

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



Priscila Fonseca Ferreira

**Biomassa microbiana de um latossolo amarelo sob
cultivos de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) em
comparação com solos de floresta secundária no
município de Maracanã-Pará (PA)**

Belém
2017

Priscila Fonseca Ferreira

**Biomassa microbiana de um latossolo amarelo sob cultivos de açaí
(*Euterpe oleracea* Mart.) em comparação com solos de floresta
secundária no município de Maracanã-Pará (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
2017

Priscila Fonseca Ferreira

**Biomassa microbiana de um latossolo amarelo em cultivos de açaí
(*Euterpe oleracea* Mart.) em comparação com a floresta secundária
no município de Maracanã-Pará (PA)**

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

Universidade do Estado do Pará.

Data de aprovação: ___/___/___

Banca examinadora

_____ - Orientador

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

_____ - Membro Examinador

Prof. Deusdedith Cruz Filho
Doutor em Ciências Agrárias
Universidade Federal Rural da Amazônia

_____ - Membro Examinador

Prof. Werner Damião Morhy Terrazas
Doutor em Alimentos e Nutrição
Universidade Do Estado do Pará

_____ - Membro Examinador

Prof. Marcelo José Raiol Souza
Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia
Universidade Do Estado do Pará

_____ - Suplente

Profa. Mirla de Nazaré do Nascimento Miranda
Doutora em Engenharia Química
Universidade Do Estado do Pará

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar sempre presente em minha vida, sempre me encorajou nos momentos mais difíceis e na superação dos obstáculos que surgiram no decorrer do curso.

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), pela oportunidade de cursar o mestrado. Assim como aos professores e do curso.

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 todo apoio no decorrer 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. Em especial ao Sr. Paulo Sarmiento, técnico do laboratório, por toda assistência e conhecimentos fornecidos durante as análises para produção deste trabalho.

Aos meus pais pelas palavras de apoio e superação dos meus limites em todas as dificuldades.

Ao meu Avô Manoel Apolinário da Fonseca (In memória) que onde quer que esteja está feliz por mais essa conquista.

Aos meus familiares, que sempre ajudaram durante toda minha vida em especial as minhas avós Dinea Ferreira Fonseca e Emelina de Lima Ribeiro pelo carinho e acolhimento durante toda essa jornada. Como também a minha tia Régia Darck por todo apoio fornecido, pelos conselhos em busca do meu melhor.

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.

RESUMO

Os solos sob a floresta Amazônica e os sistemas de produção agrícola dessa região, apresentam naturalmente baixa disponibilidade de nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S dessa maneira o desenvolvimento das espécies vegetais torna-se altamente dependentes da ciclagem de nutrientes que envolve a decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos do solo. Nesse sentido o objetivo deste trabalho foi de avaliar a biomassa de um latossolo amarelo sob cultivos de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) em comparação com a floresta secundária no município de Maracanã-Pará (PA), através dos seguintes indicadores da qualidade do solo: 1) carbono orgânico (CO); 2) nitrogênio total (NT); carbono da biomassa microbiana do solo (CBM) e nitrogênio da biomassa microbiana (NBM). Esta dissertação foi estruturada em introdução geral e capítulo I, que corresponde ao artigo “Carbono e nitrogênio microbiano de um latossolo amarelo sob cultivo de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) em comparação com a floresta secundária no município de Maracanã-Pará (PA)”.

Palavras-chave: Amazônia, biomassa microbiana, ciclagem de nutrientes.

ABSTRACT

Soils under the Amazon rainforest and the agricultural production systems of this region naturally present low availability of nutrients N, P, K, Ca, Mg and S in this way the development of plant species becomes highly dependent on the cycling of nutrients involved The decomposition of organic matter by soil microorganisms. In this sense, the objective of this work was to evaluate the biomass of a yellow latosol under açai (*Euterpe oleracea* Mart.) cultivars in comparison with the secondary forest in the city of Maracanã-Pará (PA), through the following indicators of soil quality: 1) organic carbon (CO); 2) total nitrogen (NT); Soil microbial biomass (CBM) and microbial biomass (NBM) nitrogen. This dissertation was structured in a general introduction and chapter I, which corresponds to the article "Carbon and microbial nitrogen of a yellow latosol under açai cultivation (*Euterpe oleracea* Mart.) In comparison with the secondary forest in the city of Maracanã-Pará (PA)".

Keywords: Amazon, soil microbial biomass, nutrient cycling.

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Caracterização de um Latossolo Amarelo distrófico, sob plantio de açaí em diferentes idades em comparação com a floresta secundária.....21

Tabela 2 - Histórico do uso das áreas estudadas, floresta secundária, plantio de açaí de um ano, plantio de açaí com três anos, plantio de açaí com quatro anos, plantio de açaí com seis anos.....24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização da área de estudo.....	20
Figura 2 -	Áreas experimentais: floresta de capoeira (FS), açaí de um ano (A1), açaí de três anos (A3), açaí de quatro anos (A4) e açaí de seis anos (A6).....	23
Figura 3 -	Médias de valores de carbono orgânico (CO) em latossolo amarelo em diferentes sistemas de uso do solo no mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	25
Figura 4 -	Médias dos valores de carbono orgânico (CO) em latossolo amarelo em diferentes profundidades do solo mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	26
Figura 5 -	Médias de valores de Nitrogênio Total (NT) em latossolo amarelo em diferentes sistemas de uso do solo no mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	27
Figura 6 -	Médias dos valores de Nitrogênio Total (NT) em latossolo amarelo em diferentes profundidades do solo mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	28
Figura 7 -	Médias de valores de Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) em latossolo amarelo em diferentes sistemas de uso do solo no mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	29
Figura 8 -	Médias dos valores de Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) em latossolo amarelo em diferentes profundidades do solo mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	30
Figura 9 -	Médias de valores de Razão Carbono da Biomassa Microbiana e Carbono Orgânico (CBM/CO) em latossolo amarelo em diferentes sistemas de uso do solo no mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	30
Figura 10 -	Médias dos valores de Razão Carbono da Biomassa Microbiana e Carbono Orgânico (CBM/CO) em latossolo amarelo em diferentes profundidades do solo mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	31
Figura 11 -	Médias de valores de Nitrogênio da Biomassa Microbiana (NBM) em latossolo amarelo em diferentes sistemas de uso do solo no mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	32

Figura 12 - Médias dos valores de Nitrogênio da Biomassa Microbiana (NBM) em latossolo amarelo em diferentes profundidades do solo mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	33
Figura 13 - Médias dos valores de Razão Nitrogênio da Biomassa Microbiana e Nitrogênio Total (NBM/NT) em latossolo amarelo em diferentes profundidades do solo mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	34
Figura 14 Médias dos valores de Nitrogênio da Biomassa Microbiana e Nitrogênio Total (NBM/NT) em latossolo amarelo em diferentes profundidades do solo mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	11
1.2	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2	ARTIGO – Avaliação do estoque de carbono e nitrogênio microbiano de um latossolo amarelo nos solos sob cultivo de açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) em comparação com a floresta secundária no município de Maracanã-Pará (PA).....	17
	RESUMO	18
	ABSTRACT	18
1	INTRODUÇÃO	19
2	MATERIAL E MÉTODOS	20
	Caracterização da área de estudo.....	20
	Coleta e análise das amostras.....	22
	Delineamento experimental.....	22
3	RESULTADOS	E 24
	DISCUSSÃO	
	Carbono orgânico (CO).....	24
	Nitrogênio total (NT).....	26
	Carbono da biomassa microbiana (CBM).....	28
	Razão carbono da biomassa microbiana (CBM) / carbono orgânico (CO).....	30
	Nitrogênio da biomassa microbiana (NBM).....	31
	Razão nitrogênio da biomassa microbiana (NBM)/ nitrogênio total (NT).....	33
4	CONCLUSÃO	35
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
	ANEXOS	39

1 INTRODUÇÃO GERAL

A substituição da floresta Amazônica promovida pelas atividades humanas voltadas à produção de alimentos, tem historicamente provocado à exaustão dos solos em curto período de tempo, por conta da utilização inadequada desse recurso natural (SOUZA et al., 2010).

Segundo (Moreira; Malavolta, 2004) na maioria das vezes o uso da terra na Amazônia consiste no desmatamento, remoção da madeira com expressividade econômica e a posterior utilização de queimadas para limpeza da área para a introdução de culturas anuais, perenes ou formação de pastagens.

De acordo com Malavolta (1987) a remoção da floresta causa uma quebra nos ciclos do carbono e dos nutrientes, pois estes atuam no sistema pela entrada fotossintética do gás carbônico e à decomposição acelerada e contínua da matéria orgânica do solo pelos microrganismos, essas atividades podem ter como consequência a alteração da qualidade do solo afetando significativamente a fertilidade e o conteúdo de C e N do solo (MARTINS et al., 1991; FEIGL, 1994).

Os solos sob a floresta Amazônica e os sistema de produção agrícola dessa região, apresentam naturalmente baixa disponibilidade de nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S dessa maneira o desenvolvimento das espécies vegetais torna-se altamente dependentes da ciclagem de nutrientes que envolve a decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos do solo (SILVA et al., 2009).

Os microrganismos e seus processos metabólicos são indicadores biológicos muito sensíveis às variações de uso e manejo de solo, sendo considerado um dos melhores meios para aferir os impactos ambientais das atividades antrópicas neste compartimento (MAIA et al., 2012).

Os países de clima temperado há muitas décadas vem utilizando indicadores físicos, químicos e biológicos para apontarem o atual estado de qualidade dos solos, bem como para projeções futuras destes (ARAUJO; MELO, 2010).

No Brasil este tema foi incorporado mais intensamente a partir da década de 90, onde os estudos se concentram principalmente na identificação de índices que permitem indicar a qualidade do solo (QS) para apontar o nível

de degradação e sugerir práticas de manejos que potencializem o seu uso sustentável (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009).

De esta forma conhecer os indicadores biológicos da qualidade dos solos, torna-se um dos fatores importante e necessário para os estudos sobre a influência de diferentes sistemas de manejo no estado de conservação desses na região Amazônica (VICENTE, 2010).

A manutenção da qualidade do solo depende da população de organismos que vivem neste gradiente, pois eles são responsáveis pelo processo de decomposição da matéria oriunda dos seres vivos, pela ciclagem de nutrientes e pela melhoria da estruturação do solo (MUNIZ et al., 2011).

Os microrganismos e seus processos metabólicos são indicadores biológicos muito sensíveis às variações de uso e manejo de solo, sendo considerado um dos melhores meios para aferir os impactos ambientais das atividades antrópicas neste compartimento (MAIA et al., 2012).

O solo quando submetido a condições de alterações de suas propriedades, seja através de fenômenos naturais ou por atividades antrópicas, pode promover o extermínio de algumas populações que desempenham papéis essenciais (ARAUJO; MELO, 2010).

No entanto, Almeida et al. (2009) reporta que a resposta da matéria orgânica do solo de acordo com às mudanças no uso da terra e as técnicas de manejos adotadas podem passar décadas sem apontar mudanças significativas nos seus teores, por outro lado afirma que a Biomassa Microbiana do Solo (BMS) é muito sensível as alterações promovidas no solo.

Desta forma Rodrigues et al., (2008) relatam que as aferições do Carbono Orgânico Total (COT) e do Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) são essenciais aos estudos sobre qualidade do solo, quando se utilizam parâmetros biológicos e estes não devem ser analisados separadamente, pelo fato da biomassa microbiana apresentar mais sensibilidade às alterações no uso do solo do que o Carbono Orgânico Total (COT) e o Nitrogênio Total (NT) isoladamente.

Dentre os elementos essenciais ao pleno desenvolvimento das plantas, o nitrogênio apresenta lugar de destaque, pois participa ativamente do desenvolvimento de novas células e tecidos, além disso, participa da formação

da clorofila, pigmento fotossintético responsável pela captação da energia solar (CRUZ et al., 2011).

Segundo Cruz et al. (2011) o nitrogênio (N) é um dos elementos mais sensíveis as alterações das condições do solo, como consequência dos inúmeros processos químicos e biológicos que controlam sua perda e disponibilidade.

A biomassa microbiana do solo é considerada uma fonte de N e de outros nutrientes para as plantas e os fluxos através do reservatório microbiano pode ser de particular relevância no solo. Quanto maior o compartimento do nitrogênio da biomassa microbiana (NBM), menores serão as perdas do nitrogênio (N) no sistema, e conseqüentemente maior a fração lábil da matéria orgânica prontamente disponível para absorção das plantas (COSER et al., 2007).

A liberação do nitrogênio (N), retido na biomassa microbiana ocorre a partir da morte dos microrganismos, com a mineralização do N pelo restante da população microbiana, neste sentido, em solos submetidos a condições adversas, a maior parte do N mineralizado pode ser de origem microbiana (PIMENTA et al., 2011).

Desta forma estudos sobre a atividade microbiana do solo na região Amazônica principalmente no que diz respeito ao cultivo de plantas nativas, como, por exemplo, o açaí vem cada vez mais despertando o interesse dos pesquisadores.

Segundo Nogueira (2005), açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é nativo da Amazônia brasileira e o Estado do Pará é o principal centro de dispersão natural dessa palmácea, populações espontâneas também são encontradas nos Estados do Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Tocantins; e em países da América do Sul (Venezuela, Colômbia, Equador, Suriname e Guiana) e da América Central (Panamá).

De acordo com Mesquita (2016), o Pará é o maior produtor de açaí do Brasil com uma produção anual de um milhão de toneladas, como aponta o Programa de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Açaí no estado do Pará.

Segundo Farias Neto (2011) com a expansão do mercado nacional e internacional de açaí, além do manejo de áreas de várzeas, o plantio está

expandindo-se em áreas de terra firme, em antigas áreas de pimentais (*Piper nigrum*) e de outras lavouras abandonadas. Estes plantios envolvem consórcios com outras espécies perenes, como cacaueteiro (*Theobroma cacao*), cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), pimenta-do-reino, etc., como etapa final de cultivos, tais como maracujazeiro (*Passiflora edulis*), bananeira (*Musa spp.*) etc., e também aproveitando áreas de pastagens degradadas.

De acordo com Nogueira (2005) a produção de frutos, que provinha quase que exclusivamente do extrativismo, a partir da década de 1990, passou a ser obtida, também, de açazais nativos manejados e de cultivos implantados em áreas de várzea e de terra firme, localizadas em regiões com maior precipitação pluviométrica, em sistemas solteiros e consorciados, com e sem irrigação. Dados estatísticos comprovam que cerca de 80% da produção de frutos têm origem no extrativismo, enquanto os 20% restantes são provenientes de açazais manejados e cultivados em várzea e terra firme.

O plantio de açazeiro em áreas de terra firme representa excelente alternativa para a recuperação de áreas desmatadas, além de reduzir a pressão sobre o ecossistema de várzea, muito mais frágil, evitando sua transformação em bosques homogêneos dessa palmeira (DIMENSTEIN; FARIAS NETO, 2008).

Nesse sentido, a mesorregião do nordeste paraense tem despertado a atenção dos produtores no plantio de açazeiros, muitos deles, procurando inovar técnicas de cultivo, visando a desenvolver sistemas mais apropriados, aumentar a produtividade e a produção, tanto na safra como na entressafra (HOMMA et al., 2006). Estima-se que 70-80 % da produção de frutos ocorra no período de julho a dezembro, período considerado como safra (DIMENSTEIN; FARIAS NETO, 2008).

Dessa forma informações técnicas oriundas de pesquisas sobre qualidade do solo tornam-se prioridades para subsidiar os cultivos racionais de açazeiro para a produção de frutos, preenchendo assim essas lacunas (OLIVEIRA, 2007).

Esta dissertação foi estruturada em introdução geral e capítulo I, que corresponde ao artigo "Avaliação do estoque de carbono e nitrogênio microbiano de um latossolo amarelo nos solos sob cultivo de açai (*Euterpe oleracea* Mart.)

em comparação com a floresta secundária no município de Maracanã-Pará (PA)”.

1.2 REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

ARAUJO, A. S. F.; MELO, W. J. Biomassa microbiana em sistemas orgânicos. **Ciência Rural** [online], v. 40, n. 11, p. 2419-2426. 2010.

ALMEIDA, D.; et al. Carbono, Nitrogênio e Fósforo microbiano do solo sob diferentes coberturas em pomar de produção orgânica de maçã no Sul do Brasil. **Bragantina**, v. 68, n. 4, p. 1069-1077. 2009.

COSER, T. R.; RAMOS, M. L. G.; AMABILE, R. F.; RIBEIRO JUNIOR, A. W. Q. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo de serrado com aplicação de fertilizantes nitrogenados. **PAB**, v, 42, n. 3, p. 339-347. 2007.

CRUZ, C. A. F.; CUNHA, A. C. M. C. M.; PAIVA, NEVES, J. C. L..Efeito de macronutrientes sobre o crescimento e qualidade de mudas de canafístula cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. **Rev. Árvore** [online]., vol.35, n.5, pp. 983-995. 2011.

DIMENSTEIN, L.; FARIAS, NETO. JT de. Dados preliminares para a produção de frutos em açaizeiros sob irrigação em terra firme no Estado do Pará. **Fortaleza: Instituto Frutal**, p. 139-144, 2008.

FARIAS NETO, J. T.; RESENDE, M. D. V.; OLIVEIRA, M. S. P. **Seleção simultânea em progênies de açaizeiro irrigado para produção e peso do fruto**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 33, n. 2, p. 532-539, Junho 2011.

HOMMA, A. K. O.;et al. Açaí: novos desafios e tendências. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 1, n. 2, p. 7-23, 2006.

MAIA, P. R.; et al. Reciclagem de nutrientes da palha de sorgo e atributos biológicos do solo na Amazônia oriental. **Ciência e Agrotecnologia**,v. 36, n. 05, p. 518-527. 2012.

MALAVOLTA, E. Fertilidade dos solos da Amazônia. In: VIEIRA, L.S.; SANTOS,P.C.T.C. (Eds.) Amazônia; seus solos e outros recursos naturais. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 374-416, 1987.

MESQUITA, A.P. A força do açaí Paraense. **Rev. Agronegócios/ O liberal**, Ed.1, p.66, 2016.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA,E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.39, n.11, p.1103-1110, nov. 2004.

MUNIZ, L. C.; et al. Atributos biológicos do solo em pastagens de diferentes idades no sistema integração lavoura-pecuária. **PAB**, v. 46, n. 10, p. 1262-1270. 2011.

NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIREDO, F. J. C.; MULLER, A. A. EMBRAPA. **Sistema de Produção 4 – Açaí**. EMBRAPA. Belém (PA), 2005.

OLIVEIRA, M. S. P. **Açaí: técnicas de cultivo e processamento**. / Maria do Socorro Padilha de Oliveira, João Tomé de Farias Neto, Rosinelson da Silva Pena. – Fortaleza: Instituto Frutal, 2007. 104 p.

PIMENTA, J. A.; ROSSI, L. B.; TOREZAN, J. M. D.; CAVALHEIRO, A.L; BIANCHINI, E. Produção de serrapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, p. 53-61. 2011.

RODRIGUES, E. F. G.; BARROS, N. F.; VIANA, A. P.; SANTOS, G. A. Alterações na biomassa microbiana da serrapilheira e do solo, em decorrência da substituição de cobertura vegetal nativa por plantação de eucalipto, em diferentes sítios da região sudeste do Brasil. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p. 1489-1499. 2008.

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

SOUZA, P. J. D. O. P. D.; et al. 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. Ci. Solo**, v. 33, p. 743-755. 2009.

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

2. ARTIGO 1

Título: Avaliação do estoque de carbono e nitrogênio microbiano de um latossolo amarelo nos solos sob cultivo de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) em comparação com a floresta secundária no município de Maracanã-Pará (PA).

Autores: Priscila Fonseca Ferreira¹, Manoel Tavares de Paula, Cristine Bastos do Amarante.

Revista: Scientia Plena (ISSN: 1808 - 27



Avaliação do estoque de carbono e nitrogênio microbiano de um latossolo amarelo nos solos sob cultivo de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) em comparação com a floresta secundária no município de Maracanã-Pará (PA).

Evaluation of the carbon and microbial nitrogen content of a yellow latosol in soils under açai cultivation (*Euterpe oleracea* Mart.) In comparison with the secondary forest in the city of Maracanã-Pará (PA).

P.F.Ferreira^{1*}; M.T. De Paula¹; C. B. AMARANTES²

Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Universidade do Estado do Pará, 66.095-100, Belém-Pará, Brasil¹

Museu Paraense Emílio Goeldi, 66077-830, Belém-Pará, Brasil²

**priscilafonseca.13@hotmail.com*

(Recebido em dia de mes de ano; aceito em dia de mes de ano)

O açazeiro é um importante recurso vegetal por produzir alimentos para as populações da Amazônia, além de ser a principal fonte de matéria-prima para a agroindústria de palmito no Brasil. A biomassa microbiana do solo (BMS) exerce importante função biológica no solo pois atua na decomposição de resíduos vegetais e animais, ciclagem de nutrientes, relações simbióticas, dentre outras. O trabalho objetivou avaliar o estoque de carbono e nitrogênio microbiano de um latossolo amarelo nos solos sob cultivo de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) em comparação com a floresta secundária no município de Maracanã-Pará (PA). A pesquisa foi realizada em propriedade privada de um produtor de açaí do município de Maracanã (PA), onde a amostragem do solo para análise da dinâmica do carbono e nitrogênio da biomassa microbiana foi coletada nos seguintes sistemas de uso da terra: 1) floresta secundária (FS) com aproximadamente vinte anos de idade; 2) plantio de açaí de um ano de idade (A1); 3) plantio de açaí com três anos de idade (A3); 4) plantio de açaí com quatro anos de idade (A4); 5) plantio de açaí com seis anos (A6). O cultivo manejado de açaí em área de terra firme aumentou os teores de CO e NT na camada mais superficial do solo e reduziu as concentrações de CBM e de NBM, em relação a floresta secundária. Os maiores valores do CBM e do NBM no sistema FS, em comparação com o cultivo de açaí demonstram uma melhor ciclagem de nutrientes no sistema com floresta secundária.

Palavras-chave: Amazônia, atributos do solo, ciclagem de nutrientes.

The açazeiro is an important vegetal resource for producing food for the populations of the Amazon, besides being the main source of raw material for the agroindustry of palmito in Brazil. The soil microbial biomass (BMS) exerts an important biological function in the soil because it acts in the decomposition of plant and animal residues, cycling of nutrients, symbiotic relationships, among others. The objective of this work was to evaluate the carbon and microbial nitrogen contents of a yellow latosol in soils under açai cultivation (*Euterpe oleracea* Mart.) In comparison with the secondary forest in the city of Maracanã-Pará (PA). The research was carried out on private property of an açai producer in the municipality of Maracanã (PA), where soil sampling for carbon and nitrogen dynamics analysis of microbial biomass was collected in the following land use systems: 1) secondary forest (FS) with approximately twenty years of age; 2) one year old açai planting (A1); 3) açai planting with three years of age (A3); 4) açai planting with four years of age (A4); 5) planting açai with six years (A6). Cultivated açai cultivation in upland areas increased the CO and NT contents in the most superficial layer of the soil and reduced the concentrations of CBM and NBM in relation to the secondary forest. The higher values of CBM and NBM in the FS system compared to açai crop demonstrate a better nutrient cycling in the secondary forest system.

Keywords: Amazon, soil attributes, nutrient cycling.

1. INTRODUÇÃO

Os solos da floresta Amazônica são caracterizados por acidez elevada, alta saturação por alumínio e baixa concentração de nutrientes [25]. Destacam-se também nos solos da Amazônia uma fertilidade natural muito baixa [39].

Essa fertilidade natural baixa é muito presente no solo característico da floresta Amazônica denominado de latossolo amarelo [28]. Espécies nativas da Amazônia como açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) apresentam pleno desenvolvimento produtivo em solos de várzea que se caracterizam por uma alta fertilidade natural influenciada pelo constante período de cheia proporcionando o enriquecimento de nutrientes destes solos [12].

Atualmente é um consenso da pesquisa que a exuberância da floresta Amazônica em solos de áreas de terra firme depende de uma eficiente ciclagem de nutrientes realizada pelos microorganismos do solo. Nesse sentido a substituição da floresta em áreas de terra firme para a implantação de cultivos agrícolas, como por exemplo de açaí, causa impactos negativos na qualidade do solo, ainda não totalmente explicados pela pesquisa.

Segundo Nogueira (2006) [30], o açaizeiro se destaca, entre os diversos recursos vegetais, pela sua abundância e por produzir, importante alimento para as populações locais, além de ser a principal fonte de matéria-prima para a agroindústria de palmito no Brasil. Entretanto, ainda são poucos os estudos na literatura sobre o comportamento da biomassa microbiana e da fertilidade do solo, sob plantio de açaí com diferentes idades de cultivo em terra firme.

Vários processos-chave do solo no ecossistema, como decomposição de resíduos vegetais e animais, ciclagem de nutrientes, relações simbióticas, dentre outras, ocorrem com a participação da atividade biológica do solo [29]. A biomassa microbiana do solo (BMS), apresenta-se como uma importante características biológica do solo, pois exerce importante papel, principalmente na decomposição e na ciclagem de nutrientes do solo [9]. Além disso a BMS representa a quantidade de carbono que a biomassa microbiana do solo imobiliza em suas células, sendo que por meio de sua avaliação é possível realizar comparações entre solos e mudanças de manejo, avaliando possíveis impactos ambientais (ALVES, 2011) [4].

De acordo com Figueiredo et al. (2007) [14] a biomassa microbiana do solo (BMS) é definida como a parte viva da matéria orgânica do solo (MOS), 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. A BMS é um componente lábil da fração orgânica do solo e representa de 1 a 4 % do C orgânico total do solo e mais de 5 % do nitrogênio total do solo [21].

Além disso a BMS representa o compartimento central do ciclo do carbono (C), do nitrogênio (N) e do fósforo (P) do solo e pode funcionar como compartimento de reserva desses nutrientes ou como catalisador na decomposição da matéria orgânica [40].

Os microrganismos, mesmo representando uma pequena fração do total de matéria orgânica do solo, são responsáveis pelos processos de mineralização, contendo uma quantidade considerável de nutrientes (N, P, S, Zn e Cu) potencialmente disponíveis para as plantas [29].

Considerando que o estabelecimento de diferentes agroecossistemas influenciam diretamente a biota do solo e os processos realizados por ela, segundo Aragão, et al. (2012) [1], recentemente tem crescido na comunidade científica o interesse por indicadores do funcionamento do sistema solo, baseados na atividade microbiana, que sozinhos ou em conjunto com outros indicadores convencionais, podem ajudar a orientar os produtores a manejarem seus solos de forma mais produtiva e sustentável.

Para D'Andrea et al. (2002) [8], considerando a importância dos atributos biológicos para os processos que ocorrem no solo, verifica-se que estudos a respeito da quantidade e atividade da biomassa microbiana podem fornecer subsídios para o planejamento do uso correto da terra.

Nesse contexto o presente trabalho tem por objetivo avaliar os estoques de carbono e nitrogênio microbiano de um latossolo amarelo sob cultivo de Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), com diferentes idades, em comparação com a floresta secundária no município de Maracanã-Pará (PA).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido em latossolo amarelo distrófico no Município de Maracanã (Figura 1), estado do Pará, situado nas coordenadas, Latitude: S 01° 01' 53.9"; Longitude: W 047° 34' 58.4", localizado a 110 km da capital paraense (Belém), com área de 857,2 km², pertencente à Mesorregião do Nordeste Paraense [18].

O solo predominante da área de estudo é o Latossolo Amarelo distrófico (Oxisol) com textura arenosas (Tabela 1). A topografia é caracterizada por relevo de planície plana.

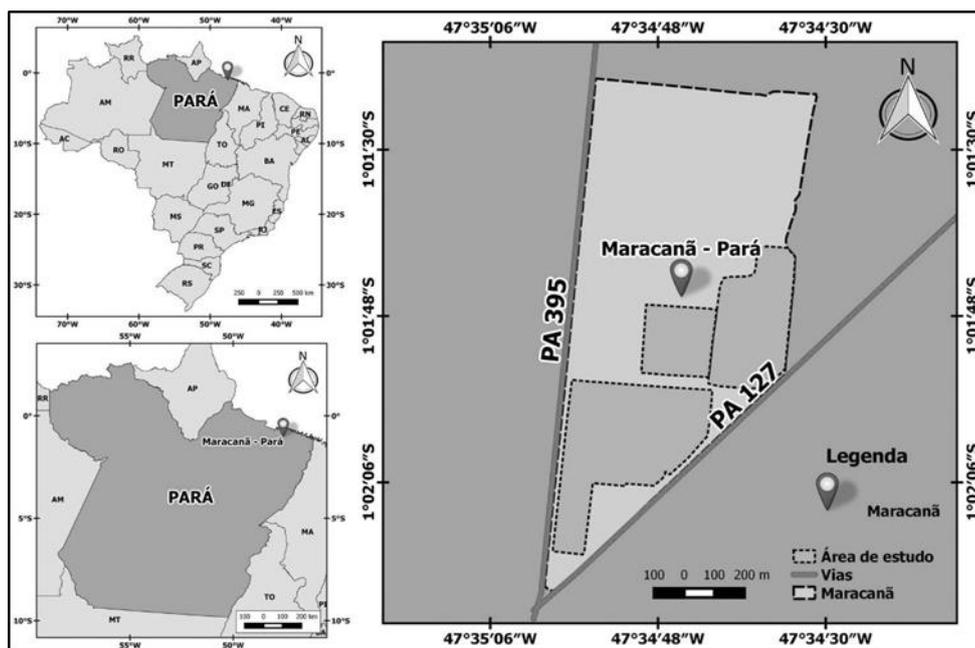


Figura 1: Localização da área de estudo.

O clima predominante da área de estudo é quente e úmido, tropical, possui uma temperatura média de 26°C, com máxima de 34°C e mínima em torno de 19°C. As precipitações estão em torno de 2.000 mm/ano, com maior índice de chuva nos primeiros meses do ano [42].

Tabela 1. Caracterização de um Latossolo Amarelo distrófico, sob plantio de açaí em diferentes idades em comparação com a floresta secundária. FS: floresta secundária; A1: açaí com 1 ano; A3: açaí com 3 anos; A4: açaí com 4 anos; A6: açaí com 6 anos. S: soma de bases; T: capacidade de troca catiônica; V: saturação por bases; V: saturação por alumínio; CO: carbono orgânico total.

Sistemas	pH	CO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V	m	Areia Grossa	Areia fina	Silte	Argila	
	água	g/kg	---mg/dm ³ ---		----- cmol _c /dm ³ -----							%	%	----- g/kg -----			

0-5 cm																	
FS	5,1	5,7	20,0	17,0	1,0	0,3	0,4	2,4	1,3	3,8	35,7	21,4	656	223	55	67	
A1	5,3	6,9	30,5	23,0	1,8	0,6	0,3	2,0	2,4	4,4	55,0	11,0	647	232	91	53	
A3	4,8	10,4	13,3	22,7	1,5	0,5	0,6	2,8	2,0	4,8	42,4	22,9	601	201	78	80	
A4	4,7	7,6	13,0	26,0	1,6	0,6	0,4	2,5	2,2	4,8	46,9	16,3	638	243	94	60	
A6	5,2	11,9	50,3	25,0	3,1	0,8	0,1	2,0	3,9	5,9	65,7	2,5	666	212	71	127	
5-10 cm																	
FS	5,2	6,0	2,7	18,0	0,9	0,4	0,5	2,6	1,4	3,9	34,2	25,7	632	224	65	80	
A1	5,1	9,2	20,7	20,7	1,6	0,6	0,3	2,3	2,2	4,4	49,2	12,1	622	204	86	67	
A3	4,8	13,3	14,3	31,3	1,8	0,6	0,6	2,9	2,5	5,3	46,4	19,5	590	191	85	73	
A4	4,7	7,9	6,7	25,0	1,0	0,5	0,5	2,9	1,6	4,5	34,9	25,4	528	258	85	73	
A6	5,2	8,5	35,0	34,3	1,8	0,6	0,2	2,3	2,5	4,8	51,9	6,3	685	213	80	120	
10-20 cm																	
FS	5,1	7,1	2,0	14,3	0,7	0,4	0,5	2,8	1,1	3,9	28,2	32,6	619	233	101	47	
A1	5,1	8,0	13,0	19,0	1,5	0,4	0,4	2,3	1,9	4,2	45,9	18,5	579	197	90	67	
A3	4,8	13,4	5,7	37,0	1,9	0,6	0,6	3,1	2,6	5,7	45,3	18,8	552	216	96	67	
A4	4,6	8,2	5,7	20,7	1,0	0,4	0,6	3,0	1,5	4,4	32,8	28,1	553	242	59	120	
A6	5,0	7,5	17,7	33,0	1,0	0,3	0,5	2,8	1,3	4,1	32,0	26,2	610	232	82	87	

Coleta e análise das amostras

A pesquisa foi realizada em propriedade privada de um produtor de açaí do município de Maracanã, onde a amostragem do solo para análise da dinâmica do carbono e nitrogênio da biomassa microbiana foi coletada nos seguintes sistemas de uso da terra como mostra a Figura 2: 1) floresta secundária (FS) com aproximadamente vinte anos de idade; 2) plantio de açaí de um ano de idade (A1); 3) plantio de açaí com três anos de idade (A3); 4) plantio de açaí com quatro anos de idade (A4); 5) plantio de açaí com seis anos (A6). Segundo informações do produtor a queimada da floresta secundária foi a base de preparo inicial da terra para as áreas onde foi realizado o plantio do açaí, procedendo-se no entanto com tratamento específico de adubação e irrigação em função da idade dos açaizais. O manejo de adubação utilizada pelo produtor por planta segue as recomendações de análise de solo nas seguintes quantidades: cultivo com 1 ano de idade (150 kg NPK), nas áreas de cultivo de 3 e 4 anos a quantidade de NPK é de 300 kg e nas áreas de cultivo de 6 anos de idade a quantidade é de 625 kg de NPK.

Em cada sistema de uso da terra o solo foi coletado em três profundidades (0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm), com auxílio de um trado pedológico no mês de setembro de 2015, época de colheita do açaí na região. Na Tabela 2 é apresentada a descrição e o histórico de cada área, pela qual foram feitas as coletas para este estudo.

As quantificações dos teores do carbono da biomassa microbiana (CBM) e do Nitrogênio da biomassa microbiana (NBM) foram feitas através do método de irradiação-extração proposto por Vance et al., (1987) [44] adaptado por [19]. Para determinação do (CBM) utilizou-se o método proposto por Tedesco et al. (1995) [43], que usa o dicromato de potássio para oxidar matéria orgânica. A obtenção do NBM foi determinada na mesma solução do CBM.

O Carbono orgânico foi calculado, através da oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico [9]. O N contido nos extratos foi determinado por digestão e destilação pelo método de Kjeldahl. A razão do carbono da biomassa microbiana (CBM) e do carbono orgânico (CO) e a razão do nitrogênio da biomassa microbiana (NBM) e do nitrogênio total (NT) foram determinadas a partir dos teores de CBM, CO, NBM e NT obtidos nas análises efetuadas.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, no esquema fatorial 5x3, sendo cinco os níveis do fator sistemas de uso do solo e três os níveis do fator profundidade do solo. A análise de variância e a comparação entre as médias das variáveis estudadas para os fatores sistemas de uso e profundidade do solo foram feitas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Bio Estat (5.3).

Em cada área de tratamento foram estabelecidas 3 (três parcelas) de 6m x 9m (54 m²), as quais corresponderam à três repetições, de cada parcela foram retiradas 5 amostras simples de solo que formaram uma amostra composta por parcela, as quais corresponderam as repetições, sendo este procedimento feito a cada profundidade

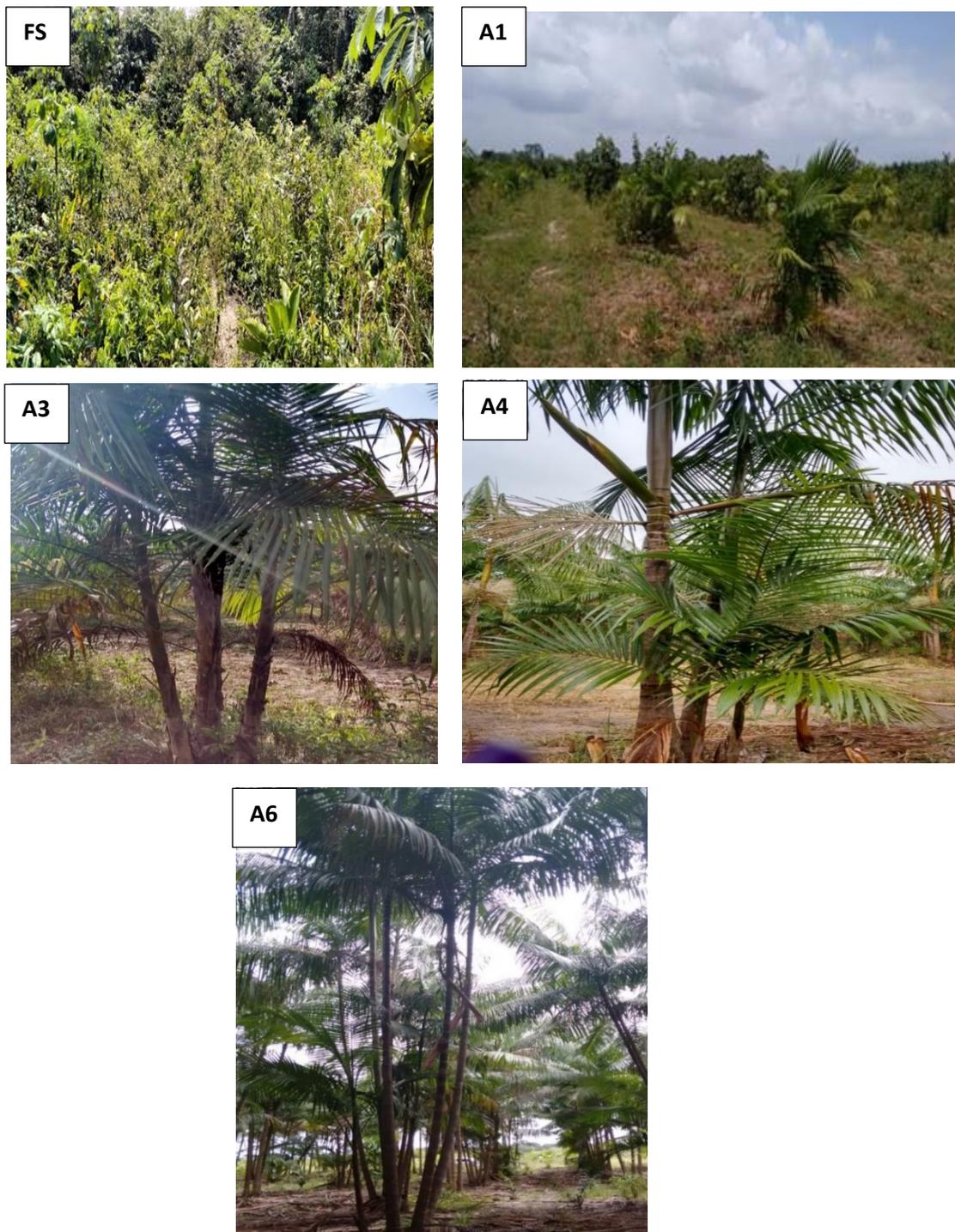


Figura 2 – Áreas experimentais: floresta de capoeira (FS), açaí de um ano (A1), açaí de três anos (A3), açaí de quatro anos (A4) e açaí de seis anos (A6).

Tabela 2 – Histórico do uso do latossolo amarelo distrófico nas áreas sob floresta secundária (FS), plantio de açaí de um ano (A1), plantio de açaí com três anos (A3), plantio de açaí com quatro anos (A4), plantio de açaí com seis anos (A6).

Sistema	Símbolo	Histórico de uso
Floresta secundária	FS	Vegetação secundária típica da floresta amazônica, classificada como arbórea densa de 20 vinte anos, onde anteriormente havia uma floresta nativa à qual foi queimada dando origem a vegetação atual.
Açaí de 1 ano	A1	Área anteriormente sob vegetação secundária que foi preparada através do sistema de queima da vegetação para o plantio de mandioca. Posteriormente a área foi queimada para o cultivo de açaí que atualmente é adubado de 4 em 4 meses com NPK.
Açaí de 3 anos	A3	O preparo da terra para plantio foi realizado através do sistema de queima da floresta secundária, atualmente o sistema recebe adubação com NPK e é irrigado no sistema de gotejamento.
Açaí de 4 anos	A4	O preparo da área foi realizado com a queimada da vegetação secundária, atualmente o plantio é adubado com NPK e irrigação por gotejamento e o solo sob plantio de açaí recebe grande quantidade de matéria orgânica com a queda das folhas. Dessa área o produtor já colhe açaí para comercialização.
Açaí de 6 anos	A6	O preparo da área foi realizado com a queima da vegetação secundária, atualmente o plantio recebe o manejo de adubação (NPK), irrigação por gotejamento e o solo acumula grande quantidade matéria orgânica das folhas que caem das plantas. Dessa área o produtor colhe grande quantidade de frutos de açaí para comercialização.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Carbono orgânico (CO)

Os efeitos isolados dos diferentes sistemas de uso influenciaram nas médias do carbono orgânico do solo (Figura 3). Foram observados maiores valores de carbono orgânico (CO) nos sistemas de açaí de três anos (A3) (11,13 g/kg), no entanto foi encontrada a menor quantidade na floresta secundária (FS) (6,25 g/kg), sendo que o sistema de açaí de três anos (A3) não diferiu significativamente dos sistemas de açaí de um ano (A1) e de seis anos (A6). Durante a pesquisa, observou-se nas áreas de estudo maior quantidade de material vegetal no solo com plantio de açaí do que na floresta secundária, o que provavelmente pode explicar os maiores valores do carbono orgânico (CO) nos solos sob o açaizal. Além disso, esse acúmulo maior de CO no solo dos plantios de açaí pode ter sido causado pela diminuição dos microorganismos no solo durante o manejo do açaí com consequente aumento da matéria orgânica do solo.

De acordo com [32] no estudo de biomassa microbiana em sistemas agroflorestais como indicadores biológicos do solo verificou maiores valores de carbono orgânico no sistema agroflorestal em comparação com a floresta secundária e a pastagem.

Entretanto, Silva et al. (2007) [37] não observaram diferenças significativas na concentração de carbono orgânico em um latossolo amarelo sob arranjo de sistemas agroflorestais e sistemas convencionais, envolvendo cacau, pupunha e açai no município de Marituba (PA).

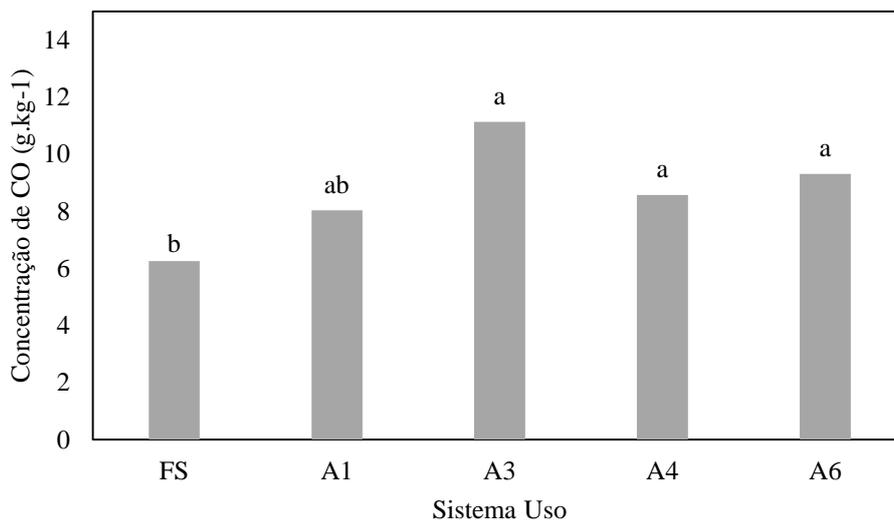


Figura 3 – Médias das concentrações de Carbono Orgânico em latossolo amarelo sob diferentes sistemas de uso do solo no mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados da (Figura 4), representam os valores para carbono orgânico encontrados em diferentes profundidades. Para todos os sistemas de uso os maiores valores para carbono orgânico foram obtidos na camada mais superficial do solo na profundidade de 0-5 cm (9,51 g/kg), sem diferenças significativas entre as profundidades.

O estudo de [31] também não verificou diferença significativa nos valores de carbono orgânico, com relação a profundidade estudando a biomassa microbiana em sistemas agroflorestais. Contudo, [35] observou maiores valores de carbono orgânico na camada mais superficial, em solos de pousio, sendo 60% superior em comparação com outros sistemas de cobertura vegetal.

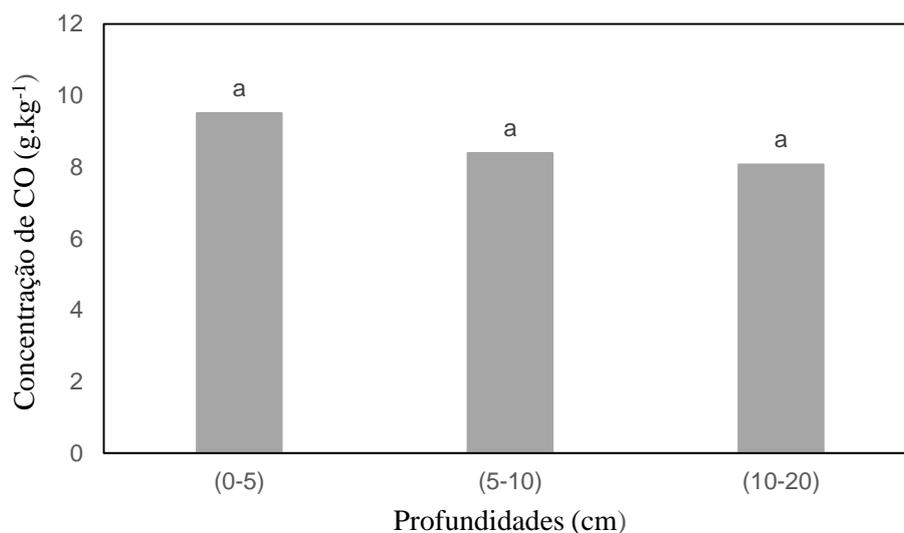


Figura 4 – Médias dos valores de Carbono Orgânico em latossolo amarelo em diferentes profundidades do solo mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nitrogênio total (NT)

Os efeitos isolados dos diferentes sistemas de uso do solo não influenciaram no nitrogênio do solo (Figura 5). No entanto foram observados maiores valores de N nos sistemas A3 (0,89 g.kg⁻¹) e menor quantidade na FS (0,78 g.kg⁻¹), não havendo diferença significativa entre os sistemas. Os maiores valores do nitrogênio no solo sob cultivos de açaí foi, provavelmente, influenciado pelo maior aporte de matéria orgânica provenientes dos açaizais, bem como pode estar relacionado com a adubação nitrogenada realizada na área para manter a produção do cultivo.

Os resultados da pesquisa são semelhantes com os de Rodrigues et al. (2008) [34] em estudo de alterações da biomassa e na atividade microbiana em plantações de eucalipto, onde o NT foi maior nos plantios de eucalipto de diferentes idades em comparação com as coberturas florestais.

Estudo realizado sobre evidência de acumulação de nutrientes no subsolo em agroecossistemas na Amazônia Oriental mostrou que a queima da floresta secundária provoca a perda de 96-98% do nitrogênio, demonstrando que grande parte é perdida por gasificação e uma pequena parte é perdida por lixiviação após a queima (SOMMER et al., 2004) [39].

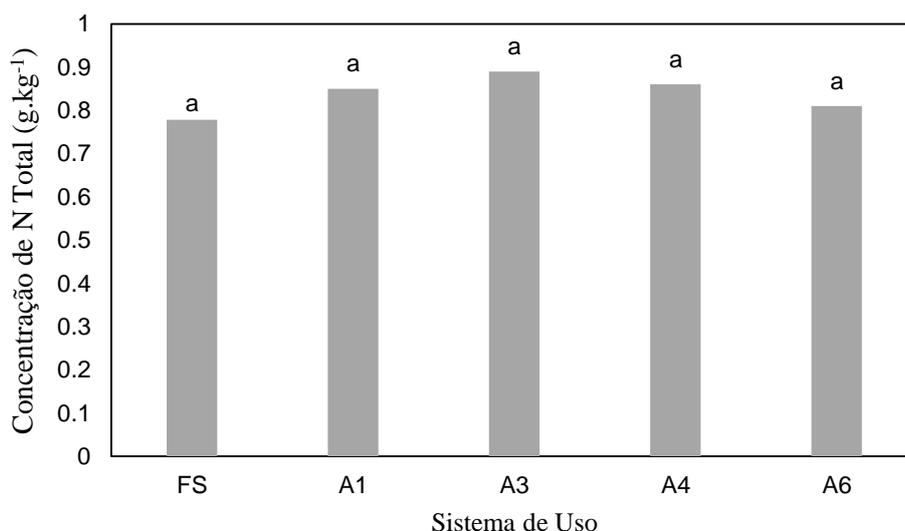


Figura 5 – Médias de valores de Nitrogênio Total (NT) em latossolo amarelo em diferentes sistemas de uso do solo no mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados da Figura 6, representam os valores para nitrogênio total (NT) encontrados em diferentes profundidades. Para todos sistemas de uso os maiores valores para NT foram obtidos na camada mais superficial do solo na profundidade de 0-5 cm com (0,89 g.kg⁻¹), em comparação com a profundidade de 10-20cm (0,84 g.kg⁻¹), porém não diferindo da profundidade de 5-10 cm (0,78 g.kg⁻¹).

Considerando que nas camadas superficiais há maior concentração de matéria orgânica provavelmente este fato pode explicar o maior acúmulo de nitrogênio no solo na camada de 0-5 cm. Freixo et al., (2002) [16] estudando estoques de carbono e nitrogênio do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo constatou que a concentração de NT nos diversos tratamentos diminuiu conforme o aumento da profundidade o que deve-se ao fato de maior parte dos resíduos orgânicos ficarem depositados na superfície do solo resultante do acúmulo de matéria orgânica.

Corroborando com os resultados da pesquisa, Magalhães et al. (2013) [24] analisando estoque de nutrientes sob diferentes sistemas de uso do solo em Colorado do Oeste (RO) constatou que o NT foi maior na camada de 0-5 cm havendo redução nas maiores profundidades.

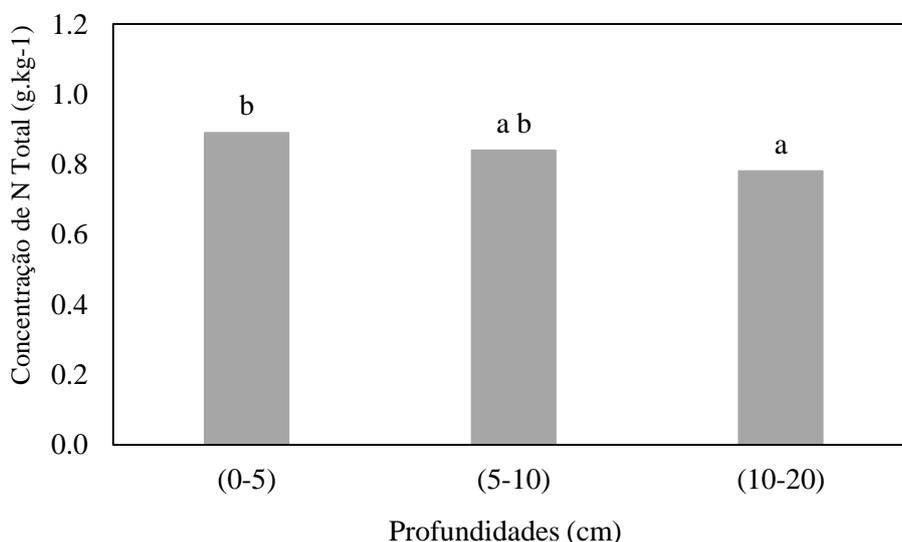


Figura 6 – Médias dos valores de Nitrogênio Total (NT) em latossolo amarelo em diferentes profundidades do solo mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Carbono da biomassa microbiana (CBM)

Na Figura 7, estão apresentadas as médias das concentrações da biomassa microbiana, sob os efeitos dos sistemas de uso. Os efeitos isolados dos sistemas nos diferentes tratamentos influenciaram no CBM. A FS apresentou maiores valores de CBM ($868,28 \mu\text{g.g}^{-1}$), em comparação com os sistemas A3 ($511,03 \mu\text{g.g}^{-1}$), A4 ($582,03 \mu\text{g.g}^{-1}$) e A6 ($541,79 \mu\text{g.g}^{-1}$), entretanto não apresentou diferença significativa com relação ao sistema A1 ($679,97 \mu\text{g.g}^{-1}$) entre os diferentes tratamentos. Considerando que a FS é um sistema mais estável em comparação com os plantios manejados de açaí, pode-se inferir que está havendo uma maior ciclagem de nutrientes na FS com maior acúmulo de carbono nos microorganismos do solo provocando elevação nos teores do CBM.

Resultados semelhantes aos deste trabalho foram reportados por Mendes et al. (1999) [27] que observaram teores mais elevados de carbono da biomassa microbiana no solo do cerrado, sistema mais estável, em comparação com o solo do cerrado manejados sob plantio direto e plantio convencional.

Barreto et al. (2008) [6] estudando o carbono da biomassa microbiana em plantações de eucalipto com diferentes idades em comparação com a floresta nativa verificaram maiores teores de C microbiano na floresta, sugerindo que a serapilheira da floresta é uma reserva importante de C microbiano.

Segundo D'Andréa et al. (2002) [8] a maior diversidade de espécies vegetais na floresta nativa favorece a sobrevivência e crescimento de diferentes grupos de microrganismos no solo, além de que nesse sistema há ausência de perturbações decorrentes de atividades antrópicas, contribuindo para a existência de maiores teores de biomassa microbiana. Os resultados acima mencionados confirmam os resultados da pesquisa na qual foram observados menores teores de CBM nos solos sob sistemas manejados com açaí em comparação com a floresta secundária.

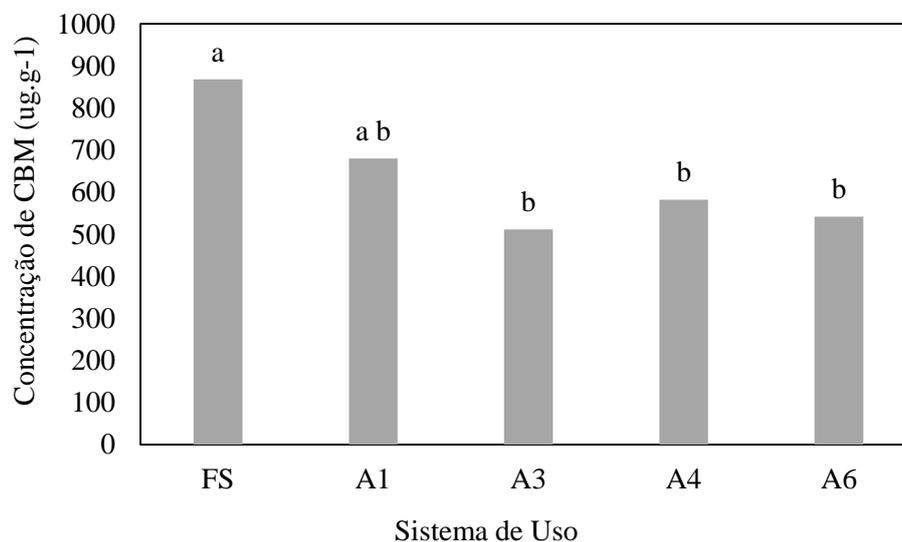


Figura 7 – Médias de valores de Carbono da Biomassa Microbiana em latossolo amarelo em diferentes sistemas de uso do solo no mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 8, encontram-se as médias para o carbono da biomassa microbiana (CBM) no solo em diferentes profundidades. O CBM apresentou maiores valores nos primeiros centímetros

do solo ($665 \mu\text{g.g}^{-1}$), sem no entanto demonstrar diferença significativa entre as diferentes profundidades.

Estudo de [32], também não observou diferença significativa na concentração de CBM em sistemas agroflorestais comparado com capoeira, com relação as profundidades do solo, porém Luizão et al.(1999) [22] verificaram maiores percentuais de CBM na camada superficial do solo em pastagem após derrubada e queima da floresta na Amazônia central.

Outros autores em diferentes continentes como [21]; Alvarez et al., 1997[3]; Salinas-Garcia et al., 1997[35]; Balota et al., 1998 [5] em estudos sobre a biomassa microbiana do solo descrevem resultados semelhantes aos desta pesquisa, onde apontam os maiores teores de carbono da biomassa microbiana nas camadas superficiais de solos em comparação com as camadas mais profundas.

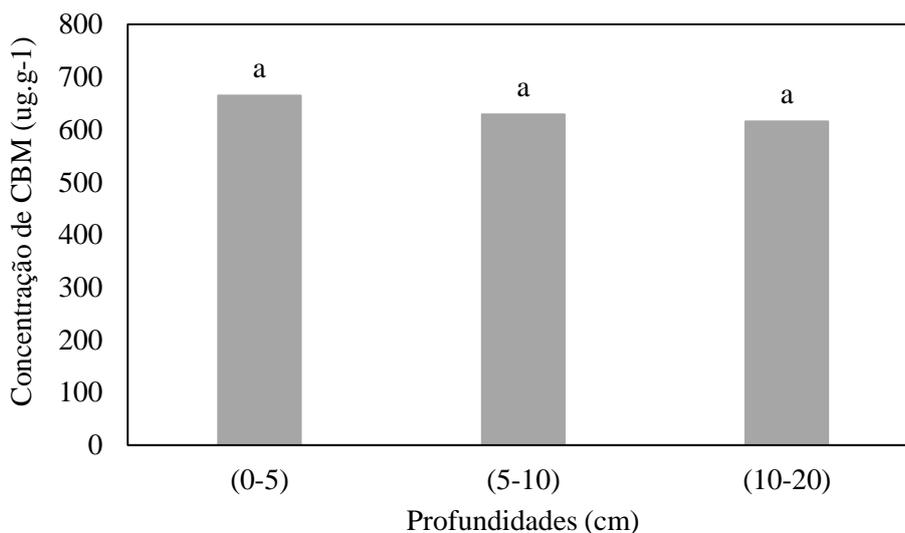


Figura 8 – Médias dos valores de Carbono da Biomassa Microbiana em latossolo amarelo em diferentes profundidades do solo mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Razão carbono da biomassa microbiana (CBM) / carbono orgânico (CO)

A razão CBM/CO seguiu a mesma tendência apresentada pelos resultados do carbono da biomassa microbiana. Avaliando-se os efeitos dos diferentes sistemas de uso do solo sobre a razão CBM/CO (Figura 9) foram observados maiores valores na FS (5,88%), em comparação com os sistemas cultivados com açaí, os quais não diferiram significativamente entre si. Os valores da razão CBM/CO, indicam que os microorganismos presentes no solo da FS estão realizando uma ciclagem mais eficiente do CO em comparação com os plantios de açaí.

Colaborando com os resultados da pesquisa, Geraldtes et al. (1995) [17] observaram maiores valores da razão CBM/CO em um solo sob mata natural, em comparação com solo sob diferentes sistema de uso, como pastagem e cultura do algodoeiro, resultados atribuídos ao pisoteio e manejo do cultivo do algodão.

Barreto et al. (2008) [6] comparando a floresta nativa com plantios de eucalipto de diferentes idades não observaram diferenças significativa para a razão de CBM / CO entre os sistemas.

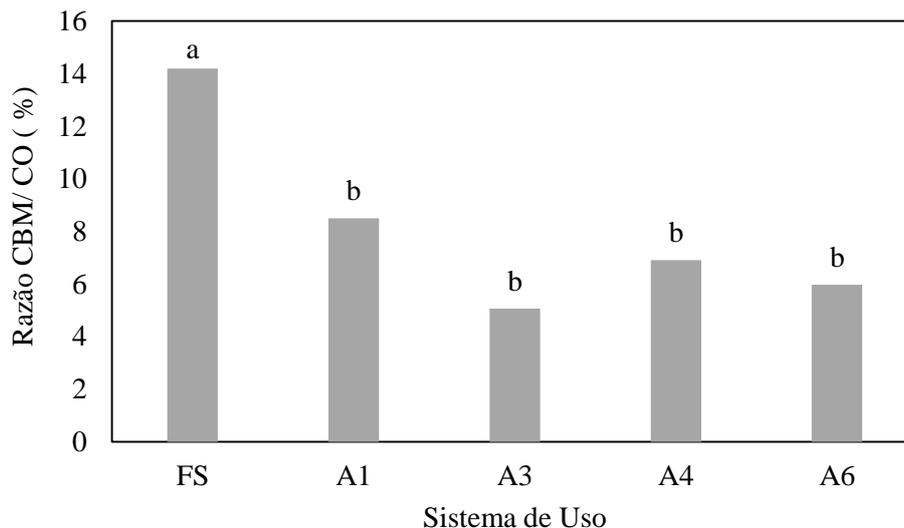


Figura 9 – Médias dos valores da Razão de Carbono da Biomassa Microbiana/ Carbono orgânico em latossolo amarelo em diferentes sistemas de uso do solo no mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados das médias da razão CBM/CO determinados em função da profundidade do solo em diferentes sistemas de uso encontram-se na Figura 10. Para a razão CBM/CO o efeito isolado dos diferentes tratamentos não influenciou significativamente os resultados observados entre as diferentes profundidades. Os valores encontrados no trabalho foram superiores aos obtidos por Cerri et al. (1985) [7] em camadas superficiais de solos de floresta primária (1,3%) e em solo de capoeira de três anos de pousio (1,42%).

Maiores valores da razão CBM/CO na camada superficial foram observados por Fonseca et al. (2007) [15] estudando os atributos de latossolo vermelho de uma área de cerradão como referência, em comparação com duas rotações de cultura, feijão/soja + braquiária/feijão (F/S+B/F) e feijão/milho + braquiária/feijão (F/M+B/F).

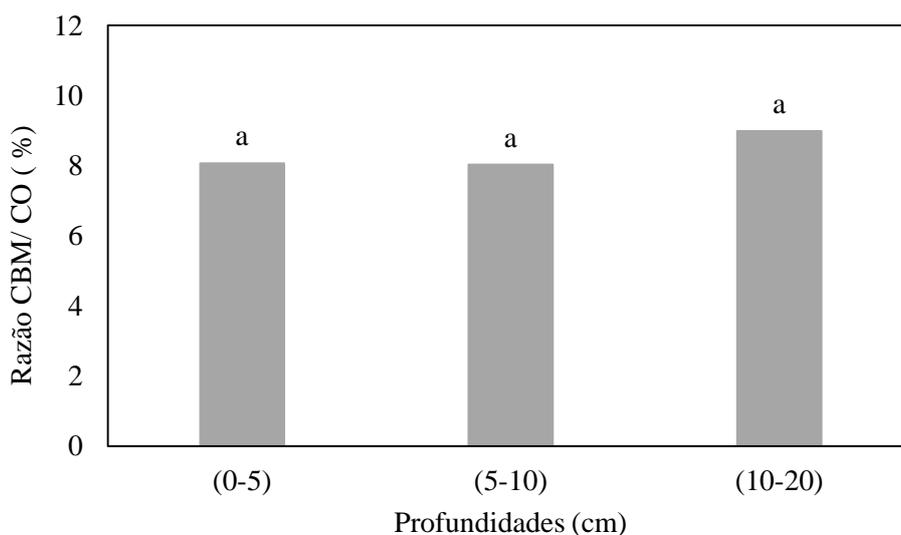


Figura 10 – Médias dos valores da Razão de Carbono da Biomassa Microbiana/ Carbono orgânico em latossolo amarelo em diferentes profundidades do solo mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nitrogênio da biomassa microbiana (NBM)

Os efeitos isolados dos diferentes sistemas de uso influenciaram no NBM do solo (Figura 11). Foram observados maiores valores de NBM na FS ($201,18 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e menores quantidades no sistema de A6 ($42,96 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), sendo que a FS não diferiu significativamente dos sistemas A1, A3 e A4, verificando-se ainda que o sistema A4 apresentou resultados semelhantes ao sistema A6. A maior estabilidade da floresta secundária em comparação aos sistemas cultivados de açaí manejados com adubação e irrigação, provavelmente propiciou uma maior quantidade de NBM na floresta em função da maior ciclagem de com acumulação de nitrogênio na biomassa microbiana do solo.

Os resultados da pesquisa são semelhantes aos de Fernandes et al. (2011) [13] que observaram maiores valores NBM na floresta em comparação com o solo de uma área degradada revegetada com tamboril no sul do Piauí.

Aragão et al. (2012) [1] estudando os indicadores de qualidade do solo sob alternativas de recuperação do solo no Nordeste Paraense, observaram que o NBM se manteve constante na FS (capoeira) em comparação com diferentes sistemas de uso da terra com feijão-deporco.

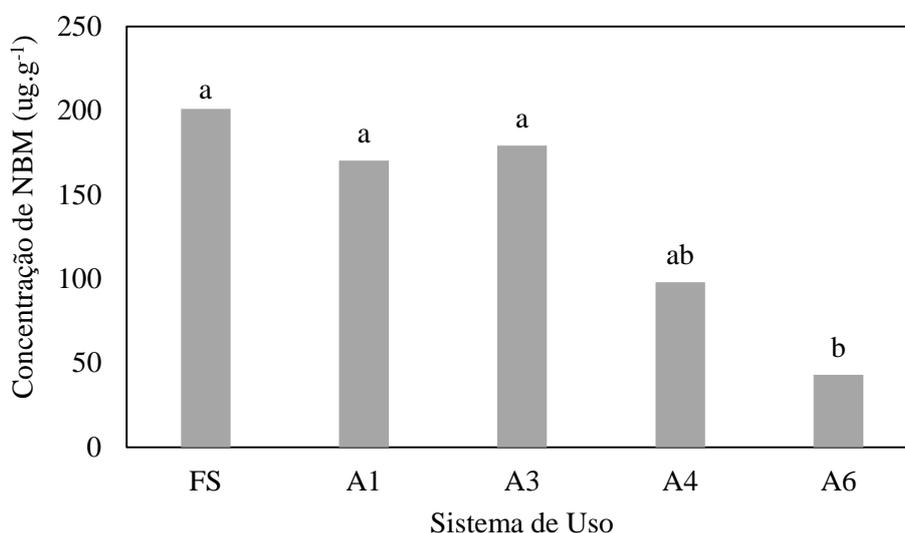


Figura 11 – Médias dos valores de Nitrogênio da Biomassa Microbiana em latossolo amarelo em diferentes sistemas de uso do solo no mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados apresentados na (Figura 12), mostram o comportamento do nitrogênio da biomassa microbiana (NBM) em função das diferentes profundidades do solo. Observou-se um aumento significativo nos teores de NBM, na medida em que houve o aumento da profundidade do solo, sendo que os valores mais elevados foram na profundidade de 10-20 cm ($150,73 \mu\text{g}/\text{g}$). Perez et al. (2005) [31] observaram que não houve diferenças significativas nos teores de NBM em diferentes profundidades em solos não perturbados (cerrado) em comparação com sistema de semeadura direta, uma gradagem, subsolagem e duas gradagem.

Em estudo sobre atributos microbiológicos do solo na cultura da cana-de-açúcar sob manejo orgânico e convencional feito por Evangelista et al. (2013) [11] as taxas de NBM foram maiores nas camadas superficiais diminuindo de acordo com a profundidade resultados estes opostos aos resultados encontrado neste estudo onde o estoque de NBM foram maiores nas camadas de 10-20.

Maciel et al. (1996) [25] em estudo com Nitrogênio da biomassa microbiana de solos hidromórficos e latossolos observaram maiores valores de NBM na profundidade de 0-20 cm

mostrando que o estoque de NBM foi maior nas maiores profundidades concordando com este estudo.

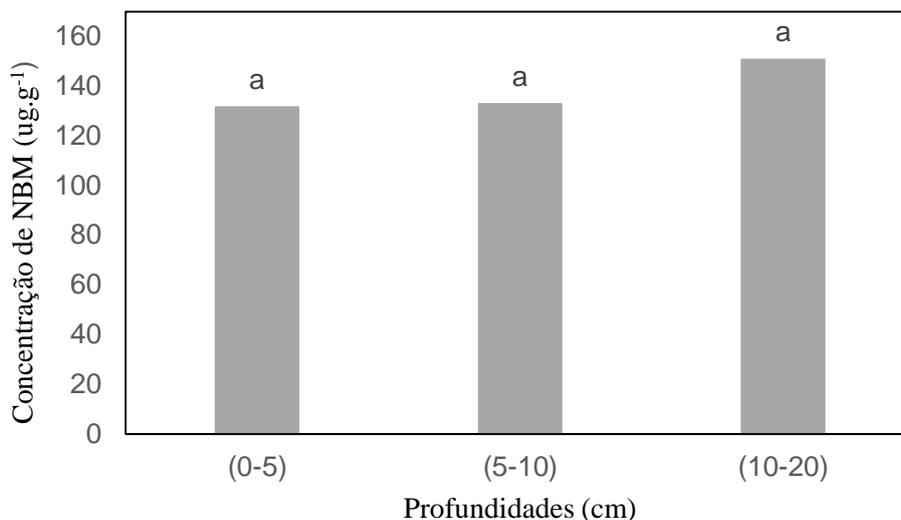


Figura 12– Médias dos valores de Nitrogênio da Biomassa Microbiana em latossolo amarelo em diferentes profundidades do solo mês de setembro, 2015 Maracanã, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Razão nitrogênio da biomassa microbiana (NBM)/ nitrogênio total (NT)

As Médias da razão NBM/N Total nos diferentes sistemas estudados (Figura 13) mostraram maiores valores médios na FS em comparação com os sistemas A4 e A6, entretanto a FS não diferiu significativamente dos sistemas A1 e A3 que apresentaram resultados semelhantes aos do sistema A4. Os maiores valores da razão NBM/N Total no solo da FS em comparação com o solos sob manejo de açaí indica uma menor condição e estresse dos microorganismos no solos da floresta com melhor utilização do nitrogênio do solo [40].

Fernandes et al. (2011) [13] analisando o carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo de uma área degradada revegetada com tamboril no sul do Piauí observaram que a razão de NBM/NT diferiu significativamente entre áreas revegetadas com Tamboril áreas de floresta e a degradada, onde os maiores valores de NBM/NT foram observados nas áreas de floresta, segundo este apesar da disponibilidade de nitrogênio no solo da área revegetada por Tamboril a biomassa microbiana não foi eficiente em imobilizar o nitrogênio comparado as demais áreas corroborando com os resultados deste estudo.

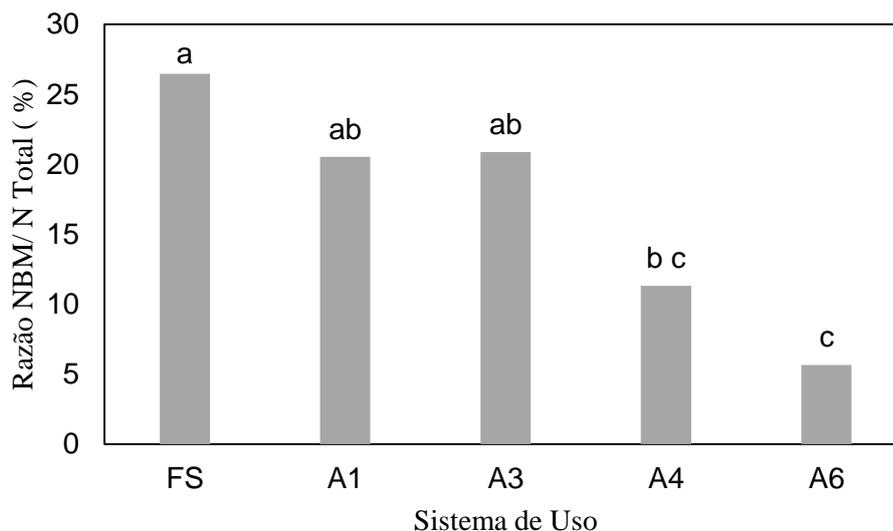


Figura 13 – Médias de valores da Razão NBM/N Total em latossolo amarelo em diferentes sistemas de uso do solo no mês de setembro, 2015 Maracaná, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na (Figura 14), encontram-se as médias dos valores da razão do NBM/N Total, no solo em diferentes profundidades. A Razão NBM/N Total apresentou maiores valores na profundidade de 0-20 cm do solo, porém sem demonstrar diferença significativa entre as diferentes profundidades.

Valores semelhantes de NBM/NT foram encontrados no estudo de [30] sobre nitrogênio, carbono e agregação do solo sob sistemas de uso no Território do Caparaó (ES) onde os maiores valores da relação de NBM/NT foram para profundidade de 10-20 cm resultados que corroboram com este estudo.

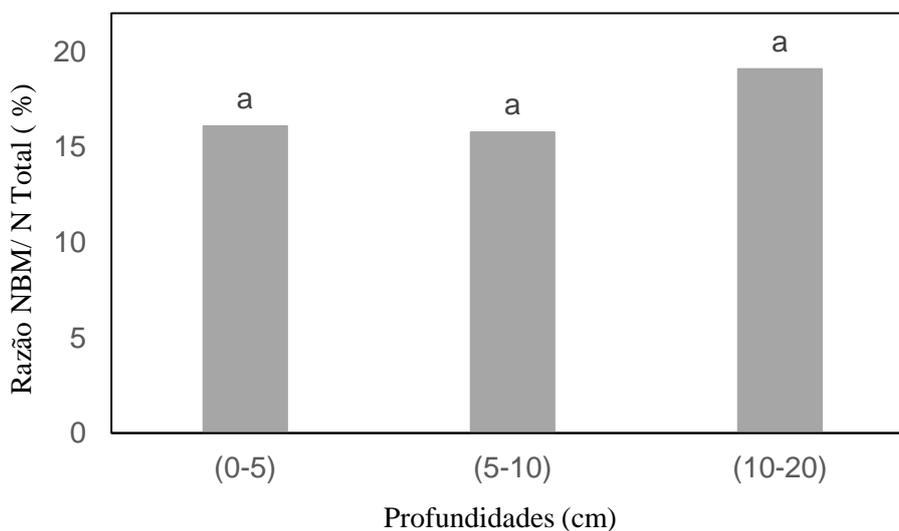


Figura 14 – Médias dos valores da Razão NBM/N Total em latossolo amarelo em diferentes profundidades do solo mês de setembro, 2015 Maracaná, Pará. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. CONCLUSÃO

A camada superficial do solo sob cobertura dos sistemas de açaí apresentou maiores teores de carbono orgânico (CO) e de nitrogênio total (NT) em comparação com a FS, provavelmente em função da grande quantidade de detritos vegetais lançados no solo pelas plantas de açaí. Considerando que o manejo do açaí, irrigação e adubação, bem como o pequeno período de implantação pode ter influencia na redução da mineralização da matéria orgânica do solo.

O manejo do cultivo de açaí, irrigação, adubação, colheita, capinas influenciaram na biomassa microbiana do solo, o que provavelmente contribuiu para a obtenção dos maiores valores do CBM e do NBM na FS, sistema em maior equilíbrio, em comparação com o sistema cultivado com açaí, indicando que está ocorrendo uma mais eficiente ciclagem de nutrientes na FS.

Os valores obtidos para a razão CBM/CO e NBM/N Total mostraram maior mineralização da matéria orgânica no sistema FS em comparação com os sistemas sob cultivo de açaí, indicando maior acúmulo de carbono e de nitrogênio na biomassa microbiana desses sistemas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAGÃO, D. V.; et al. Evaluation of soil quality indicators under soil reclamation alternatives in Northeastern Pará State. *Acta Amazônica*, v. 42, p. 11-18, 2012.
2. ASSIS, E.P.A.; et al. Efeito da Aplicação de Nitrogênio na Atividade Microbiana e na Decomposição da Palhada de Sorgo em Solo de Cerrado sob Plantio Direto. *Pesq. Agropec. Tropical*, v.33, p. 107-112, 2003.
3. ALVAREZ, C.R.; et al. Associations between organic matter fractions and the active soil microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.*v30, p.767-773, 1997.
4. ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejo. *Acta Scientiarum*. Agronomy Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011.
5. BALOTA, E.L.; et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *R. Bras. Ci. Solo*, v.22,p.641-649, 1998.
6. BARRETO, P.A.B., et al. Atividade microbiana, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em plantações de eucalipto, em seqüência de idades. *R. Bras. Ci. Solo*, v.32, p.611-619, 2008.
7. CERRI, C. C.; VOLKOFF, B.; EDUARDO, B. P. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em Latossolo Amarelo da Amazônia. *Rev. Bras. Ci. Solo*, n.9, p.01-14, 1985.
8. D'ANDRÉA, A. F.; et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no Sul do estado de Goiás. *Rev. Bras. Ci. Solo*, n.26, p.913-923, 2002.
9. DORAN, J. W. & D. M. LINN. Microbial ecology of conservation management systems. p 3-21. In J. L. Hatfield & B. A. Stewart (Ed.). *Soil Biology: Effects on soil quality*. Adv. Soil Sci. CRC Press Inc. 353 p, 1994.
10. EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo/ Centro Nacional de Pesquisa de Solos-2.ed.rev.atual.- Rio de Janeiro, 212p, 1997.
11. EVANGELISTA, C.R.; et al. Atributos microbiológicos do solo na cultura da cana-de-açúcar sob manejo orgânico e convencional Microbiological attributes of soil in the culture of cane sugar in organic and conventional management. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1549-1562, 2013.
12. FAJARDO, J.D.V; SOUZA , L. A. G; ALFAIA,S.S. Características químicas de solos de várzeas sob diferentes sistemas de uso da terra, na calha dos rios baixo Solimões e médio Amazonas. *Acta Amazônica*, v.39, n.4, p. 731 – 740, 2009.
13. FERNANDES, M.M.; et al. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana e do solo de uma área degradada revegetada com tamboril no sul do Piauí. *Rev.C.E.F*, V.18, N.1. 2011.
14. FIGUEIREDO, C. C., et al. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em resposta a diferentes sistemas de manejo em um latossolo vermelho no cerrado. *R. Bras. Ci. Solo*, V.31, p.551-562, 2007.
15. FONSECA, G.C., et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Vermelho distrófico de Cerrado sob duas rotações de cultura. *Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)*, v. 37, n. 1, p. 22-30, 2007.

16. FREIXO, A. A.; et al. Estoque de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. *R. Bras. Ci. Solo*, 26:425-434, 2002.
17. GERALDES, A.P.A.; CERRI, C.C; FEIGL, B.J. Biomassa microbiana de solo sob pastagens na Amazônia. *R. Bras. Ci. Solo*, 19:55-60, 1995.
18. IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Flora das restingas do litoral norte da Bahia costa dos coqueiros e Salvador. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeto Flora/Fauna-UE/BA, herbário RADAMBRASIL. p.137, 2010.
19. ISLAM, K.R.; WEIL, R.R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. *Biology and Fertility of Soils*, v. 27, p. 408-416, 1998.
20. JENKINSON, D.S; POWLSON, D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil: A method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.*, V.8, p.209-213, 1976.
21. LYNCH, J.M; PANTING, L.M. Cultivation and the soil biomass. *Soil Biol. Biochem.*v.12, p.29-33, 1980.
22. LUIZÃO, R.C.C.; et al. Mudanças na biomassa microbiana e nas transformações de nitrogênio do solo em uma sequência de idades de pastagem após a derruba e queimada floresta na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, v.29, n.1, p. 43-56, 1999.
23. MATOS, F.; et al. Teores de Nutrientes do Solo sob Sistema Agroflorestal Manejado com e sem Queima no Estado do Pará. *Ver. Floresta e Ambiente* v.19, p.257-266, 2012.
24. MAGALHÃES, S.S et al. Estoque de nutrientes sob diferentes sistemas de uso do solo de Colorado do Oeste-RO. *Acta Amazônica*, V.43, n.1,p.63– 72.2013.
25. MACIEL, M.M.F et al. Nitrogênio da biomassa microbiana de solos hidromórficos e Latossolos do Cerrado de Planaltina (DF). *Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*, v. 22, p. 556-557,1996.
26. MAIA, M.A.M.; MARMOS, J.L. Programa Geologia do Brasil/Levantamento da Geodiversidade - Manaus, 275 p, 2010.
27. MENDES, I.C; et al. Biomassa C e atividade microbiana em solos de cerrado sob plantio direto e plantio convencional. Planaltina, 1999. 5p. (Pesquisa em andamento – EMBRAPA Cerrados, 5).
28. MOREIRA,A.; MALAVOLTA,E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.39, n.11, p.1103-1110, nov. 2004.
29. MOREIRA, F. M. S. & J. O. SIQUEIRA. *Microbiologia e bioquímica do solo*. UFLA, Lavras. 626 p., 2002.
30. NOGUEIRA,O.L. Sistema de Produção do Açaí. Embrapa Amazônia Oriental/Versão eletrônica, v.4, 2ªed, 2006.
31. PEREZ, K.; et al. Nitrogênio da Biomassa microbiana em solo cultivado com soja, sob diferentes sistemas de manejo, nos cerrados. *Pesq. Agropec.bras.* Brasília, DF, V.40, n.2, p 137-144. 2005.
32. RIBEIRO, J. J. Nitrogênio, carbono e agregação do solo sob sistemas de uso no território do Caparaó-ES. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.
33. RODRIGUES, R.C. Biomassa Microbiana e acúmulo de liteira em sistemas agroflorestais composto por meliáceas utilizadas como indicadores biológicos de qualidade de solo. *Dissertação (Doutorado em Ciências Agrárias)-Universidade Rural da Amazônia*, p.109, 2006.
34. RODRIGUES,E.F.da.G.; et al. Alterações na biomassa e na atividade microbiana da serapilheira e do solo, em decorrência da substituição de cobertura florestal nativa por plantações

de eucalipto, em diferentes sítios da região sudeste do Brasil. R. Bras. Ci. Solo, V.32, n.14, p.89-1499.2008.

35. SALINAS-GARCIA, J.R.; HONS, F.M; MATOCHA, J.E. Long-term effects of tillage and fertilization on soil organic matter dynamics. Soil Sci. Soc. Am. J., v.1, p. 152-159, 1997.

36. SANTOS, M.J.C. Viabilidade econômica em sistemas agroflorestais no estado do Amazonas: um estudo de caso. Tese (Doutorado). UFV, 158 f, 2004.

37. SILVA, G.R.; et al. Carbono e Nitrogênio da biomassa microbiana como indicadores ambientais de um latossolo amarelo sob diferentes sistemas de manejo, Marituba, Pará. Rev.ciênc. agrár, n.48,p.71-48, 2007.

38. 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, v. 39, p.591-600, 2009.

39. SOMMER, R., et al. Nutrient balance of shifting cultivation by burning or mulching in the Eastern Amazon- evidence for subsoil nutrient accumulation. Nutrient Cycling in Agroecosystems 68: 257-271, 2004.

40. SOUZA, E.D.; et al. Biomassa Microbiana do Solo Em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária em Plantio Direto, Submetido a Intensidades de Pastejo. Rev. Bras. Ci. Solo,v.34, p.79-88, 2010.

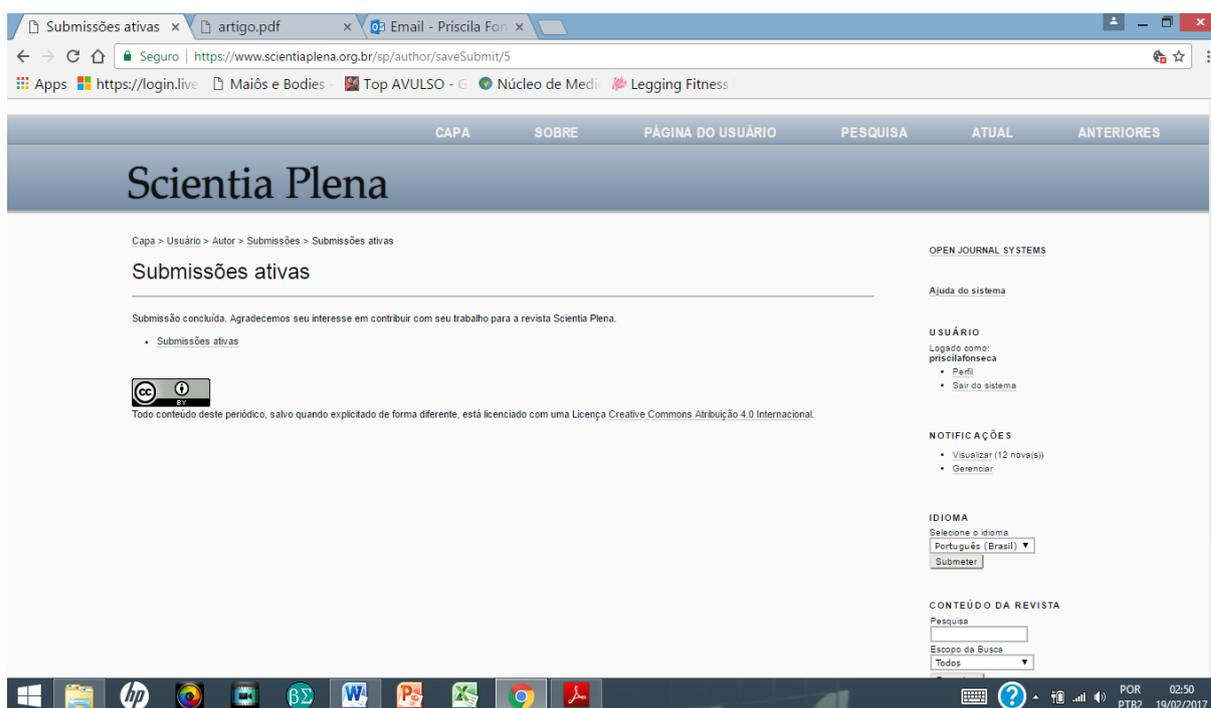
41. SOUZA, I.M.Z. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo em áreas reflorestadas comparadas ao campo e mata nativa no Planalto dos Campos Gerais, SC. Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2005, 61p. (Dissertação de Mestrado).

42. SUDAM-Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia. Atlas climatológico da Amazônia brasileira. SUDAM, v. 39, p. 1-125, 1984.

43. TEDESCO, M.J., VOLKWEISS, S.J., BOHNEN, H. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, p.174, 1995.

44. Vance, E.D.; Brookes, P.C; Jenkinson, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass-C. Soil Biology & Biochemistry, v. 19, p.703-707.1987.

ANEXOS



Diretrizes para Autores (www.scientiaplena.org.br)

A submissão deve estar em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF (desde que não ultrapasse 2MB). O arquivo deve ser preparado de acordo com o modelo que consta no artigo-exemplo: http://scientiaplena.org.br/public/journals/1/Modelo_Artigo_2015.docx

Um TUTORIAL com orientações para auxiliar o processo de submissão pode ser acessado em <http://www.scientiaplena.org.br/Tutorial.pdf>

São aceitos artigos em Português, Inglês ou Espanhol.

No ato de envio do artigo o autor deve obrigatoriamente:

1) Indicar a área do conhecimento, de acordo com a lista a seguir, e uma subárea, de preenchimento livre.

Grandes áreas do conhecimento:

Ciências Agrárias

Ciências Biológicas

Ciências da Saúde

Ciências Exatas e da Terra

Ciências Humanas, Letras e Artes

Ciências Sociais Aplicadas

Engenharias e Computação

Multidisciplinar

2) Indicar três nomes de avaliadores (nome completo, email e instituição em que trabalha) para a submissão. Os avaliadores indicados devem ser pesquisadores de reconhecida competência no tema do trabalho e que não tenham participado do desenvolvimento do artigo submetido. **Não indicar avaliadores da mesma instituição de origem do(s) autore(s) da submissão, visando evitar conflito de interesses. Editores da revista Scientia Plena não deverão ser indicados para a avaliação.**

Trabalhos que utilizaram seres humanos como objeto de estudo ou realizaram experimentação animal devem indicar no texto o número da aprovação do projeto pelos respectivos Comitês de Ética. Estudos que envolvem a aplicação de questionários devem informar se foi utilizado o “Termo de consentimento livre e esclarecido”. Estudos com captura e/ou coleta de grupos biológicos devem indicar o número da licença de autorização para atividades com finalidade científica (SISBIO ou órgão estadual).

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. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista.
2. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF (desde que não ultrapassem 2MB). O arquivo de texto principal não deve ser submetido em .pdf.
3. O arquivo está preparado de acordo com os padrões de estilo e requisitos bibliográficos que constam no artigo-exemplo: http://scientiaplena.org.br/public/journals/1/Modelo_Artigo_2015.docx
4. Indicar, no campo de Comentários ao Editor, área e subárea do conhecimento do trabalho.
5. Indicar, no campo de Comentários ao Editor, três possíveis avaliadores para a submissão (nome completo, email e instituição em que trabalha).

Declaração de Direito Autoral

Autores que publicam nesta revista concordam com os seguintes termos:

1. Autores mantêm os direitos autorais e concedem à revista o direito de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution](#) que permite o compartilhamento do trabalho com reconhecimento da autoria e publicação inicial nesta revista.
2. Autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não-exclusiva da versão do trabalho publicada nesta revista (ex.: publicar em repositório institucional ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial nesta revista.
3. Autores têm permissão e são estimulados a publicar e distribuir seu trabalho online (ex.: em repositórios institucionais ou na sua página pessoal) a qualquer ponto antes ou durante

o processo editorial, já que isso pode gerar alterações produtivas, bem como aumentar o impacto e a citação do trabalho publicado.

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.

Taxas para autores

Este periódico cobra as seguintes taxas aos autores.

Publicação de artigo: 200,00 (BRL)

Caso o manuscrito submetido seja aceito para publicação, será necessário o pagamento de uma Taxa de Publicação de Artigo para auxiliar nos custos de publicação.

Terá desconto na taxa de submissão:

- 1) Sócio adimplente da Associação Sergipana de Ciência
- 2) Avaliador que tenha emitido parecer solicitado pela revista

