal e Rohlf, 1981), obtidos a partir de testes estatísticos dos dados transformados por \log_{10} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de biomassa microbiana seguiram uma tendência estatisticamente significativa de uma biomassa maior na FNT do que no campo de soja em todos os três horizontes quando comparados dentro de uma estação. Além disso, em um mesmo local houve variação nos valores de biomassa entre a estação chuvosa e a seca para todos os 3 horizontes (Figura 1).

Figura 1. Respiração basal e biomassa microbiana do solo em floresta primária (FNT) e cultivo de soja, em 3 horizonte na estação chuvosa e seca. Barras são intervalos de 95% de confiança. Letras diferentes indica diferença significativa à $p = 0,05$.



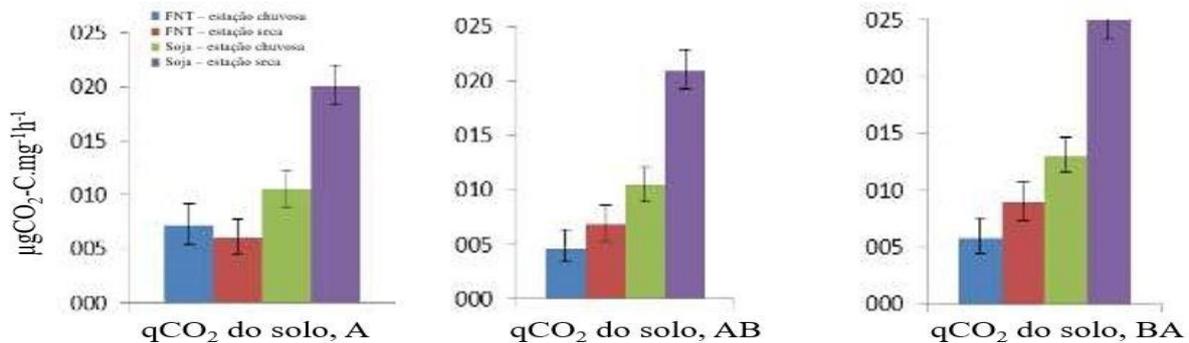
Os resultados para a análise de biomassa microbiana (Figura 1) estão dentro da faixa de dados relatado de outros estudos feitos em florestas amazônicas e outros usos da terra. Moreira e Malavolta (2004) encontraram um intervalo de 148 a 708 µgC.g⁻¹, em floresta primária, pastagens e agrofloresta. A respiração basal foi maior na FNT do que no campo de soja apenas no horizonte A na estação chuvosa, e não houve outras diferenças significativas. A atividade microbiana média, que foi medida como respiração basal nos horizontes do solo, variou de 2,97 a 6,85 µg CO₂-C.g⁻¹.solo h⁻¹ durante o período de amostragem, com tendência geral de maior respiração nos horizontes superficiais na estação chuvosa.

Os dados da respiração basal do solo (Figura 1) são semelhantes aos relatados em outros estudos realizados em ecossistemas amazônicos. Na floresta primária da Amazônia, Menyailo et al. (2003) relataram uma taxa de respiração basal variando de 3,33 a 6,25 µgCO₂-C.g⁻¹.h⁻¹. As diferenças entre os locais de estudo não foram estatisticamente significativas, e uma possível explicação para a igualdade da respiração basal entre a FNT e o campo de soja, no qual altas taxas de respiração basal devem ser esperadas na FNT, podem estar relacionadas ao maior pH e menor relação C:N no campo de soja, fatores que poderiam estimular as taxas de respiração microbiana. O pH e a adubação nitrogenada mais elevados dos solos de soja no presente estudo poderiam ter estimulado as atividades das bactérias nitrificantes e, assim, aumentado a taxa de respiração basal.

Embora as diferenças entre estação e profundidade não fossem grandes, a maior taxa de respiração no horizonte A do solo FNT durante a estação chuvosa pode ter sido devido a alteração na composição da comunidade microbiana, que respondem de forma mais eficiente à maior umidade do solo. Embora não tenhamos evidências para sustentar a seguinte afirmativa, uma vez que a amostra de solo foi coletada em uma época do ano em que o perfil seria rico em nutrientes dissolvidos da lixiviação de folhas e vegetação, isso poderia ter estimulado mudanças na estrutura da comunidade microbiana, favorecendo a proliferação de organismos que possuem maior eficiência para uso de substrato, como descrito por Cleveland et al. (2007).

O qCO_2 , variou de 4,66 a 24,89 $\mu gCO_2-C.mg^{-1}h^{-1}$ (Figura 2). A ANOVA para qCO_2 foi significativa para o local e a estação, mas não houve diferenças entre a FNT e o campo de soja dentro de um horizonte e estação.

Figura 2. qCO_2 para uma floresta primária e uma área de cultivo agrícola para 3 horizontes na estação chuvosa e seca. Barras são intervalos de 95% de confiança.



Os dados do qCO_2 da Figura 2 são semelhantes aos resultados publicados por Moreira e Costa (2004) para as florestas primárias da Amazônia (11,8 - 26,1 $\mu gCO_2-C.mg^{-1}h^{-1}$). Apesar de não haver diferenças estatísticas, os dados do qCO_2 suportam a hipótese de mudanças na composição da comunidade microbiana. Os valores do qCO_2 fornecem uma ideia da eficiência da atividade metabólica microbiana. Valores mais baixos de qCO_2 também são indicativos de uma maior proporção de biomassa fúngica, uma vez que o metabolismo dos fungos é mais eficiente que o das bactérias. A baixa qCO_2 na presença de uma entrada de substrato possivelmente mais diversa no solo TNF durante a estação úmida possivelmente indica que subconjuntos ou grupos de micróbios que são mais capazes de metabolizar o grande fluxo de nutrientes aumentam em abundância. Cleveland et al. (2007) relataram que comunidades bacterianas específicas e únicas do solo eram responsáveis pela decomposição individual de compostos orgânicos do solo, e as mesmas mudanças na composição da comunidade microbiana poderiam estar ocorrendo nos solos da FNT e, até certo ponto, também nos solos de soja na estação chuvosa.

Mudanças na composição de espécies de comunidades microbianas têm sido especificadas como ocorrendo devido a mudança no uso da terra e variação sazonal, e mudanças no uso da terra podem selecionar grupos específicos de microorganismos como dominantes, ou podem causar decréscimos na diversidade microbiana (Cleveland et al., 2003). Marschner et al. (2002), estudando a dinâmica do microorganismo do solo em sistemas agroflorestais na Amazônia concluiu que durante a estação seca há uma comunidade microbiana menos diversificada, o que poderia ser devido à sobrevivência de apenas um subgrupo da população da estação chuvosa. No presente estudo, a FNT sempre teve uma porcentagem maior de C total na biomassa microbiana do que o campo de soja. Uma vez que os locais têm quantidades quase idênticas de carbono total, a diferença vem da maior quantidade de biomassa microbiana nos solos da FNT, e é uma indicação de maior entrada de matéria orgânica no solo. A grande mudança na razão entre as estações do ano na FNT e a ausência dessa mudança no solo do campo de soja indica a resposta da comunidade microbiana a grande quantidade de compostos lábeis que entram no solo durante a estação úmida e confere ao solo FNT uma maior capacidade de ciclagem de nutrientes. Os dados do qCO_2 suportam esta conclusão porque o qCO_2 foi menor na FNT que o campo de soja em todos os horizontes, e o carbono do solo diminuiu em cada horizonte sucessivo. A tendência de maior qCO_2 com profundidade, ou redução da eficiência metabólica, pode ser uma indicação de que as comunidades microbianas do solo nesses locais são limitadas.

CONCLUSÃO

A biomassa microbiana do solo foi maior na floresta primária em ambas as estações, e durante a estação chuvosa houve maiores valores de biomassa do que na seca para todos os 3 horizontes comparados dentro e entre os locais. A ausência de diferenças na respiração basal entre os locais e as estações do ano pode ser devido à aplicação de cal e fertilizante no solo do campo de soja, o que aumentou o pH e promoveu a atividade microbiana.

A comunidade microbiana na floresta demonstrou uma tendência para maior eficiência metabólica, como indicado pelos dados de qCO_2 , e a razão de carbono microbiano para carbono do solo aumentou da seca para a estação chuvosa. A grande mudança na razão entre as estações do ano no FNT e a ausência dessa mudança no solo do campo de soja sugere uma maior diversidade da comunidade microbiana no solo da FNT e, portanto, uma maior capacidade de ciclagem de nutrientes. Isso também sugere que a comunidade microbiana no solo do campo de soja pode ser limitada ao carbono.

REFERÊNCIAS

- Anderson, J. P. E. Soil Respiration. In: PAGE, A. L. (Ed.). *Methods of Soil analysis, Part II. Chemical and Microbiological Properties*. [S.l.]: Amer Society of Agronomy, p.831-871, 1982.
- Anderson T.-H.; Domsch K. H. The metabolic quotient for CO_2 , (qcO_2) 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*, 25, n. 3, p. 393-395, 1993.
- Cleveland, C. C.; Townsend A. R.; Schmidt, S. K.; Constance, B. C. Soil microbial dynamics and biogeochemistry in tropical forests and pastures, southwestern Costa Rica. *Ecological Applications*, v. 13, n. 2, p. 314–326, 2003.
- Cleveland, C. C.; Nemergut, D. R.; Schmidt, S. K.; Townsend A. R. Increases in soil respiration following labile carbon additions linked to rapid shifts in soil microbial community composition. *Biogeochemistry*, v. 82, p. 229–240, 2007.
- Costa, M. H.; Yanagi, S. N. M.; Souza, P. J. O. P.; Ribeiro, A.; Rocha, E. J. P. Climate change in Amazonia caused by soybean cropland expansion, as compared to caused by pastureland expansion. *Geophysical Research Letters*, v. 34, p. L07706, 2007.
- Jesus, E. C.; Marsh, T. L.; Tiedje, J. M.; Moreira, F. M. S. Changes in land use alter the structure of bacterial communities in Western Amazon soils. *ISME Journal*, v. 3, p. 1004-1011, 2009.
- Marschner, P.; Marino, W.; Lieberei, R. Seasonal effects on microorganisms in the rhizosphere of two tropical plants in a polyculture agroforestry system in Central Amazonia, Brazil. *Biology Fertility of Soils*, v. 35, p. 68-71, 2002.
- 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). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, p. 425-433, 2003.
- Menyailo, O. V.; Lehmann, J.; Silva M. C.; Zech, W. Soil microbial activities in tree-based cropping systems and natural forests of the Central Amazon, Brazil. *Biology Fertility of Soils*, v. 38, p. 1-9, 2003.
- Moreira, A.; Costa, D. G. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta amazônica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 10, p. 1013-1019, 2004.
- Moreira, A.; Malavolta, E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 11, p. 1103-1110, 2004.
- Morton, D. C.; Defries, R. S.; Shimabukuro, Y. E.; Anderson, L. O.; Arai, E.; Espirito-Santo, F. D. B. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 103, n. 39, p. 14637–14641, 2006.
- Mueller, R. C.; Paula, F. S.; Mirza, B. S.; Rodrigues, J. L. M.; Nusslein, K.; Bohannan, B. J. M. Links between plant and fungal communities across a deforestation chronosequence in the Amazon rainforest. *The ISME Journal*, v. 8, p. 1548-1550, 2014.
- Nepstad, D. C.; Stickler, C. M.; Soares, B.; Merry, F. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, v. 363, p. 581 1737-1746, 2008.
- Rodrigues, J. L. M.; Pellizari, V. H.; Mueller, R.; Baek, K.; Jesus, E. C.; Paula, F. Conversion of the Amazon rainforest to agriculture results in biotic homogenization of soil bacterial communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 110, p. 988–993, 2013.
- Sokal, R. R.; Rohlf, F. J. *Biometry*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1981. 859 p.
- Wardle, D.A.; Ghani, A. A critique of the microbial metabolic quotient (qcO_2) as a bioindicator of disturbance and ecosystem development. *Soil Biol. Biochemistry*, v. 27, n. 12, p. 1601-1610, 1995.