

Universidade do Estado do Pará
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado



Nariane Quaresma Vilhena

**Biomassa microbiana do solo em diferentes sistemas
de uso da terra no município de Santa Barbara-PA**

Belém
2016

Nariane Quaresma Vilhena

Biomassa microbiana do solo em diferentes sistemas de uso da terra no município de Santa Barbara-PA

Dissertação apresentada como requisito final para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.

Universidade do Estado do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Tavares de Paula.

Coorientadora: Profa. Dra Cristine Bastos do Amarante

Belém
2016

Nariane Quaresma Vilhena

Biomassa microbiana do solo em diferentes sistemas de uso da terra no município de Santa Barbara-PA

Dissertação apresentada como requisito final para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.
Universidade do Estado do Pará.

Data da aprovação:

Banca Examinadora

_____ – Orientador

Prof. Manoel Tavares de Paula
Doutor em Ciências Agrárias
Universidade do Estado do Pará

Prof. Gideão Costa dos Santos
Doutor em Ciências Agrárias
Instituto Federal do Pará

Profa. Ana Cláudia Caldeira Tavares Martins
Doutora em Botânica
Universidade do Estado do Pará

Profa. Clarisse Beltrão Smith
Doutora em Ciências
Universidade do Estado do Pará

Aos meus pais, Wilton e Nair, pelo constante apoio durante os anos de minha carreira acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por conceder o dom da vida.

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), pela oportunidade em cursar o Mestrado. Assim como aos professores e funcionários do curso e da Universidade do Estado do Pará.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro para realização deste trabalho.

Ao meu orientador professor Dr. Manoel Tavares de Paula pela dedicação, orientação e auxílio durante a execução deste trabalho.

A minha coorientadora Dr^a Cristine Bastos do Amarante pelas contribuições e pela concessão do Laboratório de Análises Químicas do Solo, do Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG) para realização de parte desta pesquisa. Ao Sr. Paulo Sarmiento, técnico do laboratório, pelos auxílios durante as análises.

Ao laboratório de Análises do solo da EMBRAPA Amazônia Oriental, pela contribuição em parte das análises.

Aos colegas Antônio Macedo, João Pinheiro, Luana Paula, Renan Satiro, e ao irmão e amigo Wilton Júnior, pelo auxílio durante as coletas e análises.

A minha família pelo incentivo da busca pelo conhecimento.

Aos colegas de curso e amigos que fiz durante o mestrado, pelo companheirismo e pelos momentos de descontração e aprendizado.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

“Um dia sem aprender nada é um dia perdido”.

Autor desconhecido

RESUMO

A biomassa microbiana do solo é uma sensível indicadora das mudanças de uso da terra por ser a principal responsável pela transformação da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e fluxo de energia no solo. Por meio de sua avaliação é possível realizar comparações entre solos e mudanças de manejo, avaliando possíveis impactos ambientais. Esse trabalho analisou o efeito de diferentes usos da terra sobre os teores de carbono e nitrogênio microbiano. Para isso, foram feitas coletas em quatro sistemas (SAF, Pastagem, cultivo de mandioca e floresta), em três profundidades (0-5, 5-10 e 10-20 cm) e em dois períodos (seco e chuvoso) para quantificação dos teores de carbono e nitrogênio microbiano. Os resultados mostraram maiores valores de carbono nos ambientes de mandioca e floresta e de nitrogênio nos ambientes de pastagem e floresta. Houve um decréscimo dos valores entre o período seco e chuvoso e a variação em profundidade se mostrou pouco significativa. A análise multivariada apontou a elevada correlação entre os ambientes e os componentes microbianos estudados, além da alta contribuição destes atributos para a separação das áreas. Concluiu-se que os teores de carbono e nitrogênio da biomassa microbiana se confirmaram variáveis bastante influenciadas pelas alterações de uso da terra.

Palavras-chave: microbiologia do solo, atributos microbianos, manejo do solo, análise multivariada, Amazônia.

ABSTRACT

The soil microbial biomass is a sensitive indicator of changes in the use of land for being mainly responsible for transformation of organic matter, nutrient cycling and energy flow in the soil. Through its evaluation it is possible to make comparisons between soils and management changes, assessing potential environmental impacts. This study analyzed the effect of different land uses on microbial carbon and nitrogen levels. For this, samples were collected from four systems (agroforestry, pasture, forest and cassava cultivation) in three depths (0-5, 5-10 and 10-20 cm) and two periods (dry and rainy) to quantify microbial carbon and nitrogen levels. The results showed higher carbon values in cassava cultivation and forest and higher nitrogen values in pasture and forest. There was a decrease in values between dry and rainy season and the variation in depth proved insignificant. The multivariate analysis showed a high correlation between environments and microbial components in addition to the high contribution of these attributes to the separation of areas. It was concluded that the contents of carbon and nitrogen of microbial biomass were confirmed variables strongly influenced by land use changes.

Key words: soil microbiology, microbial attributes, soil management, multivariate analysis, Amazon.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Teores de carbono da biomassa microbiana (CBM) por área e por profundidade nos períodos avaliados.	24
Tabela 2	Teores de nitrogênio da biomassa microbiana (NBM) por área e por profundidade nos períodos avaliados.	28
Tabela 3	Correlação canônica entre os ambientes e entre os períodos de coleta.	30
Tabela 4	Análise discriminante dos grupos em relação ao período de coleta.	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Médias do teor de carbono da biomassa microbiana (CBM) (em $\mu\text{g.g}^{-1}$) por área considerando todas as coletas.	26
Figura 2	Médias do teor de nitrogênio da biomassa microbiana (CBM) (em $\mu\text{g.g}^{-1}$) por área considerando todas as coletas.	29
Figura 3	Mapa Territorial da Função Discriminante Canônica.	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	12
1.2	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL	15
2	ARTIGO 1	
	BIOMASSA MICROBIANA EM UM LATOSSOLO AMARELO SOB DIFERENTES USOS NO MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA-PA.	18
	RESUMO	18
	ABSTRACT	18
2.1	INTRODUÇÃO	19
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	21
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
2.4	CONCLUSÃO	29
	AGRADECIMENTOS	30
	REFERÊNCIAS	30
	ANEXOS	34

1. INTRODUÇÃO GERAL

A grande maioria dos solos de terra firme da Amazônia é considerada pobre em nutrientes, ácidos e com baixa capacidade de troca de cátions (FERREIRA *et al.*, 2006). A produtividade dos ecossistemas naturais e de agrossistemas introduzidos, que raramente recebem correto manejo de adubação, dependem grandemente da reciclagem dos nutrientes minerais presentes na serapilheira e na matéria orgânica do solo (SILVA *et al.*, 2009).

A alta diversidade biológica das florestas tropicais é garantida pela sincronia dos diversos fatores bióticos entre si e sua relação com fatores abióticos (tais como mecanismos de dispersão, relações simbióticas, dentre outras). (RODRIGUES *et al.*, 2012) Estas relações são controladas pela dinâmica de disponibilidade e retenção de nutrientes essenciais à sua manutenção, ao lado da existência das condições básicas de calor e umidade (FRANKEN *et al.*, 1985). A ciclagem de nutrientes em florestas envolve um conjunto complexo de mecanismos de realimentação direta e indireta entre o solo e a vegetação tendo como peça fundamental a biomassa microbiana do solo (MARTINS, 2010).

Considerando que a ciclagem de nutrientes assegura a manutenção da floresta de terra firme, quando ocorre a remoção de árvores e a substituição de floresta por pastagens ou outras atividades agrícolas, há variações no teor de nutrientes do compartimento biomassa e do solo, alterando sensivelmente a biomassa microbiana, que se constitui em um importante indicador de qualidade do solo, em que qualquer estresse no sistema afetará a densidade, diversidade e a atividade das populações microbianas do solo (BALOTA *et al.*, 2003; MOREIRA; MALAVOLTA, 2004; FERREIRA *et al.*, 2006; SELLE, 2007).

O avanço da fronteira agrícola na Amazônia vem se estendendo amplamente nos últimos anos, em que apenas na década entre 1996 e 2005, a fronteira entre Mato Grosso, Rondônia e Pará foram responsáveis por 85% do desmatamento na região (CASTELO; ALMEIDA, 2015). Esse avanço vem deixando a sociedade alarmada em relação às mudanças no padrão das trocas de uso da superfície (SOUZA *et al.*, 2010). Juntamente ao aumento da demanda por produtos agropecuários, o aumento da intensidade das técnicas de manejo utilizadas visando o ganho de produtividade, requer uma maior atenção acerca da qualidade ambiental

dos cultivos agrícolas (GAMA-RODRIGUES *et al.*, 2005; GAZONI; MOTA, 2010; GOMIDE *et al.*, 2011).

As alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo têm sido relacionadas com diferentes formas de uso da terra (VICENTE, 2010). Qualquer transformação no solo pode alterar diretamente sua atividade biológica e, conseqüentemente, sua fertilidade, com reflexos nas condições ambientais e na produtividade das culturas, visto que a manutenção da diversidade de organismos do ambiente e um adequado crescimento e desenvolvimento das plantas é dependente da qualidade dos atributos do solo (CARNEIRO *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Vários estudos mostram que as propriedades biológicas do solo, tais como teores de carbono e nitrogênio da biomassa microbiana, podem servir como indicadores utilizados no monitoramento de alterações ambientais decorrentes do uso da terra (PAVANELLI; ARAÚJO, 2010; GOMIDE *et al.*, 2011; LOURENTE *et al.*, 2011). A análise da dinâmica desses atributos, determinada pelo manejo e uso do solo, pode fornecer subsídios para a avaliação de práticas de manejo, para o estabelecimento de sistemas de cultivo racionais e contribuir para a manutenção de ecossistemas sustentáveis (BELO *et al.*, 2012).

A mudança do uso do solo na Amazônia, entendida como a conversão de florestas em áreas para outros fins, como pastagens, agricultura ou outra forma de uso da terra, que data notadamente da década de 1970 com o início da ocupação da região, tem historicamente provocado a exaustão dos solos, com destaque especial para a pecuária em larga escala, a prática da agricultura de corte e queima, e a expansão da agricultura mecanizada para a produção de grãos (MORTON *et al.*, 2006; OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2010; CARVALHO *et al.*, 2013).

Há décadas há uma preocupação com a qualidade do solo nos países de clima temperado, que vem sendo utilizados indicadores físicos, químicos e biológicos para apontarem o estado do solo bem como projeções futuras de sua qualidade (ARAÚJO; MELO, 2010). No Brasil, este tema foi incorporado mais intensamente a partir da década de 1990, onde os estudos se concentraram principalmente na identificação de índices que permitem indicar a qualidade do solo para apontar o nível de degradação e sugerir práticas de manejo que potencializem o seu uso sustentável (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009).

Solos produtivos apresentam grande diversidade de espécies de microrganismos que são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, mineralização e transferência de nutrientes entre os diferentes compartimentos do solo, controle biológico de patógenos, produção de substâncias promotoras de crescimento, fixação biológica de nitrogênio atmosférico e degradação de substâncias tóxicas no solo, além da liberação gradativa e contínua de nutrientes da matéria orgânica para as plantas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; RAMOS *et al.*, 2012).

A estimativa da população microbiana contribui para o entendimento dos processos que ocorrem no solo e, por conseguinte, torna-se ferramenta útil como indicador do impacto de diferentes manejos empregados (BROOKES, 1995). A biomassa microbiana do solo (BMS) é composta por todos os microrganismos menores que $5 \times 10^{-3} \mu\text{m}$, como fungos, bactérias e actinomicetos, e pela microfauna, como os protozoários, com participação fundamental nos ciclos biogeoquímicos de interesse para a produtividade agrícola (LIMA *et al.*, 2011). A BMS é um componente lábil da fração orgânica do solo, de natureza dinâmica e facilmente alterada por fatores bióticos e abióticos (DE SOUSA, 2013). Representa de 1 a 4 % do C orgânico total do solo e mais de 5% do N total do solo (JENKINSON; LADD, 1981).

Esse componente regula as transformações bioquímicas, o estoque e o fluxo de C e outros nutrientes, os quais são liberados durante a sua reciclagem, o que ocorre em menor tempo em comparação ao carbono orgânico do solo (PEREIRA *et al.*, 2013). Por isso, a biomassa ativa é um regulador crítico dos processos biológicos do sistema solo-planta (SIQUEIRA *et al.*, 1994).

A quantidade da BMS é regulada pela disponibilidade de nutrientes, pela capacidade de proteção do solo (estrutura e estabilidade dos agregados), além da temperatura e da umidade, que por sua vez, variam de acordo com o sistema de uso da terra (BONDE *et al.*, 1988; FERREIRA, 2015). Nesse contexto, a busca pelo conhecimento sobre métodos para a avaliação da qualidade do solo sob diferentes sistemas de manejo na Amazônia, que relacionem os diferentes fatores que influenciam nessa qualidade, torna-se um dos grandes desafios das ciências ambientais.

Este estudo pretende responder à seguinte pergunta: “Como a biomassa microbiana se comporta quando ocorrem alterações no uso do solo?”. A hipótese

considerada é de que ambientes com maior estabilidade e proteção do solo apresentam uma maior atividade da microbiota, logo, maiores teores de carbono e nitrogênio da biomassa microbiana. O objetivo geral do estudo consiste em diagnosticar o efeito de diferentes usos da terra em um latossolo amarelo na Amazônia Oriental sobre os teores de Carbono e Nitrogênio da biomassa microbiana do solo. Os objetivos específicos são I) Avaliar os estoques de carbono e nitrogênio microbiano do solo nos ecossistemas estudados; II) Comparar os diferentes ambientes em relação às variáveis microbianas, usando como parâmetro o ecossistema natural de floresta.

Esta dissertação de mestrado está estruturada em introdução geral e capítulo I, que corresponde ao artigo “Biomassa microbiana em um latossolo amarelo sob diferentes usos no município de Santa Bárbara-PA”, cuja formatação seguiu as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira. No entanto, as numerações e margens das páginas estão de acordo com as normas de formatação de dissertação do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará.

1.2. REFERENCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

ARAÚJO, A. S. F.; MELO, W. J. Biomassa microbiana em sistemas orgânicos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 11, p. 2419-2426, nov. 2010.

BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; DICK, R. P. Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems. *Biology and Fertility of Soils*, Firenze, v. 38, n. 1, p. 15-20, maio. 2003.

BELO, E. S.; TERRA, F. D.; ROTTA, L. R.; VILELA, L. A.; PAULINO, H. B.; DE SOUSA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C. Decomposição de Diferentes Resíduos Orgânicos e Efeito na Atividade Microbiana em um Latossolo Vermelho de Cerrado. *Global Science And Technology*, Rio Verde, v. 05, n. 03, p. 107–116, set./dez. 2012.

BONDE, T.A.; SCHNÜRER, J.; ROSSWALL, T. Microbial biomass as a fraction of potentially mineralizable nitrogen in soils from long-term field experiments. *Soil Biology and Biochemistry*, Linköping, v. 20, n. 4, p. 447-452, 1988.

BROOKES, P. C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals, *Biology and Fertility of soils*, Firenze, v. 19, n. 4, p. 269-279, mar. 1995.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes

sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 147-157, jan./fev. 2009.

CARVALHO, T. S.; MAGALHÃES, A.; DOMINGUES, E. P. Desmatamento e a Contribuição Econômica da Floresta na Amazônia. *Cedeplar*, Universidade Federal de Minas Gerais, n. 494, ago. 2013.

CASTELO, T. B.; ALMEIDA, O. T. Desmatamento e uso da terra no Pará. *Revista de política agrícola*, ano 24, n. 1, Jan./Fev./Mar. 2015.

DE SOUSA, R. F. Frações da matéria orgânica e atributos biológicos do solo em veredas conservadas e antropizadas no bioma cerrado. 2013. 126f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

FERREIRA, F. M. D. S. Temperatura e umidade do solo e a dinâmica dos fluxos de N₂O e CO₂ em um sistema lavoura-pecuária. 37f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

FERREIRA, S. J. F.; LUIZÃO, F. J.; MIRANDA, S. A. F.; SILVA, M. S. R.; VITAL, A. R. T. Nutrientes na solução do solo em floresta de terra firme na Amazônia central submetida à extração seletiva de madeira. *Acta Amazônica*, Manaus, v.36, n. 1, p.59-68, jan./mar. 2006.

FRANKEN, W.; LEOPOLDO, P.R.; BERGAMIN FILHO, H. Fluxo de nutrientes através de águas naturais em floresta de terra firme na Amazônia Central. In: *Workshop on Biogeochemistry of Tropical Rain Florest: Problems for Research*. Proceedings, 1985, Piracicaba, São Paulo. p. 29-37.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; SANTOS, G. A. Nitrogênio, carbono e atividade microbiana do solo em plantações de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 893-901, nov./dez. 2005.

GAZONI, J. L.; MOTA, J. A. Fatores Político-econômicos do desmatamento na Amazônia Oriental. *Sustentabilidade em Debate*, Brasília, v.1, n. 1, p. 25-44, abr. 2010.

GOMIDE, P. H. O.; SILVA, M. L. N.; SOARES, C. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em ambientes de voçorocas no município de Lavras–MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 567-577, mar./abr. 2011.

JENKINSON D. S.; LADD, J.N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. *Soil Biochemistry*, New York, v. 5, p. 415-471, 1981.

LIMA, L. M.; ARAÚJO, R. M.; CARVALHO, M. W. L.; NUNES, L.; DE ARAÚJO, A. S. F.; CARNEIRO, R. Biomassa microbiana do solo em áreas sob diferentes níveis de degradação no Estado do Piauí. In: *Congresso Brasileiro de Ciência de Solo*, 33., 2011, Uberlândia. Anais... Uberlândia: Centro de Convenções de Uberlândia, 2011. p. 5-8.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GOMES, C. F.; GASPARINE, A. S.; NUNES, C. M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de

solos sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 567-577, jan./mar. 2011.

MARTINS, S. C. *Caracterização dos solos e serapilheira ao longo do gradiente latitudinal da Mata Atlântica, estado de São Paulo*. 155f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

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*, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1103-1110, nov. 2004.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006.

MORTON, D. C.; DEFRIES, R. S.; SHIMABUKUROS, Y. E.; ANDERSON, L. O.; ARAI, E.; ESPIRITO-SANTO, F.; FREITAS, R.; MORISETTE, J. Cropland Expansion Changes Deforestation Dynamics in the Southern Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v. 103, n. 39, p. 14637-14641, set. 2006.

OLIVEIRA, A. L. M.; DOS REIS COSTA, K.; FERREIRA, D. C.; MILANI, K. M. L.; DOS SANTOS, O. J. A. P.; SILVA, M. B.; ZULUAGA, M. Y. A. Aplicações da biodiversidade bacteriana do solo para a sustentabilidade da agricultura. *BBR - Biochemistry and Biotechnology Reports*, Londrina, v. 3, n. 1, p. 56-77, jan./jul. 2014.

OLIVEIRA JUNIOR, J. N.; DINIZ, M. B.; FERREIRA, R. T.; CASTELAR, I.; DINIZ, M. J. T. Análise da área desmatada municipal na Amazônia Brasileira no período 2000 – 2004: Uma abordagem com modelos não-lineares. *Economia Aplicada*, Ribeirão Preto, vol. 14, n. 3, p. 395-411, jul./set. 2010.

PAVANELLI, L. E.; ARAÚJO, F. F. Parâmetros químicos e biológicos indicadores de qualidade de solo sob cultivo de braquiárias e sola no oeste paulista. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 57, n. 1, p. 118-124, jan./fev. 2010.

PEREIRA, M. F. S.; NOVO JÚNIOR, J.; DE SÁ, J. R.; LINHARES, P. C. F.; BEZERRA NETO, F.; PINTO, J. R. D. S. Ciclagem do carbono do solo nos sistemas de plantio direto e convencional. *AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIARIDO*, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 21-32, abr./jun. 2013.

RAMOS, M. L. G.; MENEGHIN, M. F. S.; PEDROSO, C.; GUIMARÃES, C. M.; DE FREITAS KONRAD, M. L. Efeito dos sistemas de manejo e plantio sobre a densidade de grupos funcionais de microrganismos, em solo de cerrado. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 58-68, jan./fev. 2012.

RODRIGUES, S. T.; SCHWARTZ, G.; DE ALMEIDA, S. S. Diversidade, Síndromes de Dispersão e Formas de Vida Vegetal em Diferentes Estágios Sucessionais de Florestas Secundárias em Tomé-Açu, Pará, Brasil. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, Belém, v. 7, n. 14, jan./jun. 2012.

SELLE, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 23, n. 4, p. 29-39, out./dez. 2007.

SILVA, C. J.; LOBO, F. A.; BLEICH, M. E. Contribuição das folhas na formação da serapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de mato grosso. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 39, n. 3, p.591-600, set. 2009.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental. Brasília: EMBRAPA, 1994. 142 p.

SOUZA, P. J. D. O. P. D.; RIBEIRO, A.; ROCHA, E. J. P. D.; LOUREIRO, R. S. D.; BISPO, C. J. C.; SOUSA, A. M. L. D. Albedo da cultura da soja em área de avanço da fronteira agrícola na Amazônia. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, Campina Grande, v.14, n.1, p. 65–73, maio. 2010.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Revisão de Literatura: Uma visão sobre qualidade do solo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 643-755, jul./ago. 2009.

VICENTE, G. C. M. P. Atributos microbiológicos, granulométricos e de fertilidade na avaliação de solo na Região Oeste Paulista. 2010. 38f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente.

ARTIGO 1**Biomassa microbiana em um latossolo amarelo sob diferentes usos no município de Santa Bárbara-PA.**

Nariane Quaresma Vilhena⁽¹⁾; Manoel Tavares de Paula⁽¹⁾; Cristine Bastos do Amarante⁽²⁾

⁽¹⁾ Tv. Enéas Pinheiro, 2626, Marco, Belém-PA, CEP: 66095-100. E-mail: nariane_07@hotmail.com, dpaulamt@hotmail.com.

⁽²⁾ Av. Perimetral, 1901, Montese, Belém-PA, CEP: 66077-830. E-mail: cbamarante@museu-goeldi.br.

Resumo - A biomassa microbiana do solo é uma sensível indicadora das mudanças de uso da terra por ser a principal responsável pela transformação da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e fluxo de energia no solo. Por meio de sua avaliação é possível realizar comparações entre solos e mudanças de manejo, avaliando possíveis impactos ambientais. Esse trabalho analisou o efeito de diferentes usos da terra sobre os teores de carbono e nitrogênio microbiano. Para isso, foram feitas coletas em quatro sistemas (SAF, Pastagem, cultivo de mandioca e floresta), em três profundidades (0-5, 5-10 e 10-20 cm) e em dois períodos (seco e chuvoso) para quantificação dos teores de carbono e nitrogênio microbiano. Os resultados mostraram maiores valores de carbono nos ambientes de cultivo de mandioca e floresta e de nitrogênio nos ambientes de pastagem e floresta. Houve um decréscimo dos valores entre o período seco e chuvoso e a variação em profundidade se mostrou pouco significativa. A análise multivariada apontou a elevada correlação entre os ambientes e os componentes microbianos estudados, além da alta contribuição destes atributos para a separação das áreas. Concluiu-se que os teores de carbono e nitrogênio da biomassa microbiana se confirmaram variáveis bastante influenciadas pelas alterações de uso da terra.

Termos para indexação: microbiologia do solo, atributos microbianos, manejo do solo, análise multivariada, Amazônia.

Microbial biomass in a yellow latosol under different land uses in Santa Barbara-PA.

Abstract - The soil microbial biomass is a sensitive indicator of changes in the use of land for being mainly responsible for transformation of organic matter, nutrient cycling and energy flow in the soil. Through its evaluation it is possible to make comparisons between soils and management changes, assessing potential environmental impacts. This study analyzed the effect of different land uses on microbial carbon and nitrogen levels. For this, samples were collected from four systems (agroforestry, pasture, forest and cassava cultivation) in three depths (0-5, 5-10 and 10-20cm) and two periods (dry and rainy) to quantify microbial carbon and nitrogen levels. The results showed higher carbon values in cassava cultivation and forest and higher nitrogen values in pasture and forest. There was a decrease in values between dry and rainy season and the variation in depth proved insignificant. The multivariate analysis showed a high correlation between environments and microbial components in addition to the high contribution of these attributes to the separation of areas. It was concluded that the

40 contents of carbon and nitrogen of microbial biomass were confirmed variables strongly
41 influenced by land use changes.

42 Index terms: soil microbiology, microbial attributes, soil management, multivariate analysis,
43 Amazon.

44 **Introdução**

45 A biomassa microbiana do solo (BMS) é uma indicadora sensível das mudanças no
46 ambiente por ser a principal responsável pela transformação da matéria orgânica, pela
47 ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia no solo, apontando seu nível de degradação em
48 função do sistema de manejo utilizado (Moreira & Siqueira, 2006; Castilhos et al., 2012).

49 Os microrganismos, mesmo representando uma pequena fração do total de matéria
50 orgânica do solo, são responsáveis pelos processos de mineralização, contendo uma
51 quantidade considerável de nutrientes (N, P, S, Zn e Cu) potencialmente disponíveis para as
52 plantas (Moreira & Malavolta, 2004). A BMS funciona como compartimento reserva de
53 carbono (C), nitrogênio (N), e outros elementos que são essenciais para o desenvolvimento
54 vegetal (Souza et al., 2010).

55 A população de microrganismos do solo é fundamental para região, uma vez que a
56 Amazônia apresenta solos naturalmente pobres em nutrientes, que fazem com que o
57 desenvolvimento vegetal seja altamente dependente da ciclagem de nutrientes por parte dos
58 microrganismos (Silva et al., 2009; Castilhos et al., 2012).

59 É crescente na comunidade científica o interesse por indicadores do funcionamento do
60 sistema solo baseados na atividade microbiana, que sozinhos ou em conjunto com outros
61 indicadores convencionais, podem ajudar a orientar os produtores a manejarem seus solos de
62 forma mais produtiva e sustentável (Barreto et al., 2008; Araújo et al., 2012). A atual
63 tendência do desenvolvimento deste tipo de estudo se deve à elevada influência das alterações
64 locais na atividade microbiana, em oposição às avaliações da matéria orgânica do solo, que

65 pode passar décadas sem apontar mudanças significativas em seus teores, mesmo com
66 mudanças no uso da terra (Almeida et al., 2009; Araújo et al., 2012).

67 Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo diagnosticar o efeito de
68 diferentes usos da terra em um latossolo amarelo na Amazônia Oriental sobre os teores de
69 Carbono e Nitrogênio da biomassa microbiana do solo.

70 **Material e Métodos**

71 Os estudos foram desenvolvidos no município de Santa Bárbara, no nordeste do
72 Estado do Pará, entre as coordenadas de 1°12'33.63"S e 048°17'52.4"W. Foram avaliados
73 quatro sistemas de uso da terra, sendo eles: floresta secundária de aproximadamente 30 anos,
74 pertencente ao Parque Ecológico do Gumna, utilizada como parâmetro de condição natural do
75 solo; cultivo de pastagem da espécie Kikuiu (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.)
76 Morrone), de aproximadamente 15 anos, nunca adubado, localizado na fazenda de um
77 produtor rural do município; sistema agroflorestal (SAF) de 2,5 anos localizado no
78 assentamento Expedito Ribeiro, instalado após o preparo convencional do solo, e composto
79 por Banana (*Musa* spp.), Cacaú (*Theobroma cacao* L.), Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.),
80 Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.); e cultivo agrícola de
81 mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), também situado no assentamento Expedito Ribeiro, de
82 aproximadamente 3 anos, instalado sem nenhum preparo do solo. Estes dois últimos
83 ambientes localizam-se onde previamente fora um extenso plantio de dendê, que, segundo
84 Teles (2014), apesar de apresentar baixos níveis de agressão ambiental, requer adubação e
85 manejo intensivo do solo.

86 Todas estas áreas possuem solos do tipo latossolo amarelo álico, tipologia
87 predominante no município (RADAM Brasil, 1974; SUDAM, 1993), a topografia caracteriza-
88 se por um relevo predominantemente plano, fazendo parte do planalto rebaixado da
89 Amazônia.

90 O clima local é do tipo tropical úmido Af i, segundo a classificação climática de Köppen, com
91 índice pluviométrico anual de 2.500 e 3.000 mm, caracterizado por apresentar precipitação
92 pluviométrica maior ou igual a 60 mm no mês mais seco do ano. A temperatura média anual é
93 de 26,0°C. A média anual da umidade relativa do ar é de 85% (SUDAM,1993).

94 A amostragem do solo foi realizada com auxílio de um trado pedológico em cada
95 sistema de uso da terra em três profundidades (0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm), na entrelinha das
96 culturas e desprezando a camada de serapilheira que cobre o solo. A coleta foi feita de forma
97 aleatória e com três repetições, totalizando 36 provas por período avaliado. As amostras foram
98 colhidas nos meses de outubro de 2014 (período seco) e março de 2015 (período chuvoso).

99 As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos até o laboratório,
100 posteriormente foram secas ao ar e peneiradas em peneira de 20 mm. As análises foram
101 realizadas no Laboratório de Análises Químicas do Solo do Museu Paraense Emílio Goeldi,
102 onde foram quantificados os teores de C e N da biomassa microbiana do solo através do
103 método de irradiação-extração (Islam & Weil, 1998).

104 Utilizou-se previamente o teste generalizado de Shapiro-Wilk para verificar a
105 existência de normalidade dos dados utilizados. Foi feita a análise de variância segundo
106 modelo linear generalizado e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5%, além
107 da análise de correlação canônica e através do teste multivariado de significância Lambda de
108 Wilks (aproximação da distribuição F). Na análise discriminante, os grupos ou variáveis
109 dependentes foram considerados como os ambientes (pastagem, floresta, mandioca e SAF) em
110 uma primeira análise, e os períodos (seco e chuvoso) em uma segunda análise, enquanto que
111 as variáveis independentes foram os teores de carbono e nitrogênio microbiano. Utilizaram-se
112 os pacotes estatísticos SPSS 20 (Chicago, IL, USA) e Bioestat 5.0 (Ayres et al., 2007).

113 **Resultados e Discussão**

114 **Carbono da biomassa microbiana (CBM)**

115 A média do conteúdo de CBM de cada ambiente estudado variou de 732.46 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ à
 116 2417.56 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de solo no período seco e de 706.55 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ à 1767.60 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de solo no período
 117 chuvoso. Os valores mais elevados de carbono da biomassa microbiana foram observados nos
 118 solos sob cultivo de mandioca e floresta secundária, nos dois períodos avaliados, sendo estes
 119 ambientes estatisticamente semelhantes ($p>0,05$), seguido do SAF e da pastagem. Estes dois
 120 últimos ambientes diferiram estatisticamente no período seco, entretanto, apresentaram
 121 semelhanças estatísticas no período chuvoso (Tabela 1).

122 **Tabela 1.** Teores de carbono da biomassa microbiana (CBM) por área e por profundidade nos
 123 períodos avaliados.

PERÍODO SECO				
PROFUNDIDADE (cm)	P	SAF	M	F
	----- $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ -----			
0-5	633.0 aA	1672.3 aB	1817.2 aC	2843.0 aC
5-10	422.3 aA	1453.3 aB	2372.9 aC	2199.3 aC
10-20	1142.1 aA	1490.7 aB	2754.1 aC	2210.3 aC
PERÍODO CHUVOSO				
PROFUNDIDADE (cm)	P	SAF	M	F
	----- $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ -----			
0-5	801.4 aA	1015.1 aA	1571.6 aB	2018.2 aB
5-10	677.3 aA	992.6 aA	1758.9 aB	1662.6 bB
10-20	641.1 aA	778.5 aA	1972.4 aB	1545.9 bB

124 P: pastagem; SAF: sistema agroflorestal; M: cultivo de mandioca; FS: floresta secundária.
 125 Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna (sistemas) e minúscula na linha
 126 (profundidades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

127 Valores elevados de CBM implicam em maior imobilização temporária de nutrientes e
 128 consequentemente, menor propensão a perdas de nutrientes no sistema solo-planta, os quais
 129 tem influência direta de diversas variações do ambiente, dentre eles a proteção superficial do
 130 solo e o grau de revolvimento, que pode causar estresse ou danos às células microbianas
 131 (Matoso et al., 2012).

132 Neste sentido, os maiores valores de CBM no cultivo de mandioca e na floresta
133 secundária podem ser explicados pela presença de serapilheira protegendo superficialmente o
134 solo e o baixo revolvimento na floresta secundária (Dos Santos Alves et al., 2011) e no
135 cultivo de mandioca, possivelmente devido a baixa movimentação do solo, o que afetou
136 pouco as populações microbianas, ou ainda, por resíduos de adubação provenientes do cultivo
137 de dendê localizado anteriormente na região, que pode ter elevado a atividade microbiana.

138 Pequeno et al. (2007), avaliando diferentes métodos de plantio e manejo de mandioca,
139 observaram que o método onde não houve nenhum preparo prévio do solo e sem posterior
140 adubação, afetou pouco nas condições físicas do solo, o que influencia diretamente na
141 manutenção da população microbiana.

142 Os sistemas agroflorestais têm sido adotados como uma alternativa de uso sustentável
143 do solo e do ambiente, apresentando maior número de espécies e consequentemente, rizosfera
144 mais diversificada (Da Silva et al., 2012), além de maior proteção superficial do solo em
145 comparação aos demais sistemas antrópicos avaliados neste trabalho. Entretanto, nesta
146 pesquisa, observaram-se valores significativamente inferiores aos encontrados no ambiente
147 florestal, que neste estudo foi considerado como referência da condição original do solo.

148 Estes valores possivelmente são decorrentes do histórico de uso intensivo do solo pelo
149 cultivo de dendê na área, da recente instalação do sistema agroflorestal e preparo
150 convencional do solo antes do plantio, visto que este método causa grande estresse à
151 população microbiana (Evangelista et al., 2013; Matias et al, 2009). Além disso, observa-se
152 na literatura que diversos estudos comparando a biomassa microbiana do solo entre SAFs e
153 ambientes naturais de floresta avaliam sistemas com maior tempo de instalação e/ou que
154 utilizam métodos de preparo menos impactantes ao solo (Pezarico et al., 2013; Da Silva et al.,
155 2012). De acordo com Pezarico et al. (2013), a ausência de preparo convencional em SAFs
156 favorece o desenvolvimento microbiano em função do não revolvimento do solo, resultando

157 em maior presença de raízes e provendo suprimentos de carbono orgânico constantes à
158 biomassa microbiana do solo.

159 Neste sentido, acredita-se que com o decorrer do tempo e melhoria das condições
160 locais propiciadas pelo SAF, os teores de biomassa microbiana tenderão a equilibrar-se,
161 apresentando valores de C e N mais próximos ao da floresta.

162 A área de pastagem foi o que apresentou menor média de CBM entre os quatro
163 ambientes estudados, nos dois períodos avaliados. Em relação a estes resultados e sua
164 comparação com o ecossistema de floresta, são contraditórios os relatos na literatura acerca
165 dos solos sob as duas condições. Alguns resultados apontam teores iguais ou superiores nos
166 solos sob pastagem, devido ao alto conteúdo de matéria orgânica e densa massa radicular, que
167 favorece a existência da biomassa microbiana na rizosfera. Outros estudos relatam teores mais
168 altos nos solos sob vegetação nativa que, em geral, são atribuídos à degradação das pastagens
169 e ao maior aporte global de matéria orgânica proporcionada pela mata nativa, proveniente da
170 proteção do solo e deposição contínua e variada de substratos orgânicos com diferentes graus
171 de suscetibilidade à decomposição, devido a maior diversidade de espécies (Dos Santos Alves
172 et al., 2011; Pulrolnik et al., 2009). Neste estudo, acredita-se que a ausência de manejo no
173 solo sob o ambiente de pastagem contribuiu fortemente para os baixos valores de CBM.

174 De maneira geral, observou-se um decréscimo nos teores de CBM com o aumento da
175 profundidade, entretanto, esta diferença não foi estatisticamente significativa. Evangelista et
176 al. (2013) e De Queiroz Cunha et al. (2011), também observaram maiores níveis de carbono
177 da biomassa microbiana nas camadas superficiais do solo, o que pode ser devido à maior
178 deposição de material orgânico, maior concentração de raízes e produção de exsudatos,
179 proporcionando aumento da população de microrganismos na rizosfera, e, conseqüentemente,
180 a biomassa microbiana do solo.

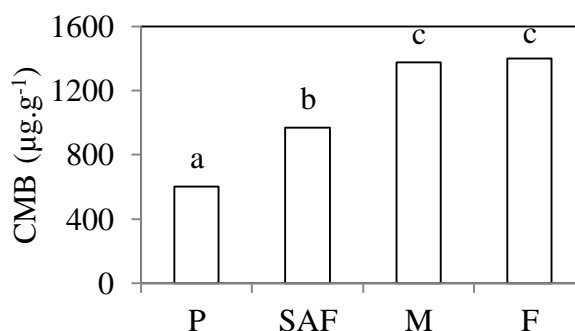
181 Apenas os ambientes de pastagem no período seco e cultivo de mandioca em ambos os
182 períodos, apresentaram acréscimo dos teores com profundidade, o que pode ter sido
183 influenciado pelo fato destes dois ambientes possuírem a camada superficial do solo menos
184 protegida que os demais locais avaliados.

185 Apesar da elevada umidade favorecer a biomassa microbiana do solo, conforme
186 mostram diversos experimentos onde há uma proporcionalidade positiva entre o aumento da
187 umidade e os teores de carbono e nitrogênio microbiano (Araújo Neto et al., 2014; Ferreira,
188 2015), neste estudo observou-se o decréscimo dos teores de CBM entre as análises do período
189 seco em relação ao período chuvoso, apresentando diferenças estatísticas entre os dois
190 períodos de coleta. Esse fato, conforme discutido por outros autores tais como Macedo (2013)
191 e Almeida et al, (2009) pode ser explicado pela alta intensidade das chuvas nesse período
192 além do elevado regime térmico da região, provocando um ambiente desfavorável ao
193 equilíbrio da população de microrganismos do solo, principalmente em ambientes onde não
194 há a cobertura superficial.

195 Além disso, o elevado índice pluviométrico pode causar pontos de alagamento
196 momentâneo, o que de acordo com Da Rosa et al. (2008) e Stieven et al. (2009), leva a uma
197 menor atividade microbiana. Para Marchiori Júnior & De Melo (2000), o aumento da
198 atividade microbiana se dá em melhores condições de aeração, temperaturas mais elevadas e
199 alternância mais frequente de umedecimento e secagem do solo.

200 Ao avaliar os resultados dos dois períodos de coleta, observa-se que em há um padrão
201 de teores de carbono e nitrogênio da biomassa microbiana entre os diferentes ambientes, ou
202 seja, em ordem crescente de valores, a sequência de ambientes pastagem-SAF-mandioca-
203 floresta praticamente repetiu-se nas diferentes épocas, com pequenas alterações não
204 significativas entre os valores do cultivo de mandioca e floresta (tabela 1). As médias por
205 ambiente considerando conjuntamente os períodos de coleta reafirmam as diferenças entre os

206 valores de CBM nos locais estudados, onde apenas as áreas de floresta e cultivo de mandioca
 207 apresentaram valores próximos (Figura 1).



208

209 P: pastagem; SAF: sistema agroflorestal; M: cultivo de mandioca; F: floresta.

210

211 **Figura 1.** Médias do teor de carbono da biomassa microbiana (CBM) (em µg.g⁻¹) por área
 212 considerando todas as coletas.

213

O teor de CBM é diretamente influenciado por uma gama de fatores ambientais, tais
 214 como manejo, umidade e proteção do solo (Evangelista et al., 2013; Matoso et al., 2012), que
 215 ao agir conjuntamente, equilibraram-se de forma a manter o padrão ao longo do tempo entre
 216 as coletas. Dessa forma, torna-se complexo afirmar quais os fatores de maior ou menor
 217 influência ou importância, visto que a biomassa microbiana busca o equilíbrio e estabilidade
 218 do ambiente solo, ressaltando sua importância como indicador da qualidade ambiental.

219 Nitrogênio da biomassa microbiana (NBM)

220

A média do conteúdo de NBM de cada ambiente analisado variou de 8.62 µg.g⁻¹ à
 221 18.29 µg.g⁻¹ de solo no período seco e de 2.45 µg.g⁻¹ à 4.61 µg.g⁻¹ de solo no período
 222 chuvoso. Não foram observadas diferenças significativas entre os teores de NBM entre os
 223 sistemas ou entre as profundidades no período seco (Tabela 2).

224

No período chuvoso, a área de pastagem foi semelhante apenas ao ambiente de
 225 floresta, diferindo dos demais, já os ambientes de SAF, cultivo de mandioca e floresta foram
 226 estatisticamente semelhantes. Em relação à variação em profundidade, também não foi
 227 observada diferença significativa ($p > 0,05$) em nenhum dos ambientes neste período.

228 **Tabela 2.** Teores de nitrogênio da biomassa microbiana (NBM) por área e por profundidade
 229 nos períodos avaliados.

SECO				
PROFUNDIDADE (cm)	P	SAF	M	F
	----- $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ -----			
0-5	16.85 aA	9.05 aA	6.48 aA	10.79 aA
5-10	18.57 aA	11.64 aA	3.89 aA	9.07 aA
10-20	19.44 aA	5.17 aA	16.84 aA	14.26 aA

CHUVOSO				
PROFUNDIDADE (cm)	P	SAF	M	F
	----- $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ -----			
0-5	3.89 aA	2.59 aB	2.59 aB	4.32 aAB
5-10	3.46 aA	2.59 aB	2.59 aB	5.19 aAB
10-20	3.46 aA	2.59 aB	2.17 aB	4.32 aAB

230 P: pastagem; SAF: sistema agroflorestral; M: cultivo de mandioca; FS: floresta secundária.
 231 Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna (sistemas) e minúscula na linha
 232 (profundidades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

233 Assim como para o carbono, a sequência de teor de nitrogênio entre os ambientes,
 234 praticamente se manteve entre as diferentes épocas, com pequenas variações não
 235 significativas estatisticamente. Entretanto, diferentemente dos resultados de CBM, onde o
 236 ambiente de pastagem apresentou os menores valores, para os teores de NBM, este ambiente
 237 foi o que apresentou maiores valores, juntamente com o ambiente de floresta secundária,
 238 seguido da área de SAF e cultivo de mandioca.

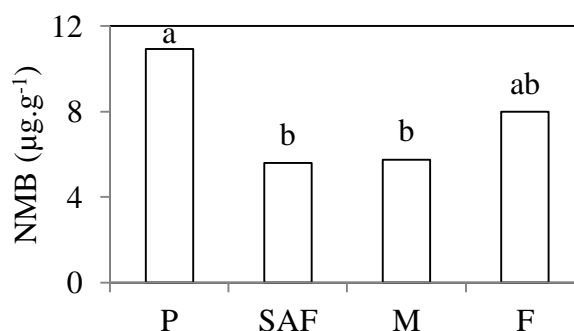
239 De acordo com Gama-Rodrigues (2005), o teor de CBM indica o potencial de reserva
 240 do elemento que participa no processo de umidificação, enquanto o teor de NBM estima a
 241 reserva de N que poderá ser reabsorvido pelas plantas. Neste sentido, o elevado teor de N nos
 242 dejetos dos animais aumenta a disponibilidade do elemento, que é incorporado pelos
 243 microrganismos (Garcia & Nahas, 2007). Segundo Barros et al. (2011), parte da matéria
 244 orgânica contendo nitrogênio é mineralizada pela microbiota do solo, para assim, poder ser

245 utilizada pelas plantas. Portanto, o elevado teor de NBM no ambiente de pastagem pode ser
246 explicado pela deposição da urina e esterco dos animais.

247 Entretanto, essa justificativa não se aplicou aos baixos valores de NBM no solo sob
248 SAF, uma vez que, apesar deste ter sofrido adubação nitrogenada previamente ao plantio,
249 apresentou valores semelhantes a área sob cultivo de mandioca, que não passou por nenhum
250 tipo de preparo ou correção do solo, ou seja, neste caso a presença de fontes de nitrogênio
251 mineral não mostrou grande influência nos valores de NBM.

252 Além disso, no SAF avaliado não foi observado a presença de espécies leguminosas,
253 que são amplamente utilizadas por auxiliarem na fixação do nitrogênio (Stamford et al.,
254 2015).

255 Como mostrado anteriormente para o carbono da CBM, os teores de NBM
256 apresentaram um decréscimo no período chuvoso, entretanto, para o nitrogênio, esse
257 decréscimo foi mais acentuado em relação ao período anterior. Poucos relatos na literatura
258 apresentam possíveis explicações para esse fato, sendo a justificativa mais coerente a relação
259 direta com ao intenso regime pluviométrico e elevadas temperaturas na região no período
260 chuvoso, causando um ambiente instável à população microbiana (Macedo, 2013) e que
261 aparentemente afetam de forma mais acentuada a reserva de nitrogênio microbiano.



262

263 P: pastagem; SAF: sistema agroflorestal; M: cultivo de mandioca; F: floresta.

264

265 **Figura 2.** Médias do teor de nitrogênio da biomassa microbiana (CBM) (em µg.g⁻¹) por área
266 considerando todas as coletas.

267 As médias de NBM por ambiente apreciando ambos os períodos avaliados reiteram as
 268 diferenças de valores observadas no período chuvoso, onde o ambiente de pastagem
 269 apresentou maior média geral e com valores próximos ao ambiente de floresta, o SAF e o
 270 cultivo de mandioca, por sua vez, foram estatisticamente semelhantes, já os valores de NBM
 271 da floresta, por sua vez, se assemelharam estatisticamente a todos os demais (Figura 2).

272 **Análise multivariada**

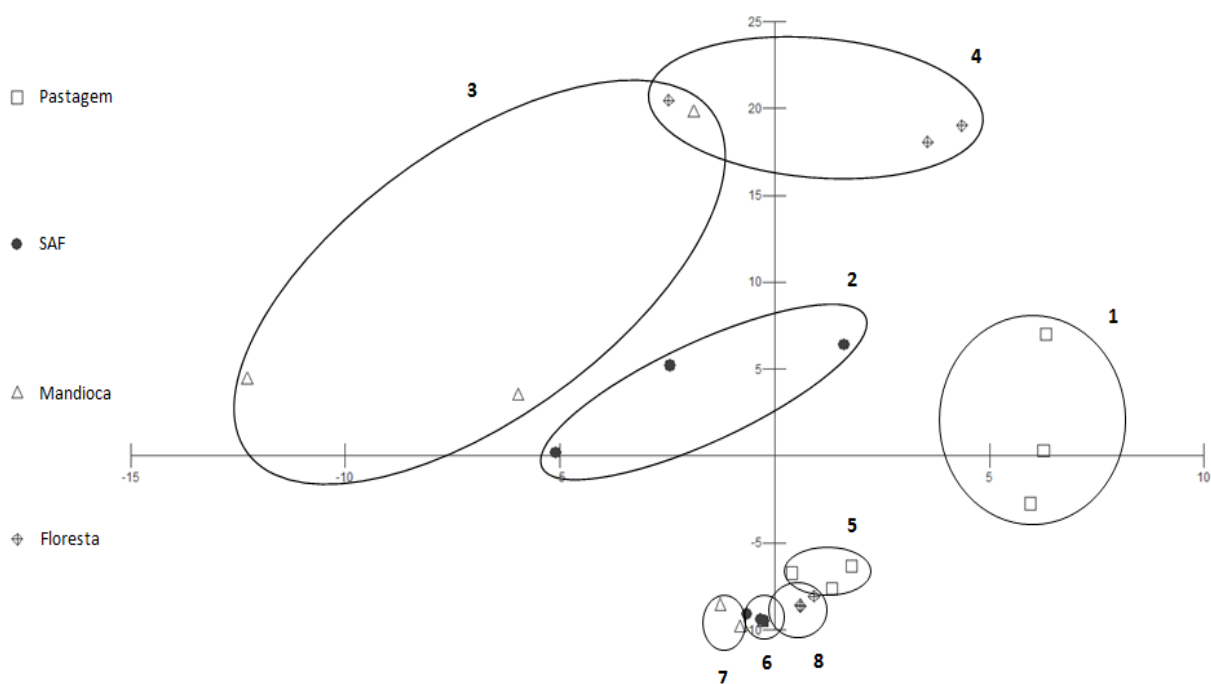
273 O teste estatístico multivariado de Wilks' Lambda demonstrou diferenças
 274 significativas entre as áreas estudadas ($p < 0,0001$). A função canônica discriminante
 275 apresentou R^2 canônico de 92,5%. A análise de correlação canônica indica a proporção de
 276 variância da função discriminante que é explicada pelos grupos, ou seja, 92,5% da diferença
 277 encontrada entre os quatro ambientes se dá a partir das análises de carbono e nitrogênio da
 278 biomassa microbiana (Tabela 3). Essa alta correlação confirma a elevada sensibilidade dos
 279 atributos microbianos às variações de uso da terra entre os ambientes estudados e a
 280 importância dessas variáveis na avaliação do solo sob diferentes sistemas.

281 **Tabela 3.** Correlação canônica entre os ambientes e entre os períodos de coleta.

Função	Correlação Canônica	R^2 canônico
1	0,962	92,5%
2	0,695	48,3%

282 Onde: Função 1 correlaciona os ambientes estudados e Função 2 toma como base os períodos
 283 de coleta.

284 A análise conjunta dos dados permitiu a discriminação dos ambientes analisados com
 285 um poder de classificação da amostra de 91,2%, indicando que os grupos se diferenciam neste
 286 percentual a partir dos resultados das análises microbiológicas.



287

288 **Figura 3.** Mapa Territorial da Função Canônica Discriminante.

289

290 Na figura 3 que os grupos numerados de 1 a 4 representam os resultados de carbono da
 291 biomassa microbiana dos quatro sistemas estudados, já os grupos denominados de 5 a 8
 292 indicam os resultados de nitrogênio microbiano.

293 Dentre os grupos referentes ao CBM, os elementos integrantes do grupo 3 e 4
 294 encontram-se próximos, pois há elementos que pertencem a um grupo, mas estão mais
 295 próximos do outro, enquanto os demais grupos (1 e 2) apresentam-se territorialmente
 296 separados. Essa representação visual reitera os resultados apresentados anteriormente, onde os
 297 ambientes de cultivo de mandioca e floresta apresentaram resultados semelhantes e diferindo
 298 das áreas de SAF e pastagem.

299 Em relação aos grupos numerados de 5 a 8, que representam os valores de NBM,
 300 observa-se novamente uma maior proximidade dos grupos SAF e mandioca, o grupo
 301 pastagem mais afastado e o grupo floresta com valores semelhantes aos demais.

302 A análise multivariada da diferenciação entre os períodos de coleta, em relação às
 303 análises microbiológicas, apresentou um R^2 de 48,3% (Tabela 3), onde 48,3% da
 304 diferenciação entre os períodos de coleta é explicada pelas alterações nas variáveis
 305 microbiológicas estudadas. Apesar desse valor ser considerado moderado (Figueiredo Filho &
 306 Silva Junior, 2010), a análise discriminante dos períodos de coleta mostrou que 94,4% dos
 307 dados referentes ao período chuvoso e 77,8% período seco estão associados, dentro do grupo
 308 estudado (tabela 4), ou seja, essa porcentagem do total de dados se assemelha mais aos
 309 valores dentro de seu grupo do que ao outro grupo, reafirmando o período de coleta outra
 310 importante variável para a separação dos atributos avaliados, conforme mostram estudos
 311 feitos por Dos Santos Alves et al. (2011) e Baretta et al. (2008).

312 **Tabela 4.** Análise discriminante dos grupos em relação ao período de coleta

Grupo original	Períodos	Previsto no Grupo		Total
		Seco	Chuvoso	
Valor Absoluto	Chuvoso	34	2	36
	Seco	8	28	36
Valor Percentual	Chuvoso	94,4	5,6	100
	Seco	22,2	77,8	100

313

314

Conclusão

315 De modo geral, os teores de carbono e nitrogênio da biomassa microbiana se
 316 mostraram uma variável sensível às alterações de uso da terra, sendo influenciados por
 317 diversos fatores ambientais, sazonais e pelo manejo do solo.

318 Os maiores teores de CBM ocorreram nos ambientes onde há menor revolvimento e
 319 maior proteção do solo, mostrando que esses são fatores de grande influência na biomassa
 320 microbiana. Quanto ao nitrogênio da biomassa microbiana, além da relação entre
 321 revolvimento do solo e os teores de NBM constatados, observou-se que a deposição de

322 dejetos dos animais na pastagem teve importante participação nos elevados valores de NBM
323 constatados nesse ambiente.

324 O método de análise multivariada foi uma importante ferramenta no estudo de
325 variáveis microbiológicas do solo, pois estabeleceu relações entre os diferentes aspectos
326 avaliados, mostrando a elevada correlação entre os ambientes e os componentes microbianos
327 estudados, além de mostrar uma alta contribuição destes atributos para a separação das áreas.

328 Esta pesquisa ratifica a relevância da avaliação de variáveis microbiológicas para o
329 conhecimento da qualidade ambiental. Utilizando o ambiente natural de floresta como
330 referência local de condição ideal da biomassa microbiana, torna-se complexo afirmar de
331 forma incisiva qual dos ambientes antrópicos foi considerado com melhor qualidade de solo,
332 uma vez que os teores de carbono e nitrogênio microbiano, analisado separadamente,
333 apresentam-se maiores em áreas distintas, ressaltando a natureza dinâmica da microbiota do
334 solo e altamente influenciável pela gama de fatores ambientais.

335 Quanto aos produtores locais, ressalta-se a importância desse tipo de avaliação, uma
336 vez que através dos resultados pôde-se inferir acerca da influência histórico de uso da área e a
337 importância da presença de espécies quem auxiliem na fixação de nitrogênio, nos ambientes
338 pertencentes ao assentamento, além da necessidade da realização de um manejo mais
339 adequado na área de pastagem.

340 Recomenda-se a realização de estudos posteriores buscando compreender a dinâmica
341 temporal de recuperação da biomassa microbiana do solo em ambientes com instalação de
342 grande impacto, mas que possuem foco na recuperação e manutenção do aporte de matéria
343 orgânica, como os sistemas agroflorestais instalados sob preparo convencional.

344 **Agradecimentos**

345 Ao programa de pós-graduação em Ciências Ambientais, da Universidade do Estado do Pará;
346 a CAPES pelo financiamento desta pesquisa; ao laboratório de análise de solos do Museu

347 Paraense Emílio Goeldi e a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente à realização
348 deste trabalho.

349 **Referências**

350 ALMEIDA, D.; KLAUBERG FILHO, O.; FELIPE, A. F.; ALMEIDA, H. C. Carbono,
351 Nitrogênio e Fósforo microbiano do solo sob diferentes coberturas em pomar de produção
352 orgânica de maçã no sul do Brasil. **Bragantia**, v. 68, p. 1069-1077, 2009.

353 ARAÚJO, A. S. F. de.; MELO, W. J. **Biomassa microbiana do solo**. EDUFPI. Universidade
354 Federal do Piauí, Teresina, 2012, 150 p.

355 ARAÚJO NETO, S. E. D.; SILVA, A. N. D.; KUSDRA, J. F.; KOLLN, F. T.; NETO, A.; DE
356 CARVALHO, R. Soil biological activity under intercropping of passion fruit, pineapple,
357 maize, cassava and cover crops. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 650-658, 2014.

358 AYRES M.; AYRES J. R. M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. BioEstat 5.0: aplicações
359 estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá;
360 Brasília: CNPq; 2007.

361 BARETTA, D.; MALUCHE-BARETTA, C. R. D. M.; CARDOSO, E. J. B. N.; Análise
362 multivariada de atributos microbiológicos e químicos do solo em florestas com *Araucaria*
363 *angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2683-2691, 2008.

364 BARRETO, P. A. B.; DA GAMA-RODRIGUES, E. F.; DA GAMA-RODRIGUES, A. C.;
365 DE BARROS, N. F.; FONSECA, S. Atividade microbiana, carbono e nitrogênio da biomassa
366 microbiana em plantações de eucalipto, em sequência de idades. **Revista Brasileira de**
367 **Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 611-619, 2008.

368 BARROS, F. M.; MARTINEZ, M. A.; MATOS, A. Mineralização de nitrogênio em dejetos
369 de suínos. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer, v. 7, p. 1, 2011.

370 CASTILHOS, D. D.; SANTOS, V.; CASTILHOS, R.; PAULETTO, E.; GOMES, A.;
371 SILVA, D. (2012). Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de
372 um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Current Agricultural Science and**
373 **Technology**, v. 10, n. 3, 2012.

374 DA ROSA, C. M.; CASTILHOS, R. M. V.; DICK, D. P.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. D.
375 S. Teor e qualidade de substâncias húmicas de planossolo sob diferentes sistemas de
376 cultivo. **Ciência Rural**, v. 38, p. 1589-1595, 2008.

377 DA SILVA, M. S. C.; DA SILVA, E. M. R.; PEREIRA, M. G.; DA SILVA, C. F. Estoque de
378 serapilheira e atividade microbiana em solo sob sistemas agroflorestais. **Floresta e Ambiente**,
379 v. 19(4), p. 431-441, 2012.

380 DE QUEIROZ CUNHA, E.; STONE, L. F.; DE BRITO FERREIRA, E. P.; DIDONET, A.
381 D.; MOREIRA, J. A. A.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de
382 cobertura na produção orgânica de feijão e milho. II-Atributos biológicos do solo. **Revista**
383 **Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 603-611, 2011.

384 DOS SANTOS ALVES, T.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.;
385 LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e

- 386 diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 341-347,
387 2011.
- 388 EVANGELISTA, C. R.; PARTELLI, F. L.; DE BRITO FERREIRA, E. P.; PIRES, F. R.
389 Atributos microbiológicos do solo na cultura da cana-de-açúcar sob manejo orgânico e
390 convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1549-1562, 2013.
- 391 FERREIRA, F. M. D. S. **Temperatura e umidade do solo e a dinâmica dos fluxos de N₂O**
392 **e CO₂ em um sistema lavoura-pecuária**. 2015. 37p. Monografia (Bacharelado em
393 Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília.
- 394 FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do
395 Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18(1), 2010.
- 396 GAMA-RODRIGUES, E. F., DE BARROS, N. F., DA GAMA-RODRIGUES, A. C., & DE
397 ARAÚJO SANTOS, G. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em
398 plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 6, 2005.
- 399 GARCIA, M. R. L.; NAHAS, E. Biomassa e atividades microbianas em solo sob pastagem
400 com diferentes lotações de ovinos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 2, p. 269-
401 276, 2007.
- 402 ISLAM, K.R.; WEIL, R.R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of
403 microbial biomass carbon. **Biology and Fertility of Soils**, v. 27, p. 408-416, 1998.
- 404 MACEDO, A. G. D. S. **Caracterização e Variação Temporal da Solução do Solo em**
405 **Argissolo Amarelo com Horizonte a Moderado e a Antrópico (Terra Preta de Índio) no**
406 **Município de Iranduba-AM**. 2013. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) –
407 Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- 408 MARCHIORI JUNIOR, M.; DE MELO, W. J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa
409 microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária**
410 **Brasileira**, v. 35, p. 1177-1182, 2000.
- 411 MATIAS, M. D. C. B.; SALVIANO, A. A. C.; LEITE, L. F. C.; DA SILVA GALVÃO, S. R.
412 Propriedades químicas em Latossolo Amarelo de Cerrado do Piauí sob diferentes sistemas de
413 manejo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 3, p. 356-362, 2009.
- 414 MATOSO, S. C. G.; SILVA, A. N. D.; FIORELLI-PEREIRA, E. C.; COLLETA, Q. P.;
415 MAIA, E. Carbon and nitrogen fractions in a dystrophic Red Yellow Latosol (Oxisol) soil
416 under different uses in the Brazilian Amazon. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 2, p. 231-240, 2012.
- 417 MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana
418 em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. **Pesquisa**
419 **Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 1103-1110, 2004.
- 420 MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA,
421 2006. 729p. (Universidade Federal de Lavras, 2).
- 422 PEQUENO, M., VIDIGAL FILHO, P. S., TORMENA, C., KVITSCHAL, M. V., &
423 MANZOTTI, M. Efeito do sistema de preparo do solo sobre características agronômicas da
424 mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e**
425 **Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 476-481, 2007.

- 426 PEZARICO, C. R., VITORINO, A. C. T., MERCANTE, F. M., & DANIEL, O. Indicadores
427 de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian**
428 **Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56(1), p. 40-47, 2013.
- 429 PULROLNIK, K.; BARROS, N. D.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BRANDANI, C. B.
430 Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos
431 sob eucalipto, pastagem e cerrado no vale do Jequitinhonha-MG. **Revista Brasileira de**
432 **Ciência do Solo**, v. 33, n. 5, p. 1125-1136, 2009.
- 433 RADAMBRASIL. Folha AS. 22. Belém: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso
434 potencial da terra. **Levantamento de Recursos Naturais**. DNPM, Rio de Janeiro, v. 5. ,
435 1974.
- 436 SILVA, C. J.; LOBO, F. A.; BLEICH, M. E. Contribuição das folhas na formação da
437 serapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de mato grosso. **Acta**
438 **Amazônica**, v. 39, p. 591-600, 2009.
- 439 SOUZA, P. J. D. O. P. D.; RIBEIRO, A.; ROCHA, E. J. P. D.; LOUREIRO, R. S. D.; BISPO,
440 C. J. C.; SOUSA, A. M. L. D. Albedo da cultura da soja em área de avanço da fronteira
441 agrícola na Amazônia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.
442 65-73, 2010.
- 443 SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA - SUDAM.
444 **Municípios Paraenses**: Santa Bárbara do Pará. Belém: Governo do Estado do Pará,
445 SEPLAN, 1993. 36 p.(Novos Municípios, v. 33).
- 446 STAMFORD, N. P., NEVES, M. C., RUNJANEK, N. G., BORGES, W. L., BEZERRA, R.
447 V., & FREITAS, A. D. Diversidade de rizóbios capazes de nodular leguminosas tropicais.
448 **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 2, n. 4, p. 249-256, 2015.
- 449 STIEVEN, A.; CAMPOS, D.; MALHEIROS, C.; SILVA, M.; FERREIRA, M.; OLIVEIRA,
450 E.; NETO, N. População e Biomassa Microbiana em Solo do Pantanal Matogrossense.
451 **Revista Biodiversidade**, v. 8, 2009.
- 452 TELES, D. A. D. A. Características físicas e rendimento mensal em óleo de cachos de duas
453 cultivares de dendezeiro cultivadas, sob irrigação, no Cerrado do Distrito Federal. 2014. 92p.
454 Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília.

ANEXO

Normas de Submissão da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

Diretrizes para Autores

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em "comentários ao editor", informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word.

No passo 3 da submissão (Inclusão de metadados), em "resumo da biografia" de cada autor, informar o link do sistema de currículos lattes (ex.: <http://lattes.cnpq.br/0577680271652459>). Clicar em "incluir autor" para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria.

Ainda no passo 3, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo:

- Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo:

"Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado "....." e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer:

Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.
- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como "efeito" ou "influência".
- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.
- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.
- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.
- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.
- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.
- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.
- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.
- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que componham o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus ou no Índice de Assuntos da base SciELO.

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.

- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.
- Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).
- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

- Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

- Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados. - A autocitação deve ser evitada. - Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Redação das citações dentro de parênteses
- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.
- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.
- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.
- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.
- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.
- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.
- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.
- Redação das citações fora de parênteses
- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.
- Devem ser auto-explicativas.
- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.
- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.
- Notas de rodapé das tabelas
- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.
- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.

- Devem ser auto-explicativas.
- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração. - As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.
- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- Não usar negrito nas figuras.
- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

- Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apresentação de Notas Científicas

- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

- Resumo com 100 palavras, no máximo.
- Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
- Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231, via e-mail: sct.pab@embrapa.br ou pelos correios:

Embrapa Informação Tecnológica Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB

Caixa Postal 040315 CEP 70770 901 Brasília, DF

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. O manuscrito deve ser inédito e não pode ter sido submetido, simultaneamente, a outro periódico, e seus dados (tabelas e figuras) não podem ter sido publicados parcial ou totalmente em outros meios de publicação técnicos ou científicos (boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas, etc.).
2. O texto deve ser submetido no formato do Microsoft Word, em espaço duplo, escrito na fonte Times New Roman 12, tamanho de papel A4, com páginas e linhas numeradas; e o arquivo não deve ultrapassar o tamanho de 20 MB.
3. O artigo deve ter, no máximo, 20 páginas e tem que estar organizado na seguinte ordem: Título; nome completo dos autores, seguido de endereço institucional e eletrônico; Resumo; Termos para indexação; Title, Abstract; Index terms; Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões; Agradecimentos; Referências; tabelas e figuras.

4. Os padrões de texto e de referências bibliográficas devem ser apresentados de acordo com as orientações, para a apresentação de manuscritos, estabelecidas nas Diretrizes aos autores, as quais se encontram na página web da revista PAB.
5. Mensagens de concordância dos coautores com o conteúdo do manuscrito e sua submissão à revista devem ser compiladas pelo autor correspondente em um arquivo do Microsoft Word e carregadas no sistema como um documento suplementar, no quarto passo do processo de submissão.
6. Diante do grande número de trabalhos recebidos para publicação (média de 110 por mês), solicitamos sua concordância com os seguintes procedimentos adotados pela revista PAB:

Os trabalhos são analisados pela Comissão Editorial, antes de serem submetidos à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se os seguintes aspectos, entre outros: escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura; resultados com contribuição significativa; qualidade das tabelas e figuras; e, finalmente, originalidade e consistência das conclusões.

Após a aplicação desses critérios, caso o número de trabalhos aprovados ultrapasse a capacidade de publicação mensal, é aplicado o critério da **relevância relativa**. Segundo esse critério, os trabalhos com contribuição mais significativa para o avanço do conhecimento científico são aprovados. Esse critério é aplicado apenas aos trabalhos que atendam aos requisitos de qualidade, mas que, por excederem a capacidade de publicação mensal da revista, não podem ser todos aprovados. Por esse mesmo motivo, informamos que não aceitamos pedido de reconsideração.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado
Tv. Enéas Pinheiro, 2626, Marco, Belém-PA, CEP: 66095-100
www.uepa.br/paginas/pcambientais

