

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



Bruna Stefanny das Neves de Sousa

**Indicadores de qualidade do solo sob efeito de sistemas
agroflorestais no Município de Tomé-açu, Pará, Brasil**

Belém
2019

Bruna Stefanny das Neves de Sousa

**Indicadores de qualidade do solo sob efeito de sistemas
agroflorestais no Município de Tomé-açu, Pará, Brasil**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do
título de mestre no Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais - Universidade do Estado do Pará.
Orientador: Prof. Dr. Manoel Tavares de Paula
Co-orientadora: Profa. Dra. Cristine Bastos do Amarante

Belém
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, UEPA, Belém - PA.

S725i Sousa, Bruna Stefanny das Neves

Indicadores de qualidade do solo sob efeito de sistemas agroflorestais no município de Tomé-açu, Pará, Brasil. / Bruna Stefanny das Neves Sousa; Orientador Manoel Tavares de Paula; Coorientadora Cristine Bastos do Amarante. -- Belém, 2019.

71 f. : il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Belém, 2019.

1. Solo. 2. Indicadores de qualidade. 3. Sistemas agrícolas. 4. Meio ambiente. I. Paula, Manoel Tavares de. II. Amarante, Cristine Bastos. III. Título.

CDD 631.48115

Bruna Stefanny das Neves de Sousa

Indicadores de qualidade do solo sob efeito de sistemas agroflorestais no Município de Tomé-açu, Pará, Brasil

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: 15/02/2019

Banca examinadora

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

_____ - 1º Examinador
Prof. Alessandro Silva do Rosário
Doutor em Botânica
Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro

_____ - 2º Examinador
Prof. Werner Damião Morhy Terrazas
Doutor em Alimentos e Nutrição
Universidade do Estado do Pará

_____ - 3º Examinador
Prof. Marcelo José Raiol Souza
Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia
Universidade do Estado do Pará

_____ - Suplente
Prof. Altem Nascimento Pontes
Doutor em Física
Universidade do Estado do Pará

Aos meus queridos pais, Maiza Neves e Hercílio Sousa, e ao meu amado irmão Bruno Sousa, pelo apoio durante todos os anos de minha carreira acadêmica e, em especial, no decorrer do curso de Pós-Graduação.

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma, permitiram que esta pesquisa se concretizasse.

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por ser sempre minha fortaleza e refúgio. Assim como, à Universidade do Estado do Pará, que permitiu meu ingresso à pesquisa, através deste curso de pós-graduação. E ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, ao decorrer da realização da pesquisa.

Agradeço de igual forma, ao meu orientador Prof. Dr. Manoel Tavares de Paula e minha co-orientadora Profa. Dra. Cristine Bastos do Amarante, pela preciosíssima orientação durante a construção do trabalho.

Ao técnico Sr. Paulo Sarmento, pertencente ao Laboratório de solos do Museu Emilio Goeldi, pela ajuda dada ao desenvolvimento nos procedimentos analíticos do meu trabalho laboratorial.

Ao Ex-presidente da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (CAMTA) Sr. Michinori Konagano e ao produtor rural Sr. José Maria, pelo acolhimento na região estudada e apoio à pesquisa.

E em especial, a Eng^a Ambiental Kelly Cristina Bezerra, por ter se disponibilizado para a realização da coleta de amostras de solo em campo.

Aos meus colegas do mestrado, em especial a Fernanda Ferreira Neves, Paulo Tavares Amador, Karla Souza Santos, Giselly de Lourdes da Silva Santana, Adanna de Souza Andrade, Andreza Mesquita Martins, Renata da Cruz Paes, Ulliane de Oliveira Mesquita e Yuri Cavaleiro de Macedo Coelho pela amizade construída, e por tornarem mais leve o meu trabalho.

Aos professores e colaboradores do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, e aos demais funcionários da Universidade do Estado do Pará, por tudo que me ensinaram em suas aulas, seminários e conversas, e pela estrutura que vocês mantêm nesta instituição.

“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém”.

Dalai Lama

RESUMO

Os indicadores de qualidade do solo são mecanismos eficazes de avaliação sobre o estado físico, químico e biológico do solo, de áreas alteradas ou degradadas, pelas diversas práticas de uso da terra, como exemplo, as produções agrícolas. Entretanto, os Sistemas Agroflorestais (SAFs), têm sido considerados modelos agrícolas sustentáveis, atribuído aos seus benefícios para a manutenção e preservação da qualidade do solo. Portanto, a existência de diversos tipos de SAFs no mundo, requer estudos que possam comprovar suas diferentes contribuições para a qualidade do solo. Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo analisar a qualidade do solo em áreas com sistemas agroflorestais, utilizando como testemunha a floresta secundária, no Município de Tomé-Açu, Pará, Brasil. Para isto, foram utilizados os seguintes indicadores de avaliação: o carbono microbiano (Cmic) e o nitrogênio microbiano (Nmic) da biomassa do solo, a temperatura do solo, o carbono orgânico (CO), o nitrogênio (N) e a relação C/N. O delineamento experimental adotado nesta pesquisa, foi blocos casualizados em parcelas subdivididas, dispendo de cinco áreas estudadas (quatro sistemas agroflorestais e uma área de floresta secundária), três profundidades de amostras coletadas (0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm) e três repetições. Foi verificado, que os teores de Cmic e Nmic foram maiores em área de FLO, em profundidades de 10-20 cm e 20-30 cm, respectivamente. Também, neste ambiente foi observado menor temperatura na região superficial do solo, possivelmente, pela maior quantidade de resíduos orgânicos acumulados durante o tempo. Os maiores teores de CO, N do solo e relação C/N, foram obtidos na camada de 0-10 cm em área de FLO, apresentando decréscimo com o aumento da profundidade. No entanto, em ambientes de SAFs mais antigos, os teores das variáveis analisadas foram similares a área de FLO, indicando a prática viável à melhoria da qualidade do solo.

Palavras-chave: Bioindicadores. Qualidade do solo. Produção Agrícola. Amazônia.

ABSTRACT

The soil quality indicators are effective mechanisms for assessing the physical, chemical and biological status of soil, altered or degraded areas, different land use practices, such as agricultural production. However, Agroforestry Systems (SAFs) have been considered sustainable agricultural models, attributed to their benefits for the maintenance and preservation of soil quality. Agroforestry Systems (SAFs) have been relevant as sustainable forms of land use, attributed to their benefits for the maintenance and preservation of soil quality. The existence of different types of SAFs in the world requires studies that can prove their different contributions to soil quality. In view of the above, the present study had the objective of analyzing the soil quality in areas with agroforestry systems, using as a control the secondary forest, in the Municipality of Tomé-Açu, Pará, Brazil. For this, the following evaluation indicators were used: microbial carbon (C_{mic}) and microbial nitrogen (N_{mic}) of soil biomass, soil temperature, organic carbon (CO), nitrogen (N) and C / N. The experimental design adopted in this research was subdivided blocks, with five areas studied (four agroforestry systems and one secondary forest area), three depths of collected samples (0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm) and three replicates. It was verified that the contents of C_{mic} and N_{mic} were higher in FLO area, at depths of 10-20 cm and 20-30 cm, respectively. Also, in this environment was observed a lower temperature in the superficial region of the soil, possibly due to the greater amount of organic residues accumulated during the time. The highest levels of CO, N of soil and C / N ratio were obtained in the 0-10 cm layer in FLO area, decreasing with depth increase. However, in older SAF environments, the variables analyzed were similar to the FLO area, indicating the feasible practice to improve soil quality.

Key words: Bioindicators. Soil quality. Agricultural production. Amazon.

LISTA DE TABELAS (Artigo 1)

Tabela 1.	Descrição das áreas estudadas.....	13
Tabela 2.	Valores médios de carbono microbiano do solo ($\mu\text{g.g}^{-1}$).....	20
Tabela 3.	Valores médios de nitrogênio microbiano do solo ($\mu\text{g.g}^{-1}$).....	23

LISTA DE TABELAS (Artigo 2)

Tabela 1.	Teores de carbono orgânico (g/kg) sob diferentes sistemas de uso da terra.....	46
Tabela 2.	Teores de nitrogênio do solo (g/kg), sob diferentes sistemas de uso da terra.....	48

LISTA DE FIGURAS (Artigo 1)

Figura 1.	Área de estudo no município de Tomé-Açu e ambientes selecionados para estudo.....	12
Figura 2.	Média dos teores de carbono microbiano do solo em função aos diferentes sistemas de uso da terra.....	18
Figura 3.	Média dos teores de nitrogênio microbiano do solo em função aos diferentes sistemas de uso da terra.....	21
Figura 4.	Valores médios de temperatura do solo em função dos sistemas de uso da terra.....	24

LISTA DE FIGURAS (Artigo 2)

Figura 1.	Área de estudo – Município de Tomé - Açu / PA.....	39
Figura 2.	Floresta secundária de 30 anos, utilizado como referência – FLO.	40
Figura 3.	SAF de 25 anos formado pelas culturas de paricá, cupuaçu e açaí – SAF25.....	40
Figura 4.	SAF de 20 anos formado pelas culturas de castanheira e cacau – SAF20.....	40
Figura 5.	SAF de 15 anos formado pelas culturas de andiroba e cacau – SAF15.....	41
Figura 6.	SAF de 10 anos formado pelas culturas de pimenta-do-reino e castanheira – SAF10.....	41
Figura 7.	Médias dos teores de carbono orgânico em função dos diferentes sistemas de uso da terra.....	45
Figura 8.	Médias dos teores de nitrogênio do solo em função dos diferentes sistemas de uso da terra.....	47
Figura 9.	Médias de relação C/N do solo em função dos sistemas de uso da terra.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FLO – Floresta secundária com 30 anos

SAF10 – Sistema agroflorestal de 10 anos

SAF15 – Sistema agroflorestal de 15 anos

SAF20 – Sistema agroflorestal de 10 anos

SAF25 – Sistema agroflorestal de 10 anos

Cmic – Carbono da biomassa microbiana

Nmic – Nitrogênio da biomassa microbiana

TS – Temperatura do solo

CO – Carbono orgânico

N – Nitrogênio

Mg.g-1 – Micrograma por grama

g/Kg – grama por quilograma

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.2 REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO DA GERAL.....	5
2. ARTIGO 1 - Determinação do carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo sob diferentes sistemas de uso da terra no Município de Tomé-açu/Pará, Brasil	9
RESUMO.....	9
ABSTRACT	9
INTRODUÇÃO	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
CONCLUSÕES	24
AGRADECIMENTOS.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
3. ARTIGO 2 – Análise de carbono orgânico, nitrogênio e relação C/N em solos sob diferentes sistemas agrofloretais no Município de Tomé-açu/PA	35
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
INTRODUÇÃO.....	36
MATERIAL E MÉTODOS.....	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
CONCLUSÕES.....	49
AGRADECIMENTOS.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
4. CONCLUSÃO GERAL	57
ANEXO A - Normas da revista (Artigo 1) - Desenvolvimento e Meio Ambiente....	58
ANEXO B-Normas da revista (Artigo 2) - Novos cadernos NAEA.....	66

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os solos amazônicos, em sua maioria, são caracterizados como ácidos e pobres em níveis nutricionais, no entanto, sua riqueza florestal é mantida pelo acúmulo de biomassa no solo, responsável por promover a realização da ciclagem de nutrientes (FERREIRA et al., 2006). Esse processo tem como finalidade manter a qualidade do solo, proporcionando condições ideais para a realização das atividades químicas, físicas e biológicas dos ecossistemas. Contudo, as diversas práticas de uso da terra vêm expandindo a degradação de muitos solos nessa região (RIVERO et al., 2009).

A exploração do uso da terra tem sido atribuída a milhares de anos, como modelo de desenvolvimento de muitos países, assim como, no Brasil. Entretanto, recentemente, a crise ambiental mundial tem estimulado novos elementos para a discussão sobre o desenvolvimento da Região Amazônica, possibilitando discursos que colocam em um mesmo plano, o desenvolvimento, a sustentabilidade e outros termos correlatos (SILVA et al., 2016). Repercutindo a necessidade do uso de alternativas, de estratégias e de tecnologias sustentáveis, principalmente, diante das produções intensivas, as quais foram reconhecidas mundialmente como insustentáveis em longo prazo (PINGALI, 2012).

Macedo et al. (2015) mencionam que, em áreas tropicais, o mau uso do solo tem reduzido, gradativamente, o potencial produtivo das terras agricultáveis, refletindo na disponibilidade de alimentos. Assim sendo, de acordo com Kastner et al. (2012), a segurança alimentar se torna um importante desafio, frente ao envolvimento do setor agrícola e as mudanças climáticas. Com a redução da produtividade de algumas culturas agrícolas, a demanda por alimentos é preocupante, uma vez que a mesma poderá aumentar até 2% ao ano nas próximas décadas, devido à expectativa de crescimento populacional e melhoria nas condições econômicas de diversos países (SCHEMBERG et al., 2017).

Na Amazônia, as atividades econômicas de uso da terra, como o extrativismo, o monocultivo, a pecuária e a mineração, têm sido consideradas as principais motivadoras para a perda da qualidade do solo (MECHI; SANCHES, 2010; GOMES, 2018; VALARINI et al., 2007). Ocasionalmente inúmeras modificações em sua estrutura, decorrente do aumento do desmatamento, de queimadas, de utilização de agrotóxicos, de fertilizantes químicos e transgênicos (NUNES et al., 2009; MACIEL et al., 2017; ZIMMERMANN, 2009), e da ocorrência de processos como a erosão, a lixiviação, a perda de biodiversidade e a degradação ambiental, afetando a vida humana nas áreas urbanas e rurais (ALVES et al., 2018).

Os sistemas agroflorestais (SAFs), atualmente têm se apresentado como uma alternativa sustentável para os produtores da Região Amazônica, por propiciarem rendimentos

de cunho econômico, social e ambiental (CAIRNS, 2015; FÁVERO et al., 2008; RIGHI, 2015). Utilizado para descrever sistemas tradicionais de uso da terra, os sistemas agroflorestais se apresentam como o nome genérico, no qual espécies florestais são associadas no espaço e/ou tempo, com espécies anuais e/ou agrícolas, com ou sem, a presença de animais (ALTIERI, 2012).

A prática agroflorestal na Amazônia é caracterizada como secular, apresentando uma grande variedade de combinações de arranjos e espécies de plantas (DUBOIS et al., 1996), que permite ao produtor um melhor aproveitamento da área, de forma, a garantir mais de um produto como fonte de renda ao mesmo tempo. Além de uma melhor distribuição de trabalho no campo durante todo o ano, ocupando a mão- de- obra familiar, gerando melhorias na qualidade de vida e, conseqüentemente, reduzindo o êxodo rural (DANIEL et al., 1999).

Com princípios oriundos da agroecologia, os SAFs por serem produtivos promovem melhorias nas condições do solo e interações positivas entre seus componentes (ALTIERI, 2002; FÁVERO et al., 2008; MENDONÇA et al., 2001). Favorecendo processos ecológicos importantes, tais como: a decomposição da matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes, o fluxo de atividades no solo, a sucessão ecológica, a regulação de populações microbianas e das relações complexas interdependentes sobre as condições do solo, que permitem uma produção sustentável (ARMANDO et al., 2002; GLIESSMAN, 2009), além de fornecer uma série de serviços ambientais, relacionados com a conservação dos recursos naturais e na manutenção da biodiversidade (NAIR, 2011).

Usado como alternativa de recuperação de áreas degradadas, os SAFs contribuem para melhorias na estruturação interna e externa do solo, e nas ações dos organismos presentes no ecossistema terrestre. Conforme Fávero et al. (2008), a recuperação de áreas degradadas através dos sistemas agroflorestais pressupõem a potencialização da regeneração natural e da sucessão de espécies. Além de promover a capacidade de estabelecimento e de crescimento rápido das espécies vegetais, em condições limitantes, a atração da fauna, e a grande deposição de serapilheira, características essas desejáveis para o ambiente de produção (CHADA et al., 2004).

May e Trovatto (2008) mencionam que o SAFs, quando comparados com os sistemas tradicionais de produção agrícola, tem tanto a sua produção em larga escala, como seus estudos, ainda relativamente recentes. Pesquisas direcionadas sobre a percepção do agricultor em relação à produção agroflorestal têm se tornado cada vez mais relevantes, pelo fato de não estarem familiarizados manifestam negatividade e preocupação sobre a lucratividade, manejo de produção, de mercado e seus efeitos (BORREMANS et al., 2016; BORREMANS et al., 2018; MARTINS, 2013). Há necessidade no avanço da pesquisa para

viabilizar a adoção de políticas agrícolas, que amparam o produtor em relação a esse modelo de produção, além do fornecimento de informações, principalmente do componente florestal, o qual assume papel de destaque como insumo energético e promove a fixação de carbono na biomassa (ABDO et al., 2008; CASTANHO FILHO, 2008; VIEIRA et al., 2007). Também são crescentes os estudos que buscam evidenciar a contribuição dos SAFs na conservação do solo, através do uso de indicadores de qualidade (BROWN et al., 2006).

Os indicadores de qualidade do solo são fundamentais como meio de mediar o estado do solo em um determinado momento, ou após, a uma forte perturbação antrópica sobre o meio ambiente. Segundo Sposito e Zabel (2003), a qualidade do solo visa compreender a capacidade de sustentar a produtividade biológica do ecossistema, propiciando o equilíbrio ambiental e a saúde de plantas e/ou animais e do próprio ser humano, pois em função da heterogeneidade e dinâmica dos solos, a determinação da sua qualidade não pode ser estimada de maneira direta, fazendo necessário o uso dos indicadores criados pelo homem (ARAÚJO et al., 2012).

Entretanto, somente na década de 1990, como consequência de um movimento global de conscientização da importância do solo para a qualidade ambiental, foi que diversificaram estudos que abordam a preocupação com a degradação dos recursos naturais e a sustentabilidade agrícola (DORAN; PARKIN, 1994; KARLEN et al., 1997; VEZZANI; MIELNICZUK, 2011; CARDOSO et al., 2013). Apesar da maioria dos estudos sobre a qualidade do solo ser provenientes de países de clima temperados, tem também crescido, consideravelmente, em regiões tropicais, principalmente, no Brasil (ARAÚJO et al., 2012).

Chaer e Tólota (2007) relatam que o solo para ser analisado, por meio dos indicadores de qualidade, precisa primeiramente identificar a sustentabilidade, as mudanças e os distúrbios causados pelo manejo do solo, para posteriormente ser monitorado em médio e longo prazo. Atualmente, os principais indicadores sensíveis utilizados para verificar a qualidade do solo são: a fertilidade do solo, o carbono e o nitrogênio da biomassa microbiana, emissão de C-CO₂ pela respiração do solo, a umidade do solo, a temperatura, o quociente metabólico (qCO₂), a mesofauna e a macrofauna, e a atividade enzimática (BARETTA, 2007; EPELDE et al., 2014; FERREIRA et al., 2010; FERREIRA et al., 2011; MIELNICZUK et al., 2003).

Diante disso, a relevância do trabalho está em contribuir com informações a respeito da eficiência de sistemas agroflorestais, ao proporcionar a manutenção e as melhorias na qualidade do solo, podendo assim determiná-lo como uma alternativa sustentável para a recuperação de áreas degradadas. Portanto, a pesquisa propôs responder a seguinte problemática: quais os efeitos qualitativos que os sistemas agroflorestais proporcionam ao

solo, tomando como referência a floresta secundária, em propriedades de agricultores familiares de Tomé-Açu?

Como objetivo geral da pesquisa, se buscou analisar as variações na qualidade do solo, em áreas sob efeito de sistemas agroflorestais com diferentes idades de cultivo, em comparação com uma área de floresta secundária, no município de Tomé-açu, Pará, Brasil.

Esta dissertação foi estruturada em dois (2) artigos, para submissão em revistas científicas.

O primeiro artigo elaborado tem como título: “Determinação do carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo sob diferentes sistemas de uso da terra no Município de Tomé-açu/ PA, Brasil”, e seguiu as normas da Revista Desenvolvimento e Meio ambiente (on-line) (Anexo A).

O segundo artigo, se intitula: “Análise de carbono orgânico, nitrogênio e relação C/N em solos sob diferentes sistemas agroflorestais no Município de Tomé-açu/PA”, elaborado de acordo com as normas da revista Novos Cadernos NAEA.

Contudo, a formatação da introdução e da referência geral, seguem as normas estabelecidas pelo Programa de Mestrado em Ciências Ambientais, da Universidade do Estado do Pará.

2 REFERÊNCIA DA INTRODUÇÃO GERAL

ARMANDO, M. S.; BUENO, Y. M.; ALVES, E. R. S.; CALVACANTE, C. H. Agrofloresta para a agricultura familiar. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. **Circular técnica**, Brasília, n.16, p.11, 2002.

ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3ª ed. ver. ampl. São Paulo Expressão popular; Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012. 400p.

ALVES, R. J. M.; GONÇALVES, W. G.; GONÇALVES, J. P.; NUNES, G. DE L.; SILVA, E. R. M.; MAIA, J. S. ADAMI, M.; NARVAES, I. S. Análise do uso e ocupação do solo em Marapanim-PA a partir de dados do projeto Terraclass. **Holos**, Ano 34, vol.1, p.81-90, 2018.

ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.187-206, 2012.

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, São Paulo, p. 50-59, dez. 2008.

BARETTA, D. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com *Araucária Angustifolia* no Estado de São Paulo**. Piracicaba. 2007. 158f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, 2007.

BORREMANS, L.; MARCHAND, F.; VISSER, M.; WAUTERS, E. Nurturing agroforestry systems in Flanders: Analysis from an agricultural innovation systems perspective. **Agricultural System**, v.162, p.205-219, 2018. doi:<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.004>.

BORREMANS, L.; REUBENS, B.; VAN GILS, B.; BAEYENS, D.; VANDEVELDE, C.; WAUTERS, E. A sociopsychological analysis of agroforestry adoption in Flanders: understanding the discrepancy between conceptual opportunities and actual implementation, **Agroecology and Sustainability Food System**. v.40, p.1008–1036, 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/21683565.2016.1204643>.

BROWN, G. G.; ROMBKE, J.; HOFER, H. Biodiversity and function of soil animals in Brazilian agroforestry systems. In: GAMARODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMARODRIGUES, A. F. (Editores). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. 1ª ed. Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. 365p.

CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.801-809, 2004.

CHAER, G. M.; TÓLOTA, M. G. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p. 1381-1396, 2007.

CAIRNS, M. F. (Ed.). **Shifting cultivation and environmental change: indigenous people, agriculture and forest conservation**. 1ª ed. London: Earthscan, 2015. 1032p.

CARDOSO, E. J. B. N.; VASCONCELLOS, R. L. F.; BINI, D.; MIYAUCHI, M. Y. H.; SANTOS, C. A.; ALVES, P. R. L.; PAULA, A. M.; NAKATANI, A. S.; PEREIRA J. M.; NOGUEIRA, M. A. Soil health: Looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health?. **Scientia Agricola [on-line]**, v.70, p.274-89, 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162013000400009>.

CASTANHO FILHO, E. P. Floresta e bioenergia. **Informações Econômicas**, v. 38, n.2, p.52-67, 2008.

DANIEL, O.; COUTO, L.; GARCIA, R.; PASSOS, C. A. M. Proposta para padronização da terminologia empregada em sistemas agroflorestais no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.3, p.367-370, 1999.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; CELEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., (eds). **Defining soil quality for sustainable environment**. Madison, **Soil Science Society of America**, p.3-21, 1994.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON, A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: ed. REBRAF, v.1, 1996. 228p.

EPELDE, L.; BURGESS, A.; MIJANGOS, I.; GARBISU, C. Microbial properties and attributes of ecological relevance for soil quality monitoring during a chemical stabilization field study. **Elsevier. Applied Soil Ecology**, v. 75, p.1-12, 2014. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.10.003>.

FÁVERO, C.; LOVO, I. C.; MENDONÇA, E. S. Recuperação de área degradada com sistema agroflorestal no vale do rio doce, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.5, p.861-868, 2008.

FERREIRA, E. P. B.; SANTOS, H. P.; COSTA, J. R.; DE-POLLI, H.; RUMJANEK, N. G. Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage management. **Revista Ciência Agronômica [online]**, v. 41, n. 2, p.177-183, 2010. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000200002>.

FERREIRA, E. P. B.; WENDLAND, A.; DIDONET, A. D. Microbial biomass and enzyme activity of a Cerrado Oxisol under agroecological production system. **Bragantia**, v.70, n.4, p.1-9, 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000400024>.

FERREIRA, S. J. F.; LUIZÃO, F. J.; MIRANDA, S. Á. 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**, v. 36, n.1, p.59-68, 2006. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672006000100008>.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, 2009. 654p.

GOMES, C. V. A. Ciclos econômicos do extrativismo na Amazônia na visão dos viajantes naturalistas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciência Humanas**, Belém, v. 13, n. 1, p. 129-146, jan.-abr. 2018.

KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J. W.; CLINE, R. G.; HARRIS, R. F.; SCHUMAN, G. E. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation (A Guest Editorial). **Soil Science Society of America Journal**, v.61, p.4-10, 1997. doi: 10.2136/sssaj1997.03615995006100010001x.

KASTNER, T.; RIVAS, M. J. I.; KOCH, W.; NONHEBEL, S. Global changes in diets and the consequences for land requirements for food. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.109, p. 6868-6872, 2012.

MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; VENTURIN, R. P. AGROSSILVICULTURA DO EUCALIPTO. In: SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA, M. (Org.). **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. 1ed. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, v.1, 2015. p.187-216.

MACIEL, C. A.; GRIGOLATO, J. F.; STRACHULSKI, J. Impactos socioambientais causados pelo monocultivo de pinus no Bairro Ouro Verde, Sengés - PR, Brasil. **Revista Observatorio de la Economía Latino americana**, Brasil. ENERO, 15p. 2017.

MARTINS, T. P. **Sistemas agroflorestais como alternativa para recomposição e uso sustentável das reservas legais**. 2013. 154f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Engenharia). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2013.

MAY, P. H.; TROVATTO, C. M. M. **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Agricultura Familiar, 2008.

MECHI, A.; D. L, SANCHES. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v.24, n.68, p.209-220, 2010. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142010000100016>.

MENDONÇA, E. S.; LEITE, L. F. C.; FERREIRA NETO, P. S. F. Cultivo do café em sistema agroflorestal: uma opção para recuperação de solos degradados. **Revista Árvore**, v.25, n.3, p.375-383, 2001.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F. F.; DEBARBA, L. Manejo de solos e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, v.1, p.209-248, 2003.

NAIR, P. K. R. Agroforestry Systems and Environmental Quality: Introduction. **Journal of Environmental Quality**, v. 40, n. 3, p. 784–790, May/June, 2011.

NUNES, L. A. P. L.; DIAS, L. E.; JUCKSCH, I.; BARROS, N. F.; KASUYA, M. C. M.; CORREIA, M. E. F. Impacto do monocultivo de café sobre os indicadores biológicos do solo na zona da mata mineira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p.2467-2474, dez. 2009.

PINGALI, P. L. Green revolution: impacts, limits, and the path ahead. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, n.109, p.12302-12308, 2012. doi:10.1073/pnas.0912953109.

RIGHI, C. A.; BERNADES, M. S. **Cadernos da Disciplina Agroflorestais** [recurso eletrônico]. Piracicaba- SP, vol. 1, 79p. 2015.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W.; Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia Belo Horizonte**, v.19, n.1, p.41-66, 2009.

SCHEMBERGUE, A.; CUNHA, D. A.; CARLOS, S. M.; PIRES, M. V.; FARIA, R. M. Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba-SP, v.55, n.1, p.009-030, Jan./Mar, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550101>.

SILVA, D. W.; CLAUDINO, L. S.; OLIVEIRA, C. D.; MATEI, A. P.; KUBO, R. R. Extrativismo e desenvolvimento no contexto da Amazônia brasileira. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, vol. 38, ago. 2016. doi: 10.5380/dma.v38i0.44455.

SPOSITO, G.; ZABEL, A. The assessment of soil quality. **Geoderma**, 114 (3/4): p.143-144, 2003.

VALARINI, P. J; FRIGHETTO, R. T. S.; SCHIAVINATO, R. J; CAMPANHOLA, C; SENA, M. M; BALBINO, T. L; POPPI, R. J. Análise integrada de sistemas de produção de tomateiro com base em indicadores edafobiológicos. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.60-67, 2007.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo [online]**, v.35. p.213-23, 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000100020>.

VIEIRA, T. A.; ROSA, L. S.; VASCONCELOS, P. C. S.; SANTOS, M. M.; MODESTO, R. S. Sistemas agroflorestais em áreas de agricultores familiares em Igarapé-Açu, Pará: caracterização florística, implantação e manejo. **Acta Amazonica**. vol. 37, n.4, p.549-558, 2007.

ZIMMERMANN, C. L. Monocultura e transgenia: impactos ambientais e insegurança alimentar, **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v.6, n.12, p.79-100, 2009.

ARTIGO 1 - Determinação do carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo sob diferentes sistemas de uso da terra no Município de Tomé-açu / Pará, Brasil

Determination of carbon and nitrogen of soil microbial biomass under different land use systems in the Municipality of Tomé-açu / Pará, Brazil

RESUMO

As inúmeras práticas de uso da terra têm estimulado perda na qualidade de muitos solos amazônicos, tendo a agricultura uma das importantes causas a serem refletidas em relação às práticas de manejo. Entretanto, os sistemas agroflorestais (SAFs) se apresentam como uma alternativa agrícola sustentável, como forma de recuperação e de manutenção da qualidade do solo. Nesse sentido, por meio dos indicadores de qualidade do solo, como: Carbono microbiano (Cmic) e Nitrogênio microbiano (Nmic) da biomassa do solo. Buscou-se determinar a influência do uso da terra em áreas sob sistemas agroflorestais e floresta secundária, no município de Tomé-Açu / PA. Foram analisadas ao todo cinco áreas de estudo, sendo quatro SAFs com diferentes idades (10, 15, 20 e 25 anos) e uma área de floresta secundária como referência (30 anos). Foram verificados elevados teores de Cmic ($505.50 \mu\text{g.g}^{-1}$) e Nmic ($1416.55 \mu\text{g.g}^{-1}$) em área de FLO, justificado pelo tempo de residência no ambiente, seguindo desta forma uma tendência decrescente na ordem: FLO > SAF 25 > SAF 20 > SAF 15 > SAF 10. As profundidades de 10-20 cm e 20-30 cm foram as faixas, que obtiveram maior acúmulo de Cmic ($601.95 \mu\text{g.g}^{-1}$) e Nmic ($2123.93 \mu\text{g.g}^{-1}$), respectivamente. Também foi observado que os ambientes com maior tempo de cobertura (FLO e SAF25), apresentaram menor valor médio de temperatura do solo.

Palavras-chave: Indicadores de qualidade, Ecologia microbiana, Sistemas agrícolas.

ABSTRACT

The numerous land use practices have stimulated loss of quality in many Amazonian soils, with agriculture one of the important causes to be reflected in relation to management practices. However, agroforestry systems (SAFs) present themselves as a sustainable agricultural alternative, as a way of recovering and maintaining the quality of the soil. In this sense, through soil quality indicators such as: microbial carbon (Cmic) and microbial nitrogen (Nmic) of the soil biomass. The aim was to determine the influence of land use in areas under agroforestry systems and secondary forest, in the municipality of Tomé-Açu / PA. Five study areas were analyzed, four SAFs with different ages (10, 15, 20 and 25 years) and a secondary forest area as reference (30 years). High levels of Cmic (505.50

$\mu\text{g.g}^{-1}$) and N_{mic} ($1416.55 \mu\text{g.g}^{-1}$) were observed in the FLO area, justified by the residence time in the environment, thus following a decreasing trend in order: FLO > SAF 25 > 20 SAF 20 > SAF 15 > SAF 10. The depths of 10-20 cm and 20-30 cm were the bands, which obtained greater accumulation of C_{mic} ($601.95 \mu\text{g.g}^{-1}$) and N_{mic} ($2123.93 \mu\text{g.g}^{-1}$), respectively. It was also observed that the environments with the greatest coverage time (FLO and SAF25) presented lower average soil temperature.

Key words: Quality indicators, Microbial ecology, Agricultural systems.

1. Introdução

A produção agrícola, em tempos recentes tem priorizado práticas de manejo da terra visando à manutenção da matéria orgânica do solo (COSTA et al., 2008; SERAFIM, et al., 2011). Assim como, os SAFs vistos atualmente como uma alternativa sustentável de uso da terra para a Amazônia, pois são formados pela combinação de árvores com produção agrícola, com ou sem, a presença de animais, favorecendo as atividades de macro e micro organismo no solo presente na matéria orgânica, sendo esses essenciais no processo de ciclagem de nutrientes (ALTIERI, 2004).

O município de Tomé-Açu apresenta um marco histórico em relação à produção agrícola no Brasil, datada no ano de 1920, advindo da imigração japonesa, que teve como uma das atividades agrícolas o uso dos sistemas agroflorestais, proporcionando um modelo agrícola economicamente rentável para região (CARVALHO, 2016). Segundo Maruoka (2001), os SAFs trouxeram benefícios para os produtores da região, como melhorias nas condições de vida e a realização de parcerias com cooperativas e associações agrícolas, que possibilitaram a expansão dos produtos para o mercado nacional e internacional, com ênfase em espécies frutíferas. Também estes sistemas têm fornecido melhorias para a qualidade do solo, por ser uma prática conservacionista e poder acumular valores de 30 a 60 kg de C em um período de 25 a 50 anos de cultivo e com isso atenuar a emissão de gases do efeito estufa (LAL, 2004).

Entre os indicadores de qualidade do solo a biomassa microbiana tem se apresentado como via eficiente na determinação da matéria orgânica do solo. De acordo com Balota et al. (2003), a biomassa microbiana é a fração viva da MO, responsável pelos processos bioquímicos e biológicos no solo, sensível às condições impostas pelo meio. Permitindo desse modo averiguar características de qualidade do solo em um determinado momento (AJWAT et al., 1999; CALDWELL, 2005; DICK et al., 2000; ENOWASHU et al., 2009). Sendo também importante como compartimento central do ciclo do C, do N, do P e do S no solo e pode funcionar como compartimento de reserva desses nutrientes ou como catalisador na decomposição da matéria orgânica (SOUZA et al., 2010).

Alcântara et al. (2007) relatam que a biomassa microbiana, pode ser aplicada no monitoramento de alterações ambientais decorrentes do uso agrícola, sendo uma ferramenta de planejamento e de avaliação das práticas de manejo utilizadas, uma vez que a manutenção da qualidade do solo pela ação microbiana em sistemas agroflorestais é um fator determinante para o desenvolvimento das espécies vegetais, proporcionando aumento da produção, pois segundo Lourente et al. (2008), o tamanho da comunidade microbiana e a sua atividade determinam a intensidade com que os processos bioquímicos acontecem. Contudo, ainda são poucos os estudos relacionados com a avaliação da fertilidade do solo, com base na matéria orgânica em diferentes ambientes de uso da terra, como nos sistemas agroflorestais (SANTIAGO et al., 2013).

Os componentes da biomassa microbiana são essenciais para a ocorrência efetiva dos processos que proporcionam a fertilidade do solo, constituída principalmente por bactérias, arqueobactérias, fungos e outros indivíduos com um tamanho menor que $5.000 \mu\text{m}^3$ de diâmetro (JENKINSON; LADD, 1981; WARDLE, 1992). Agindo como decompositores de fontes de carbono e matéria orgânica, esses componentes possuem uma estreita relação com o solo, influenciando na textura, no nível de pH, na umidade, na temperatura, na resposta rápida a perturbações, na recuperação do solo e concentração de nutrientes (EMMERLING; PAULSCH, 2001; HOU et al., 2014; MCGUIRE; TRESEDER, 2010).

Com características semelhantes ao da vegetação nativa, os SAFs otimizam o processo de ciclagem de nutrientes, em virtude da interferência na vegetação nativa ser mínima, contribuindo para manutenção da matéria orgânica do solo (GAMA-RODRIGUES et al., 2008; FROUFE et al., 2011). De acordo com Sparling (1997), a quantidade de biomassa microbiana do solo tipicamente reflete no total de teor de matéria orgânica. Logo, os componentes mais ativos da fração lábil correspondem ao carbono, com teor de 1 a 5% do carbono orgânico total do solo, enquanto que o nitrogênio representa a fração de 1 a 6% do nitrogênio orgânico total do solo (DE SOUSA, 2013; JENKINSON; LADD, 1981; SPARLING, 1985; WARDLE, 1992).

A biomassa exerce constante influência na temperatura do solo, sendo crucial no início do desenvolvimento das plantas, esse também atua como um indicador de qualidade do solo, no qual é determinado por sofrer alterações das diversas atividades e formas de manejo do solo. A variação na temperatura é resultante do fluxo de calor no solo, tornando-se um componente necessário ao balanço de energia oriundo da superfície, sendo este, portanto, capaz de justificar o armazenamento e a transferência de calor dentro do solo e, ainda, as trocas entre o solo e a atmosfera (MOURA; QUERINO, 2010; VEIGA et al., 2010).

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo analisar os teores de carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo sob áreas de floresta secundária e sistemas agroflorestais no município de Tomé-Açu, Pará, Brasil.

2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em uma propriedade rural, no município de Tomé-Açu (PA), localizado entre a latitude Sul de $02^{\circ} 07'$ e $03^{\circ} 08'$ e longitude Oeste de Greenwich de $47^{\circ} 58'$ e $48^{\circ} 29'$ (Figura 1). O clima da região é do tipo Ami conforme a classificação de Köppen. As temperaturas são elevadas, acima de $26,0^{\circ}\text{C}$, e a precipitação média de 1983 a 2010 esteve em torno de 2.522,6 milímetros (MONTEIRO et al., 2009). A vegetação original é composta por Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, atualmente, bastante alterada e que enseja a ocorrência de florestas secundárias. Os tipos de solo se concentram em grande parte em Latossolos Amarelo distrófico (PACHÊCO & BASTOS, 2008).

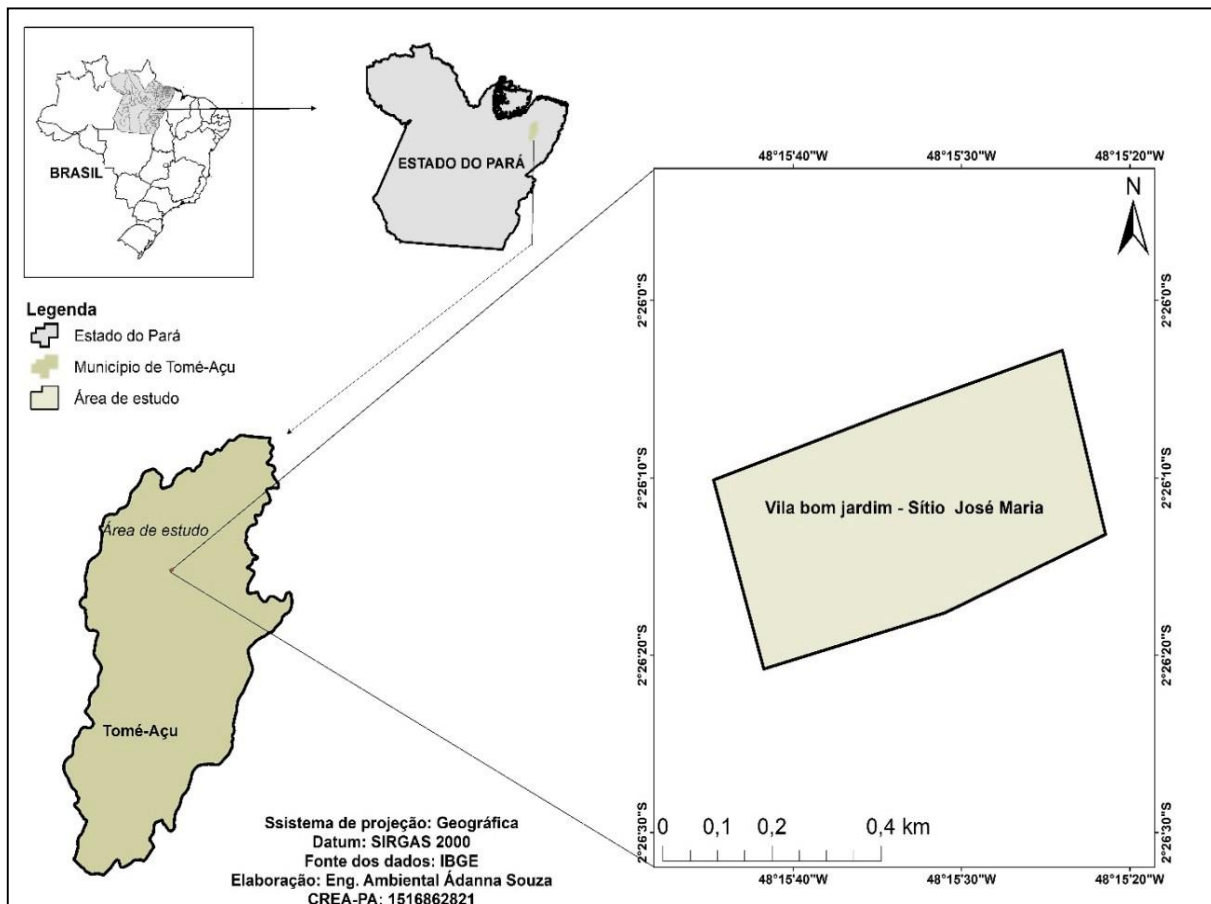


Figura 1 – Localização da área de estudo (Sítio do produtor rural José Maria, em Tomé-Açu).

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas, sendo cinco diferentes sistemas de uso da terra: floresta secundária de aproximadamente 30 anos (FLO), sistema agroflorestal com 10 anos (SAF10), sistema agroflorestal com 15 anos (SAF15), sistema agroflorestal com 20 anos (SAF20) e sistema agroflorestal com 25 anos (SAF25), três profundidades de coleta de amostra de solo (0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm) e três repetições.

Abaixo segue a descrição detalhada das áreas analisadas:

Tabela 1- Descrição dos diferentes sistemas de uso da terra no município de Tomé-Açu, PA.

Símbolo	Características dos ambientes
FLO	Área de floresta secundaria, anteriormente utilizada como pastagem, que apresenta idade aproximada de 30 anos. Entre as espécies florestais nesse ambiente se destacam as culturas de freijó (<i>Cordia goeldia</i> na Huber), Angelim-pedra (<i>Dinizia excelsa</i> Ducke), Ingá (<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.) e paricá (<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby). Para efeito deste estudo, esta área servirá como testemunha.
SAF10	Sistema agroflorestal de 10 anos, formado pelas culturas de pimenta-do-reino (<i>Piper nigrum</i> L.) e castanheira (<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.). O pimental neste sistema apresenta bom desenvolvimento e aspecto vigoroso, plantado em espaçamento (1,70 m x 1,70 m), recebe adubação química do solo com NPK (18-0-18) na quantidade de 150 g por planta e adubação orgânica com mamona e farinha de osso na proporção de 500 g por planta. A castanheira atua como componente florestal, plantado em pé franco, em espaçamento (5 m x 15 m), não é adubada.
SAF15	Sistema agroflorestal de 15 anos. É formado pelas culturas de andiroba (<i>Carapa guianensis</i> Aubl.) e cacau (<i>Theobroma cacao</i> L.). A andirobeira atua como componente florestal do sistema, em espaçamento (5,5 m x 5,5 m) o mesmo não recebe adubação. O cacauzeiro é cultura considerada de maior importância econômica para o produtor, com espaçamento (3 m x 3 m), recebe adubação com NPK (18-0-18) na quantidade de 150 g por planta, farinha de osso na proporção de 500 g por planta e esterco de galinha na quantidade de um litro por planta.

- SAF20 Sistema agroflorestal de 20 anos. É formado pelas culturas de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) e cacau (*Theobroma cacao* L.). A castanheira atua como o componente florestal do sistema, em espaçamento (8 m x 8 m) e não é adubado. Nesse sistema o cacau é a cultura de maior importância econômica para o produtor, tanto o fruto como as amêndoas são comercializadas, em espaçamento (3 m x 3 m) que recebe adubação com NPK (18-0-18), farinha de osso e esterco de galinha, em proporções semelhantes ao SAF anterior.
- SAF25 Sistema agroflorestal de 25 anos. É formado pelas culturas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) de 5 anos, açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) de 3 anos e paricá com 25 anos de idade. O paricazeiro atua como componente florestal, em espaçamento (8 m x 8 m) está em pouca quantidade no sistema, não é adubado. O cupuaçuzeiro é a cultura de maior importância econômica, e com boa produção, chega a proporcionar de cada pé da cultura 70 kg do fruto, apresenta espaçamento no sistema de (3 m x 3 m). O açaí é o componente mais recente, em espaçamento (2,5 m x 2,0 m), necessitando de maior captação de luz solar foi implantado nas extremidades do sistema. As culturas agrícolas recebem calagem e são adubadas com NPK (18-0-18), sendo 150 g por planta, e farinha de osso na quantidade de 500 g por planta.

Fonte: Autores (2019).

2.3 Análises laboratoriais

O carbono (C_{mic}) e o nitrogênio (N_{mic}) microbiano da biomassa do solo foram determinados por meio do método de irradiação-extração, adaptado de Islam & Weil (1998) e Brookes et al. (1982). O método possui o objetivo de promover a morte dos micro-organismos (lise celular) para posterior quantificação (MENDONÇA & MATOS, 2005).

Para obtenção do carbono da biomassa microbiana do solo, foram pesadas 20 g de cada amostra de solo, em placa de petri, para irradiação (micro-ondas) e outras 20 g em erlenmeyer para as amostras não irradiadas. As amostras submetidas à irradiação em placa de petri foram transferidas com ajuda de um funil, para erlenmeyers devidamente identificados. Posteriormente, utilizou-se a mesma placa de amostra da irradiação para pesar aproximadamente 10 g de solo, colocados na estufa a 105 °C, por 24 horas para determinação da umidade.

Foram adicionados 80 mL da solução extratora (K_2SO_4) com auxílio de uma proveta de 100 mL, tanto para as amostras irradiadas e não irradiadas em erlenmeyers. Após, as amostras foram inseridas, por 30 minutos, em um agitador horizontal para homogeneização da solução, deixando por mais 30 minutos em repouso, em seguida, sendo filtrado o sobrenadante em recipiente de vidro (copos), com auxílio de papel de filtro quantitativo lento (faixa azul). Para determinação do carbono presente nos extratos foram pipetados 10 mL do extrato filtrado para um erlenmeyers de 125 mL, sendo adicionado 2 mL da solução $0,066 \text{ mol L}^{-1} K_2Cr_2O_7$, com ajuda de uma pipeta volumétrica foi acrescentado também 10 mL de H_2SO_4 com proveta ou dosador, após de esperou esfriar e foi adicionado 50 mL de água destilada e se espera esfriar novamente, para após adicionar três gotas de ferroin (indicador). Foi titulado o excesso de dicromato com sulfato ferroso amoniacal $0,03 \text{ mol L}^{-1}$. Foram realizadas 6 provas em branco, sendo 3 contendo o K_2SO_4 e todos os outros reagentes e as outras 3 sem o K_2SO_4 , porém contendo todos os outros reagentes (TEDESCO, 1995).

Os valores do carbono presente na biomassa microbiana foram calculados a partir das seguintes equações:

(Equação.1)

$$C_{I,NI} = \frac{(Vb-Vam)(\text{molaridade do sulfato ferroso})(3)(1000)(\text{volume extrator})}{(\text{volume do extrato*}) (\text{peso do solo})}$$

em que:

*volume utilizado para a determinação do carbono (mL)

Vb = volume do branco (mL);

Vam = volume da amostra (mL);

3 = resultado da relação entre o número de mols de $Cr_2O_7^{2-}$ que reagem com Fe^{2+} ;

2 7

1000 = fator de conversão de unidade.

(Equação.2)

$$C_{mic} = (C_I - C_{NI}) / Kc = \mu\text{g g}^{-1} \text{ de C no solo}$$

I NI

em que:

C_I = amostra irradiada

$C_{\bar{N}I}$ = amostra não irradiada

Sendo, $Kc = 0,33$ para o método de irradiação extração de CBMS.

Para extração do nitrogênio da biomassa microbiana do solo, foram pesadas 20 g de cada amostra de solo em placa de petri para irradiação e outras 20 g em erlenmeyer para as amostras não irradiadas. Após a irradiação, as amostras foram transferidas com ajuda de um funil, para outros erlenmeyers, tomando o cuidado de marcar os irradiados e não irradiados. Posteriormente, utilizou-se a mesma placa de amostra para pesar aproximadamente 10 g de solo levado a estufa à 105 °C por 24 horas para determinação da umidade. Depois das amostras irradiadas e não irradiadas estarem em erlenmeyers, foram adicionados 80 mL da solução extratora (K_2SO_4) com auxílio de uma proveta de 100 mL. Em seguida as amostras foram agitadas por 30 minutos em agitador horizontal. Depois, as amostras foram deixadas em repouso por mais 30 minutos, em seguida, foi filtrado o sobrenadante em recipiente de vidro (copos), com auxílio de papel de filtro quantitativo lento (faixa azul). Para determinação do nitrogênio presente nos extratos foram pipetados 20 mL do extrato para tubos de digestão de 100 mL, sendo adicionado 1 mL de H_2O_{22} 30%; com ajuda de uma pipeta volumétrica, foram acrescentados 2 mL de H_2SO_4 com proveta ou dosador, se esperou esfriar por 15-10 minutos; e após, foram adicionados 0,7 g da mistura de digestão; colocado no bloco digestor, sendo elevada a temperatura a 110 °C. Esta temperatura foi mantida até que o volume abaixe para aproximadamente 5 mL (para evitar extravasamento); a temperatura foi elevada a 250°C, em seguida, para 350-375°C; depois de clarear (cor amarelo-esverdeado), as amostras foram mantidas a 350-375°C por 2 horas. As amostras foram deixadas esfriando sobre a placa de amianto e, posteriormente receberam adição de 5 mL de água destilada e passaram por agitação; logo após, foi conectado o tubo ao destilador Kjeldahl e foram adicionados, vagorosamente, 10 mL de $NaOH$ 10 mol L^{-1} ; destilado em 5 mL do indicador ácido bórico; após foram coletados de 35-40 mL de destilado, sendo finalizado a destilação e se titulou com HCl 0,005 mol L^{-1} .

O teor de N presente na biomassa microbiana foi calculado pelas seguintes equações descrita a seguir:

(Equação.1)

$$N_I(mg.L^{-1}) = \frac{(mLHam - mLHbr) \times [H+] \times 14}{volume(L)}$$

Em que:

V_{am} = volume de HCl gasto na titulação da amostra;

V_b = volume de HCl gasto na titulação do branco;

[H⁺] = concentração real do ácido clorídrico

14 = peso equivalente

(Equação.2)

$$N_{I,NI} (mg.kg^{-1}) = \frac{N1(vol.extrator (L))x 1000}{peso da amostra (g)}$$

em que:

1000 = fator de conversão de unidade.

(Equação.3)

$$N_{mic} (mg.kg^{-1}) = \frac{N I - N NI (vol.extrator (L))x 1000}{peso da amostra (g)}$$

em que:

NI = nitrogênio da amostra irradiada

NNI= nitrogênio da amostra não irradiada

Sendo, Kn = 0,54 o fator de correção utilizado para o método de irradiação-extração do N da biomassa microbiana.

2.4 *Análise de temperatura do solo (TS)*

A temperatura do solo nos diferentes sistemas de uso da terra foi determinada no campo, ao mesmo tempo durante a coleta das amostras de solo, sendo utilizado um termômetro portátil de solo modelo AMT-300.

2.5 *Análise estatística*

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, por meio do programa estatístico System for statistical analysis (ESTAT) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

Os valores de carbono microbiano do solo (Cmic) variaram significativamente em relação aos diferentes sistemas de uso da terra, independente das profundidades analisadas (Figura 2). Com base nas médias obtidas se constatou que a floresta secundária (FLO) foi a que apresentou maior teor de Cmic ($505.50 \mu\text{g.g}^{-1}$), seguida do SAF25 ($394.70 \mu\text{g.g}^{-1}$), em comparação com os demais sistemas. Por outro lado, os SAF20 e SAF15 não se diferenciaram estatisticamente entre si, apresentando valores de Cmic de ($308.10 \mu\text{g.g}^{-1}$) e ($264.70 \mu\text{g.g}^{-1}$), respectivamente. De todos os sistemas analisados, o SAF10 foi o que apresentou menor valor médio de Cmic ($189.9 \mu\text{g.g}^{-1}$). Valores aproximados foram encontrados por Da Silva et al. (2010), que ao estudarem áreas de cultivos convencionais, plantio direto e área de cerrado nativo encontraram valores médios que variam de $76.4 \mu\text{g.g}^{-1}$ a $511.3 \mu\text{g.g}^{-1}$ de Cmic no solo, com elevados teores em ambiente de cerrado nativo, portanto constando que diferentes sistemas de manejo agrícola podem influenciar na composição e na redução da atividade microbiana do solo.

Os resultados apurados nesta pesquisa indicam uma condição mais favorável a microbiota do solo na FLO e no SAF25, provavelmente, pelo aporte de maior quantidade de substratos orgânicos adquiridos na região superficial do solo. Estudos de Bernhard-Reversat (1993) e Resh et al. (2002), afirmam que a qualidade do resíduo orgânico é maior em relação ao tempo de residência da serapilheira, proporcionando um ambiente favorável para atuação dos agentes microbianos no solo. Entretanto, outros estudos (ALVES et al., 2011; CHAZDON, 2012; LIMA et al., 2011; LOURENTE et al., 2011; MASSOCA et al., 2012; REBÊLO et al., 2016; SANTIAGO et al, 2013) verificaram que a utilização de sistemas agroflorestais proporcionou maior estoque do carbono microbiano, em comparação aos sistemas menos estáveis, como a pastagem, plantio convencional e inclusive em área de floresta secundária, decorrente de práticas de manejo do solo, composição das espécies, e a região em que ocorre.

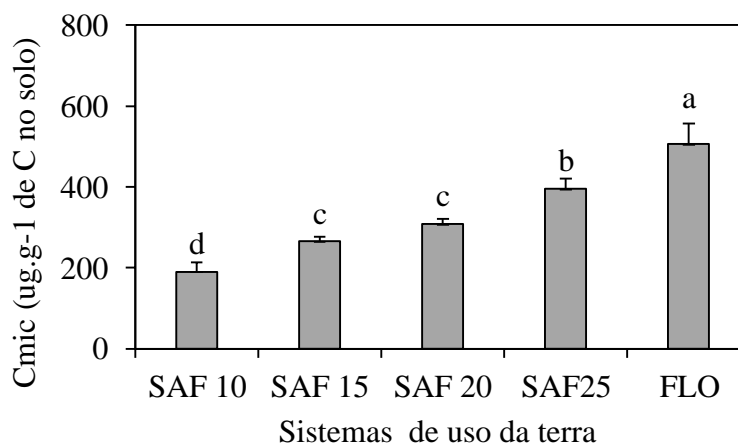


Figura 2. Médias dos teores de carbono microbiano do solo (Cmic) em função dos diferentes sistemas de uso da terra.

*Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foi observada diferença significativa nos teores de Cmic nas diferentes profundidades analisadas entre os sistemas de uso da terra (Tabela 2). Na profundidade de 10-20 cm a FLO apresentou maior concentração de Cmic em comparação aos sistemas agroflorestais. Entretanto, nas profundidades 0-10 cm e 20-30 cm a FLO não diferiu do SAF25. Esta resposta pode estar associada a uma maior imobilização de nutrientes na faixa de 10-20 cm, em conformidade com estudos de Sanchez e Buol (1975) e Bernoux et al. (2006), os quais ao analisarem solos amazônicos afirmam que essa faixa de profundidade, contém um grande estoque de carbono, aproximadamente de 44% a 67% na camada superficial do solo. Outros estudos também relatam que em função do aumento da ocorrência de atividades simbióticas com as raízes das plantas nesta profundidade, além de proporcionar a solubilização de minerais, pode atuar no controle biológico de agentes patógenos e na formação interna do solo, tanto em relação a sua estruturação, como agregação (KENNEDY; DORAN, 2002).

No SAF25 e SAF20 não foram observadas diferenças significativas nas profundidades de 0-10 cm e 20-30 cm, porém na profundidade de 10-20 cm o SAF25 apresentou maior teor de Cmic em comparação com os demais SAFs. O SAF10 apresentou menor valor de Cmic em relação ao SAF20, no entanto, o mesmo não diferiu significativamente do SAF15. Não foram observadas diferenças nos SAF20 e SAF15 nas profundidades de 10-20 cm e 20-30 cm, contudo o SAF25 apresentou maior valor de Cmic em comparação com o SAF10. E nos sistemas SAF15 e SAF10, esses não obtiveram diferença significativa na profundidade de 20-30 cm. Os resultados apontam uma relação direta no aumento nos teores de Cmic nos sistemas agroflorestais em função do tempo, nas três profundidades estudadas. Em concordância com estudo de Silva et al. (2012), ao relatarem que os SAFs são mais promissores, as modificações benéficas no solo, provenientes da atuação microbiana da biomassa do solo com o passar dos anos.

A avaliação do Cmic nas profundidades em cada sistema isolado mostrou que a FLO proporcionou valor significativamente maior de Cmic na profundidade de 10-20 cm em comparação com as profundidades de 0-10 cm e 20-30 cm, tendo as mesmas não apresentado diferenças significativas entre si. Nos SAF25, SAF20, SAF15, SAF10 não foram observadas diferenças significativas entre as três profundidades dentro de cada sistema. Cerri et al. (2004) e Holmes et al. (2006) evidenciam que a ocorrência nas variações de carbono nas profundidades do solo pode ser determinada por fatores, como mudanças no local, a topografia, o manejo da terra e, em escala regional, como o material parental do solo e a geologia subjacente.

Tabela 2. Teores de carbono microbiano (Cmic) sob diferentes sistemas de uso da terra, FLO - Floresta secundária de 30 anos; SAF de 25 anos - SAF25; SAF de 20 anos - SAF20; SAF de 15 anos - SAF15 e SAF de 10 anos - SAF10, em diferentes profundidades.

Sistema de uso da terra	Profundidades (cm)		
	0-10	10-20	20-30
FLO	465.56 a B	601.95 a A	458.00 a B
SAF 25	373.93 ab A	440.14 b A	369.92 ab A
SAF 20	299.86 bc A	324.02 c A	300.56 bc A
SAF 15	256.21 c A	273.67 c A	264.30 cd A
SAF 10	211.39 c A	178.69 d A	189.50 d A

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (profundidades) e maiúscula (sistemas) nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto aos valores de nitrogênio microbiano do solo (Nmic), foram verificadas diferenças significativas entre os sistemas avaliados (Figura 3). Independente das profundidades, observou-se que a FLO apresentou maiores valores de Nmic ($1416.55 \mu\text{g.g}^{-1}$), em comparação com os sistemas SAF15 ($907.59 \mu\text{g.g}^{-1}$) e SAF10 ($594.57 \mu\text{g.g}^{-1}$), entretanto os mesmos não diferiram significativamente dos sistemas SAF25 ($1157.58 \mu\text{g.g}^{-1}$) e SAF20 ($1072.50 \mu\text{g.g}^{-1}$). Nos SAF25, SAF20 e SAF15, não foram observadas diferenças significativas entre si, porém os SAF25 e SAF20 apresentaram maiores valores de Nmic em comparação com SAF10, o qual não diferiu do SAF15. Verificou-se que os valores de Nmic foram expressivamente superiores ao encontrado por Zaninetti (2012), ao analisar áreas com produção de seringueira e floresta primária, em diferentes idades na região de Manaus, apresentando média máxima de $146.45 \mu\text{g.g}^{-1}$ de Nmic, contudo os resultados obtidos neste estudo foram condizente com a média similar encontrada por Santiago et al. (2013) de $1732.00 \mu\text{g.g}^{-1}$ de Nmic, em áreas de sistemas agroflorestais com palma de óleo, os mesmos autores afirmam que valores médios de Nmic também foram superiores aos valores obtidos em outros estudos realizados em diferentes sistemas de cobertura do solo e uso da terra na Amazônia, estando próximos aos encontrados em SAFs sucessionais no Nordeste Paraense.

Os elevados teores de Nmic obtidos na área de FLO podem ser justificados pela estabilidade do ambiente, acarretando a autossuficiência de nutrientes e, com isso, contribuindo para o acréscimo de nitrogênio no solo (GOMES; LUIZÃO, 2011). Segundo o estudo de Figueiredo (2016), a dinâmica

de nitrogênio no solo em áreas de florestas secundárias nos municípios de Santarém e Belterra, verificou que a recuperação do nitrogênio nessas áreas, estão evoluindo para os padrões de floresta primária, refletindo no aumento desse nutriente no solo, decorrente da estabilização por meio da atividade microbiana, fixação de nitrogênio, entrada através das chuvas e associação com micorrizas. Como observado, os resultados de Nmic em sistemas agroflorestais com maior tempo de cobertura tendem a restaurar o Nmic do solo alterando-o em longo prazo, o que foi observado em sistemas SAF20 e SAF25, nos quais não diferiram significativamente da FLO. A adição mínima de adubações nitrogenadas aplicadas pelos produtores com o passar dos anos, pode ter favorecido o aumento de Nmic nesses sistemas, uma vez que, segundo Rodrigues et al. (2017), mencionam que o uso de fertilizantes nitrogenados pode retardar a atividade microbiana e por consequência sua mineralização. A reserva de N presente na biomassa do solo é extremamente importante, pois reduz a perda do nitrogênio prontamente disponível às plantas, o que é somente proporcionado após a morte dos micro-organismos no solo. Logo, a existência de uma maior quantidade de micro-organismo propicia um maior teor de Nmic no solo (MARUMATTO et al., 1982; SOUZA, 2005), assim como, maior deposição de resíduos orgânicos, raízes e água retida no solo, os quais estimulam a biodiversidade microbiana do solo (PEREZ et al., 2004).

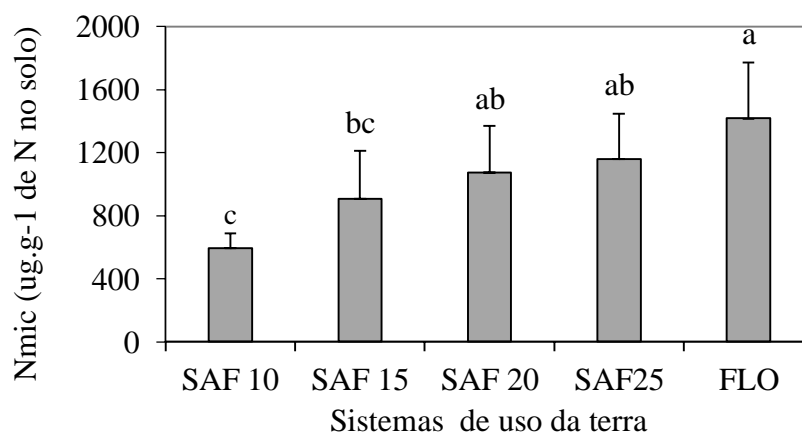


Figura 3. Médias dos teores de nitrogênio microbiano do solo (Nmic) em função dos diferentes sistemas de uso da terra: *Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No caso dos valores de Nmic, em diferentes profundidades, nos sistemas de uso da terra tiveram resultados significativos (Tabela 3). Na profundidade de 0-10 cm se observou que não houveram diferenças significativas de Nmic, em todos os sistemas analisados. Os valores de Nmic na profundidade de 10-20 cm mostraram que a FLO apresentou maior valor em relação com o SAF10, entretanto, esse não diferiu dos sistemas SAF25, SAF20 e SAF15, os quais apresentaram valores similares ao SAF10. E na profundidade de 20-30 cm, a FLO obteve maior valor de Nmic em

comparação aos sistemas SAF20, SAF15 e SAF10, no entanto, não apresentou diferença estatisticamente significativa do SAF25. Ainda, na referida profundidade, o SAF25 alcançou elevados teores de Nmic em relação ao SAF15 e SAF10, porém não diferiu do SAF20, que apresentou maior valor de Nmic em comparação com SAF10, o qual não diferiu significativamente do SAF15.

A resposta dos valores mencionados evidenciam uma propensão de maior valor de Nmic em solos sob sistemas mais estáveis como FLO e nos SAFs mais antigos em comparação aos mais recentes. Semelhante a um estudo realizado no município de Paragominas, ao investigarem diferentes sistemas de manejo do solo (ILPF, pastagem, produção de milho em plantio direto e floresta secundária), observando maior concentração de nitrogênio no solo, em área de floresta secundária, na profundidade de 20-30 cm, possivelmente, pela quantidade de matéria orgânica em decomposição, oriunda das raízes das espécies florestais (OLIVEIRA, 2015). Como também foi avaliado a não diferença da FLO com SAF15, SAF20 e SAF25, o mesmo pode ser explicado por meio de práticas de manejo do solo e das culturas nos sistemas agroflorestais, pois segundo Silva et al. (2012), essas medidas nos SAFs têm favorecido o incremento de nitrogênio proporcionando condições semelhantes a área de mata.

No estudo da comparação entre as profundidades, cada sistema de uso isolado, FLO, SAF25, SAF20 e SAF15 apresentou maiores valores de Nmic na profundidade 20-30 cm em comparação com as profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, as quais não diferiram entre os referidos sistemas. No SAF10 não foi observada diferença significativa entre as profundidades. Apesar da acumulação do Nmic na profundidade de 20-30 cm, diversos fatores podem ter colaborado para redução nas demais profundidades, como a existência de poucos micro-organismos nitrificantes, modificações no estoque de carbono orgânico devido apresentar dinâmicas semelhantes e de possuir relação direta com os diferentes manejos e usos aplicados ao solo (CARDOSO et al., 2010; KRAMER et al., 2002; POLETTO et al., 2008; SETE et al., 2015).

Tabela 3. Teores de nitrogênio microbiano (Nmic) sob diferentes sistemas de uso da terra, FLO - Floresta secundária de 30 anos; SAF de 25 anos - SAF25; SAF de 20 anos - SAF20; SAF de 15 anos - SAF15 e SAF de 10 anos - SAF10, em diferentes profundidades.

Sistema de uso da terra	Profundidades (cm)		
	0-10	10-20	20-30
FLO	918,28 a B	1207,45 a B	2123,93 a A
SAF 25	799,89 a B	914,59 ab B	1758,55 ab A
SAF 20	688,50 a B	781,32 ab B	1747,66 bc A
SAF 15	463,37 a B	819,64 ab B	1439,45 cd A
SAF 10	520,85 a A	588,80 b A	674,45 d A

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (profundidades) e maiúscula (sistemas) nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferenças significativas de temperatura do solo em função dos sistemas de uso da terra (Figura 4). Foi possível verificar que a análise de variância não demonstrou diferença significativa para os sistemas SAF15 (30.7 °C) e SAF10 (30 °C), tendo esses apresentado maiores valores em comparação com os SAF20 (27.2 °C), SAF25 (27.4 °C) e FLO (27.4 °C), que também não diferiram estatisticamente entre si. Segundo Carvalho et al, 2013; Carneiro, 2014; Cunha, et al., 2011; Pereira et. al. 2001, alterações na estrutura do solo ocasionadas pelos sistemas de uso da terra exercem influência na temperatura do solo, em decorrência da redução da quantidade de matéria orgânica, umidade e das modificações nos atributos físicos do solo. Na mesma linha, Cury (2000) relata que a existência de cobertura morta atua como um agente isolante, impedindo oscilações bruscas na temperatura do solo, contribuindo para uma menor evaporação da água armazenada. Logo, os dados de temperatura do solo da pesquisa revelam que a cobertura do solo acumulada, em ambientes mais antigos, influenciou significativamente na redução da temperatura do solo.

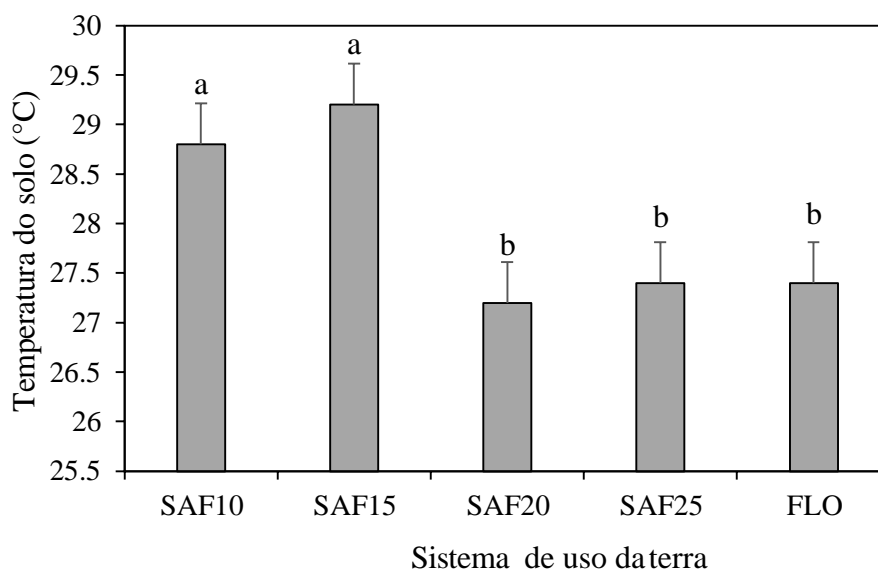


Figura 4. Valores médios de temperatura do solo em função dos diferentes sistemas de uso da terra. *Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. Conclusões

- A floresta secundária e sistemas agroflorestais mais antigos apresentaram melhores índices de acúmulo e de imobilização de Cmic e Nmic da biomassa do solo, em comparação com os sistemas mais recentes.
- Com base nas análises das diferentes profundidades do solo se observou que as maiores concentrações de Cmic foram determinadas na faixa de 10-20 cm, enquanto que o Nmic foi obtido na profundidade de 20-30 cm do solo;
- Ambientes com maior tempo de cobertura do solo, como: FLO, SAF25 e SAF20 obtiveram menores valores médios de temperatura do solo, provavelmente, pelo acúmulo de resíduos orgânico das vegetações na região superficial do solo, o que influenciou, significativamente, na redução da temperatura do solo, proporcionando uma condição mais favorável para a microbiota do solo, em comparação com os sistemas SAF15 e SAF10.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro do projeto. Ao Ex-presidente da Cooperativa Agrícola de Tomé-Açu, Sr. Michinori Konagano e ao proprietário da área de estudo Sr. José Maria, pelo apoio à pesquisa. E ao funcionário Técnico do Museu Emilio Goeldi Paulo Sarmento pela assistência nas análises laboratoriais.

Referências

Ajwat, H.; Dell, C. J.; Rice, C. W. Changes in enzyme activities and microbial biomass of tall grass prairie soil as related to burning and nitrogen fertilization. *Soil Biology*, v.31, p.769-777, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(98\)00177-1](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(98)00177-1).

Alcântara, R. M. C. M.; Araújo, A. M. S.; Lima, A. A.; Silva, E. E. Avaliação da biomassa microbiana do solo em sistemas orgânicos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 2, n.2, p.991-994, 2007. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/7024>.

Altieri, M. *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 4.ed., 2004.

Alves, T. S.; Campos, L. L.; Elias Neto, N.; Matsuoka, M.; Loureiro, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.33, p.341-347, 2011. Doi: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.4841>.

Alves, R. J. M.; Gonçalves, W. G.; Gonçalves, J. P.; Nunes, G. DE L.; SILVA, E. R. M.; MAIA, J. S. ADAMI, M.; NARVAES, I. S. Análise do uso e ocupação do solo em Marapanim-PA a partir de dados do projeto Terraclass. *Holos*, Ano 34, vol.1, p.81-90, 2018. Doi: 10.15628/holos.2018.2819.

Armando, M. S; Bueno, Y. M.; Alves, E. R. S.; Calvacante, C. H. *Agrofloresta para a agricultura familiar*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Circular técnica, Brasília, n.16, p.11, 2002. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/184803>>. Acesso em: fev. 2019.

Balota, E. B.; 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*, Berlin, v. 38, n. 1, p. 15-20, 2003. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00374-003-0590-9>.

Baretta, D. *Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com Araucária Angustifolia no Estado de São Paulo*. Piracicaba. 2007. 158f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, 2007.

Bayer, C.; Mielniczuk, J. Dinâmica e Função da Matéria Orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Metrópole, 2. ed., 2008.

Bernhard-Reversat, F. Dynamics of litter and organic matter at the fast-growing tree plantations on sandy ferrallitic soils (Congo). *Acta Ecologica*, v.14, n.2, p.179-195, 1993. Disponível em: horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins.../38626.pdf.

Bernoux, M.; Cerri, C. C.; Cerri, C. E. P.; Neto, M. S.; Metay, A.; Perrin, A. S.; Scopel, E.; Tantely, R.; Blavet, D.; De piccolo, M. C.; Pavei, M.; Milne, E. Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil, a review. *Sustainable Agriculture*, p.1-8, Dev. 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-90-481-2666-8_7.

Brown, G. G.; Rombke, J.; Hofer, H. Biodiversity and function of soil animals in Brazilian agroforestry systems. In: Gama-Rodrigues, A. C.; Barros, N. F.; Gama-Rodrigues, A. F. (Editores). *Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável*. Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro 1ª ed., 2006.

Cairns, M. F. (Ed.). *Shifting cultivation and environmental change: indigenous people, agriculture and forest conservation*. London: Earthscan, 1ª ed., 2015.

Cardwell, B. A. Enzyme activities as component of soil biodiversity: a review. *Pedobiologia*, v.49, p.637-644, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2005.06.003>.

Cardoso, E. L.; Silva, M. L. N.; Silva, C. A.; Curi, N.; Freitas, D. A. F. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, n. 9, p. 1028-1035, 2010. Disponível em: www.scielo.br/pdf/pab/v45n9/a13v45n9.pdf.

Cardoso, E. J. B. N.; Vasconcellos, R. L. F.; Bini, D.; Miyauchi, M. Y. H.; Santos, C. A.; Alves, P. R. L.; Paula, A. M.; Nakatani, A. S.; Pereira J. M.; Nogueira, M. A. Soil health: Looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health?.

Scientia Agricola [on-line], v.70, p.274-89, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162013000400009>

Carneiro, R. G. *Perfil da temperatura do solo nos biomas florestais da Amazônia e Mata Atlântica com aplicação da transformada em ondas*. 2014. 79f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

Carvalho, A. C. *As metamorfoses do trabalho e no espaço a partir da dendeicultura em Tomé-Açu (PA): estudo de caso na Vila Forquilha*. Dissertação (Mestrado em Geografia) -Universidade Federal do Pará, 2016.

Carvalho, S. P.; Souza, J. R. S.; Makino, M. Observações e estimativas de propriedades térmicas do solo sob floresta e pastagem no Leste da Amazônia. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.28, n.3, p.331 - 340, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862013000300009>.

Cerri, C. E. P.; M. Bernoux, V.; Chaplot, B.; Volkoff, R. L.; Victoria, J. M.; Melillo, K.; Paustian, and C. C. Cerri. Assessment of soil property spatial variation in an Amazon pasture: A basis for selecting an agronomic experimental area, *Geoderma*, v. 123, p.51-68, 2004. Assessment of soil property spatial variation in an Amazon pasture: A basis for selecting an agronomic experimental area. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.01.027>.

Chada, S. S.; Campello, E. F. C.; Faria, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. *Revista Árvore*, v.28, n.6, p.801-809, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622004000600005>.

Chazdon, R. Regeneração de florestas tropicais. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012. Disponível em: www.museu-goeldi.br/editora/bn/artigos/cnv7n3.../regeneracao%28chazdon%29.pdf.

Costa, F. S.; Bayer, C.; Zanatta, J. A.; Mielniczuk, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.323-332, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000100030>.

Cunha, E. Q.; Stone, L. F.; Moreira, J. A. A.; Ferreira, E. P. B.; Didonet, A. D.; Leandro, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I – Atributos físicos do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 35, p. 589-602, 2011. Disponível em: www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n2/v35n2a28.

Cury, B. *Porque fazer plantio direto*. In: Grupo Plantio Direto. Guia para plantio direto, 2000. Ponta Grossa: Federação de Plantio Direto na Palha. 2000. p. 9-15.

Da silva, R. R.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. DE SOUSA.; CURI, N.; ALOVISI, A. M. T. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes – MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:1585-1592, 2010. Disponível em: www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n5/11.pdf.

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) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

Dick, W. A.; Cheng, L.; Wang, P. Soil acid and alkaline phosphatase activity as pH adjustment indicators. *Soil Biology Biochemistry*, v. 32, p.1915-1919, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(00\)00166-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(00)00166-8).

Doran, J. W.; Parkin, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; Coleman, D.C.; Bezdicsek, D.F.; Stewart, B.A., (eds). Defining soil quality for sustainable environment. Madison, *Soil Science Society of America*, p.3-21, 1994. Disponível em: agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2015008223.

Emmerling, C.; Paulsch, D. Improvement of eartworm (lumbriidae) community and activity in mine soils from open-cast coal mining by application of different organic waste materials. *Pedobiologia*, v.45, p.396-407, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/pedobiologia/vol/45/issue/5>.

Epelde, L.; Burges, A.; Mijangos, I.; Garbisu, C. Microbial properties and attributes of ecological relevance for soil quality monitoring during a chemical stabilization field study. Elsevier. *Applied Soil Ecology*, v. 75, p.1-12, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.10.003>.

Figueiredo, A. E. S. *Dinâmica de nitrogênio em solos de florestas secundárias sob diferentes históricos de uso nos Municípios de Santarém e Belterra, Amazônia oriental*. 2016. 50f. Dissertação (Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus-AM, 2016.

Froufe, L. C. M.; RachwaL, M. F. G.; Seoane, C. E. S. Potencial de sistemas agroflorestais multiestratos para sequestro de carbono em áreas de ocorrência de Floresta Atlântica. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.31, n.66, p.143-154, 2011. Disponível em: [10.4336/2011.pfb.31.66.143](http://dx.doi.org/10.4336/2011.pfb.31.66.143)

Gama-Rodrigues, A.C.; Da Gama-Rodrigues, E. F.; Barros, N. F. Balanço de carbono e nutrientes em plantio puro e misto de espécies florestais nativas no sudeste da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1165-1179, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000300025>.

Gomes, A. C. S.;& Luizão, F. J. Leaf and soil nutrients in a chronosequence of second growth forest in central Amazonia: Implications for restoration of abandoned lands. *Restoration Ecology*, v.20, p.339–345, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2011.00773.x>.

Holmes, K. W.; Roberts, D. A.; Sweeney, S.; Numata, I.; Matricardi, E.; Biggs, T. W.; Batista, G.; Soil databases and the problem of establishing regional biogeochemical trends. *Global Change Biology*, v.10, p.796-814, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2003.00753.x>.

Hou, S.; Xin, M.; Wang, L.; Jiang, H.; LI, N.; Wang, Z. The effects of erosion on the microbial populations and enzyme activity in black soil of northeastern China. *Acta Ecologica Sinica*, v.34, p.295–301, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chnaes.2014.10.001>.

Jenkinson, D. S.; Ladd, J. N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E. A., LADD, J. N. (Eds.), *Soil Biochemistry*, vol. 5. Marcel Dekker Inc., New York, Basel, p.415–471, 1981. Disponível em: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19820787384>.

Karlen, D. L.; Mausbach, M. J.; Doran, J. W.; Cline, R. G.; Harris, R. F.; Schuman, G. E. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation (A Guest Editorial). *Soil Science Society of America Journal*, v.61, p.4-10, 1997. Disponível em: [10.2136/sssaj1997.03615995006100010001x](https://doi.org/10.2136/sssaj1997.03615995006100010001x).

Kennedy, A.; Doran, J. Sustainable agriculture: role of microorganisms. In: BITTON, G. (Org.) *Encyclopedia of Environmental Microbiology*. New York: John Wiley; Sons, p.3116-3126. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/0471263397.env085>.

Kramer, A. W.; Doane, A. T.; Horwath, W. R.; Kessel, C. V. Combining fertilizer and organic inputs to synchronize N supply in alternative cropping systems in California. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.18, p.233-243, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00226-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00226-2).

Lal, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, v.304, p.1623-1627, 2004. Doi: [10.1126/science.1097396](https://doi.org/10.1126/science.1097396).

Lima, S. S.; Leite, L. F. C.; Oliveira, F. C.; Costa, D. B. Atributos químicos e estoques de carbono e nitrogênio em argissolo vermelho-amarelo sob sistemas agroflorestais e agricultura de corte e queima no norte do Piauí. *Revista Árvore*, v. 35, p. 51-60, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000100006>.

Lourente, E. R. P.; Mercante, F. M.; Alovero, A. M. T.; Gasparini, A. S.; Gomes, C. F.; Nunes, C. M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 41, p.20-28, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5216/pat.v41i1.8459>.

Lourente, E. R. P.; Mercante, F. M.; Tokura, A. M.; Miotto, D.; Colaço, F. W.; Viana, C. M. Atributos químicos e microbiológicos avaliados em sistemas de cultivos agrícolas e florestais. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Suplemento especial, v.3, p.111-114, 2008. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/7619>.

Marumatto, T.; Anderson, J. P. E.; Domsch, K. H. Mineralization of nutrients from soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*. Oxford, v.14, p.469-475, 1982. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(82\)90106-7](https://doi.org/10.1016/0038-0717(82)90106-7).

Maruoka, Y. *70 anos de imigração japonesa para a Amazônia (Baseado no livro comemorativo aos 60 anos da Imigração Japonesa para a Amazônia, editado em setembro de 1994)*. São Paulo: Topan - Press Ltda., 283p. 2001.

Massoca, P. E. S.; Jakovac, A. C. C.; Bentos, T.V.; Williamson, G. B. T.; Mesquita, R. C. G. Dinâmica e trajetórias da sucessão secundária na Amazônia Central. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 7, n. 3, p. 235-250, 2012. Disponível em: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19820787384>.

Matsuoka, M.; Mendes, I.C.; Loureiro, M.F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p. 425-433, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000300004>.

Mcguire, K. L.; Treseder, K. K. Microbial Communities and Their Relevance for Ecosystem Models: Decomposition as a Case Study. *Soil Biology & Biochemistry*, v.42, p.529-535, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.11.016>.

Mendonça, E. S.; Leite, L. F. C.; Ferreira Neto, P. S. F. Cultivo do café em sistema agroflorestal: uma opção para recuperação de solos degradados. *Revista Árvore*, v.25, n.3, p.375-383, 2001. Disponível em: <https://www.worldcat.org/title/cultivo-do-cafe-em-sistema-agroflorestal-uma-opcao-para-recuperacao-de-solos-degradados/oclc/709097871>.

Mendonça, E. S.; Matos, E. S. *Matéria Orgânica do solo: métodos de análises*. Departamento de solo (UFV). Viçosa-MG, p.61-71, 2005.

Moura, M. A. L.; Querino, C. A. S. Variação sazonal do fluxo de calor no solo dentro de um manguezal tropical. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, p. 296-302, 2010. Disponível em: www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n3/v14n03a09.pdf.

Monteiro, M. de A.; Coelho, M. C.; Barbosa, J. M (Orgs.). *Atlas socioambiental: municípios de Tomé-Açu, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis*. Belém: NAEA, 463 p, 2009. Disponível em: <<https://www.worldcat.org/title/atlas-socioambiental-municipios-de-tome-acu-aurora-do-para-ipixuna-do-para-paragominas-e-ulianopolis/oclc/792739290>>. Acesso em: fev. 2019.

Oliveira, P. C. R. *Dinâmica de nitrogênio no solo submetido a diferentes sistemas de manejo em Paragominas – PA*. 2015, 41f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Belém, 2015.

Pachêco, N. A.; Bastos, T. X.; Creão, L. G. C. *Boletim agrometeorológico de 2008 para Tomé-Açu*. Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental 1.ed., 2009.

Pereira, V. C.; Espinola Sobrinho, J.; Bezerra, J. R. C.; Moura, M. S. B.; Borges, V. P.; Santos, W. O. Saldo de radiação e fluxo de calor no solo nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura do algodoeiro na Chapada do Apodi, RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 17, 2011, Guarapari. Anais eletrônicos... Sete Lagoas, *Sociedade Brasileira de Agrometeorologia*, p. 1-5, 2011.

Perez, K. S. S.; Ramos, M. L. G.; Mcmanus, C. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo cultivado com soja, sob diferentes sistemas de manejo, nos Cerrados. *Pesquisa agropecuária Brasileira*, Brasília, v.40, n.2, p.137-144, fev. 2005. Disponível em: www.scielo.br/pdf/pab/v40n2/23820.pdf.

Poletto, N.; Grohs, D. S.; Mundstock, C. M. Flutuação diária e estacional de nitrato e amônio em um Latossolo Amarelo distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 41, p. 1619-1626, 2010. Disponível em: www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n4/a26v32n4.pdf.

Rebêlo, A. G. M.; Capucho, H. L. V.; Pauletto, D; Neto, V.P. Acúmulo de serapilheira em três sistemas agroflorestais no Oeste do Pará. In: *Anais... X Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*. SAF: Aprendizado, desafios e perspectivas. Campus UFMT, Cuiabá-MG, 2016.

Resh, S. C.; Binkley, D.; Parrota, J. A. Greater soil carbon sequestration under nitrogen-fixing trees compared with Eucalyptus species. *Ecosystems*, v.5, p.217-231, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0067-3>.

Rodrigues, R. A. R.; Mello, W. Z.; Conceição, M. C. G.; Souza, P. A.; Silva, J. J. N. Dinâmica do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas e Florestais Tropicais e seu Impacto na Mudança do Clima. *Revista Virtual de Química*, v.9, n.5, p.1868-1886, 2017. Doi: 10.21577/1984-6835.20170110.

Sanchez, P. A., AND S. W. Buol. Soils of the tropics and world food crisis, *Science*, v.188, p.598-603, 1975. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20170104>.

Santiago, W. R.; Vasconcelos, S. S.; Kato, O. R.; Bispo, C. J. C.; Rangel-Vasconcelos, L. G. T. Castellani, D. C. Nitrogênio mineral e microbiano do solo em sistemas agroflorestais com palma de óleo na Amazônia oriental. *Acta Amazônica*, v. 43, n.4, p.395-406, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672013000400001>.

Serafim, M. E.; De Oliveira, G. C.; De Oliveira, A. S.; Guimarães, P. T. G.; Costa, J. C. Sistema conservacionista e de manejo intensivo do solo no cultivo de cafeeiros na região do alto São Francisco, MG: Um estudo de caso. *Biosci. J.*, v.27, p.964-977, 2011. Disponível em: www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/download/12521/8132.

Sete, P. B.; Melo, G. W. B.; Oliveira, B. S.; Freitas, R. F.; Magro, R. D.; Ambrosini, V. G.; Trapp, T.; Comin, J. J.; Gatiboni, L. C.; Brunetto, G. Perdas de nitrogênio do solo e resposta do pessegueiro à adição de composto orgânico. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.45, n.4, p.651-657, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131232>.

Silva, M. S. C.; Silva, E. M. R.; Pereira, M. G.; Silva, C. F. Estoque de Serapilheira e Atividade Microbiana em Solo sob Sistemas Agroflorestais. *Floresta e Ambiente*, v19, n.4, p.431-441, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2012.058>.

Souza, E. D.; Costa, S. E. V. G. A.; Anghinori, I.; Lima, C. V. S.; Carvalho, P. C. F.; MARTINS, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, n.34, p.79-88, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000100008>.

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*. 2005. 50f. Dissertação

(Mestre em Ciências do Solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina - Centro de Ciências Agroveterinárias – Lages, 2005.

Sparling, G. P. Soil microbial biomass activity and nutrient cycling as indicator of soil health. *In*: Pankhurst, C., Double, B.M., Gupta, V.V.S.R. (Eds.), *Biological Indicators of Soil Health*. CAB International, New York, p.97-119, 1997. Disponível em: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US1997059138>.

Veiga, M.; Reinert, D. J.; Reichert, J. M. Tillage systems and nutrient sources affecting soil cover, temperature and moisture in clayey Oxisol under corn. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v.34, p.2011-2020, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000600025>.

Wardle, D. A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. *Biological Reviews*, v.67, p.321–358, 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1992.tb00728.x>.

Zaninetti, R. A. *Variação de atributos do solo na conversão da floresta primária em seringais em Latossolo amarelo na Amazônia ocidental, Manaus-AM*. 2012. 105f. Tese (Doutorado em Agronomia tropical) – Universidade Federal do Amazonas, 2012.

ARTIGO 2 - Análise de carbono orgânico, nitrogênio e relação C/N em solos sob diferentes sistemas agroflorestais no Município de Tomé-açu, PA

Analysis of organic carbon, nitrogen and C / N ratio in soils under different agroforestry systems in the Municipality of Tomé-açu, PA

¹ Bruna Stefanny das Neves de Sousa ² Manoel Tavares de Paula ³ Cristine Bastos do Amarante

RESUMO – As diversas formas de uso da terra para fins de produção na Amazônia, têm resultado em significativas alterações na camada estrutural do solo, inviabilizando sua utilização por um longo período de tempo. Entretanto, a busca de alternativas sustentáveis de uso da terra, têm sido relevantes para manter o equilíbrio entre a exploração do homem sobre o meio ambiente. Diante da importância dos modelos agrícolas sustentáveis, o objetivo deste estudo foi analisar por meio do uso de indicadores de qualidade do solo (C orgânico, N e relação C/N), os benefícios que os sistemas agroflorestais (SAFs) oferecem ao solo. O experimento foi realizado em uma propriedade rural localizado no Município de Tomé-Açu, PA. Como delineamento experimental, foi utilizado o tipo blocos casualizados em parcelas subdivididas, dispo de 5 áreas de estudo (4 SAFs + Floresta secundária como referência), 3 profundidades (0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm) e 3 repetições. As análises verificaram que os teores de C, N e relação C/N foram maiores em área de floresta, e na camada mais superficial do solo decrescendo com a profundidade. Contudo, dados similares foram obtidos em SAFs mais antigos, mostrando o potencial na conservação e melhorias na qualidade do solo com o passar dos anos.

Palavras-chaves: agrofloresta, produtividade, atributos edáficos, Amazônia.

ABSTRACT- The various forms of land use for production purposes in the Amazon have resulted in significant changes in the soil structural layer, making it unusable for a long period of time. However, the search for sustainable alternatives to land use has been relevant to maintaining a balance between the exploitation of man and the environment. Considering the importance of sustainable agricultural models, the objective of this study was to analyze the benefits that agroforestry systems (SAFs) offer to the soil through the use of soil quality indicators (organic C, N and C / N ratio). The experiment was carried out in a rural property located in the Municipality of Tomé-Açu, PA. The experimental design used was randomized blocks in subdivided plots, with 5 study areas (4 SAFs + secondary Forest as reference), 3 depths (0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm) and 3 replicates. The analyzes verified that the C, N and C / N ratio were higher in forest area, and in the most superficial layer of the soil decreasing with depth. However, similar data were obtained on older SAFs, showing potential for conservation and improvements in soil quality over the years.

Keywords: agroforestry, productivity, edaphic attributes, Amazon.

1. INTRODUÇÃO

A floresta amazônica, caracterizada por possuir solos com baixa fertilidade, vem sendo amplamente explorada por diversas atividades extrativistas, sobretudo, por meio da adoção de práticas convencionais, proporcionando a degradação de extensas áreas e comprometendo as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (CALEGARI et al., 2006; SÁ et al., 2010; SILVA et al., 2015; VIEIRA; SANTOS, 1987). Entretanto, formas de manejo do solo com aspectos mais sustentáveis, têm se estabelecido na região, como no caso dos Sistemas Agroflorestais (SAFs), cada vez mais difundido e adotado pelos pequenos produtores da localidade (OLIVEIRA et al., 2010).

Os SAFs têm se mostrado bastante eficiente na contribuição de melhorias na qualidade do solo. Conforme Ribaski (2012), esse sistema de manejo agrícola e de conservação do solo, fornece ao produtor uma maior liberdade em relação a combinação de espécies de vegetais, no qual pode ser

arranjado com espécies arbóreas (frutíferas e/ou madeireiras) e cultivos agrícolas, com ou sem, a criação de animais, de forma simultânea, ou em sequência temporal. Proporcionando, benefícios como a capacidade de retardar ou reverter a degradação do solo, o aumento da fertilidade, o sequestro de carbono e garantir a subsistência das famílias agrícolas, obtida pelos proventos ecológicos e econômicos (SCHEMBERGUE et al., 2017).

A importância de se estudar sistemas já estabelecidos como os SAFs, tem a finalidade de comprovar a eficiência sobre a gestão em alterar positivamente os atributos do solo (BALBINO et al., 2012). Dado que, a maioria das causas de alterações nos teores de nutrientes no solo, está vinculada algum tipo de exploração, que ocorre inicialmente pela retirada da vegetação e exposição do solo, podendo ocorrer posteriormente, a produção de cultivos agrícolas com aplicação de fertilizantes e defensivos, o tráfego de máquinas e na alteração do regime hídrico nas bacias hidrográficas (ARCO-VERDE et al., 2015; CORRÊA et al., 2010; MOREIRA; MALAVOLTA, 2004).

A preservação da estrutura do solo é fundamental, pois age como regulador de vários processos, como: no movimento da água, na oxigenação, na temperatura do solo e na ciclagem de nutrientes (SALTON et al., 2008; ROZANE et al., 2010; LOSS et al., 2015), tendo a manutenção da matéria orgânica no solo, um fator importante para a ocorrência dessas ações. Diversos estudos atribuem sua importância, principalmente por fazer parte dos processos de equilíbrio dos ciclos do carbono (C) e do nitrogênio (N) no solo (BORTOLON et al., 2009).

O nitrogênio presente na matéria orgânica, atua como um reservatório de formas de N (STEVENSON, 1994; D'ANDRÉA et al., 2004). Predominantemente em formas orgânicas, o N reflete na diversidade de compostos orgânicos existentes em plantas e na ação dos micro-organismos do solo (RAIJ, 1991).

O carbono armazenado na matéria orgânica contribui para a redução de C na atmosfera (RÓZ et al., 2015) no qual é sequestrado pelo relativo longo período de tempo (SWIFT, 2001). Esse

processo permiti entender a relação dos teores de C, em diferentes classes de solos, uma vez que sua avaliação está ligada à tentativa de determinar o que poderá ser perdido ou aportado, caso ocorram mudanças no uso da terra (LAL, 2004).

A relação C/N é um indicador primordial da decomposição da matéria orgânica do solo, pois fornece informação sobre o estado de humificação no solo (NEU, 2005). Além de determinar a competição entre os nutrientes essenciais para a atividade dos micro-organismos no solo (LUCHESE et al., 2002).

Diversos trabalhos, têm demonstrado que as propriedades do solo foram melhoradas com adoção dos sistemas agroflorestais (PAUDEL et al., 2012; BARDHAN et al., 2013; UDAWATTA et al., 2014). No entanto, apesar de seus benefícios já serem conhecidos, se faz necessário a realização de mais estudos para comprovar e monitorar a eficiências desses sistemas de uso da terra.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o carbono orgânico, nitrogênio e relação C/N, em solos sob sistemas agroflorestais, utilizando como parâmetro de avaliação a floresta secundária, no município de Tomé-açu, Pará, Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo foi concentrada em uma propriedade rural localizado no nordeste do Estado do Pará, no município de Tomé-Açu (Figura 1). Criado em 17 de março de 1959, a região está situada na mesorregião Nordeste Paraense, entre a latitude Sul de 02° 07' e 03° 08' e longitude Oeste de Greenwich de 47° 58' e 48° 29' (MONTEIRO et al., 2009). O clima da região é do tipo Ami, conforme a classificação de Köppen. As temperaturas são elevadas acima de 26.0 °C, e a precipitação média de 1983 a 2010 esteve em torno de 2.522,6 mm (MONTEIRO et al., 2009). A vegetação original é composta por Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, atualmente bastante alterada e

que ensejam a ocorrência de florestas secundárias (PACHECO; BASTOS, 2008). O tipo de solo predominante são os Latossolos Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2009).

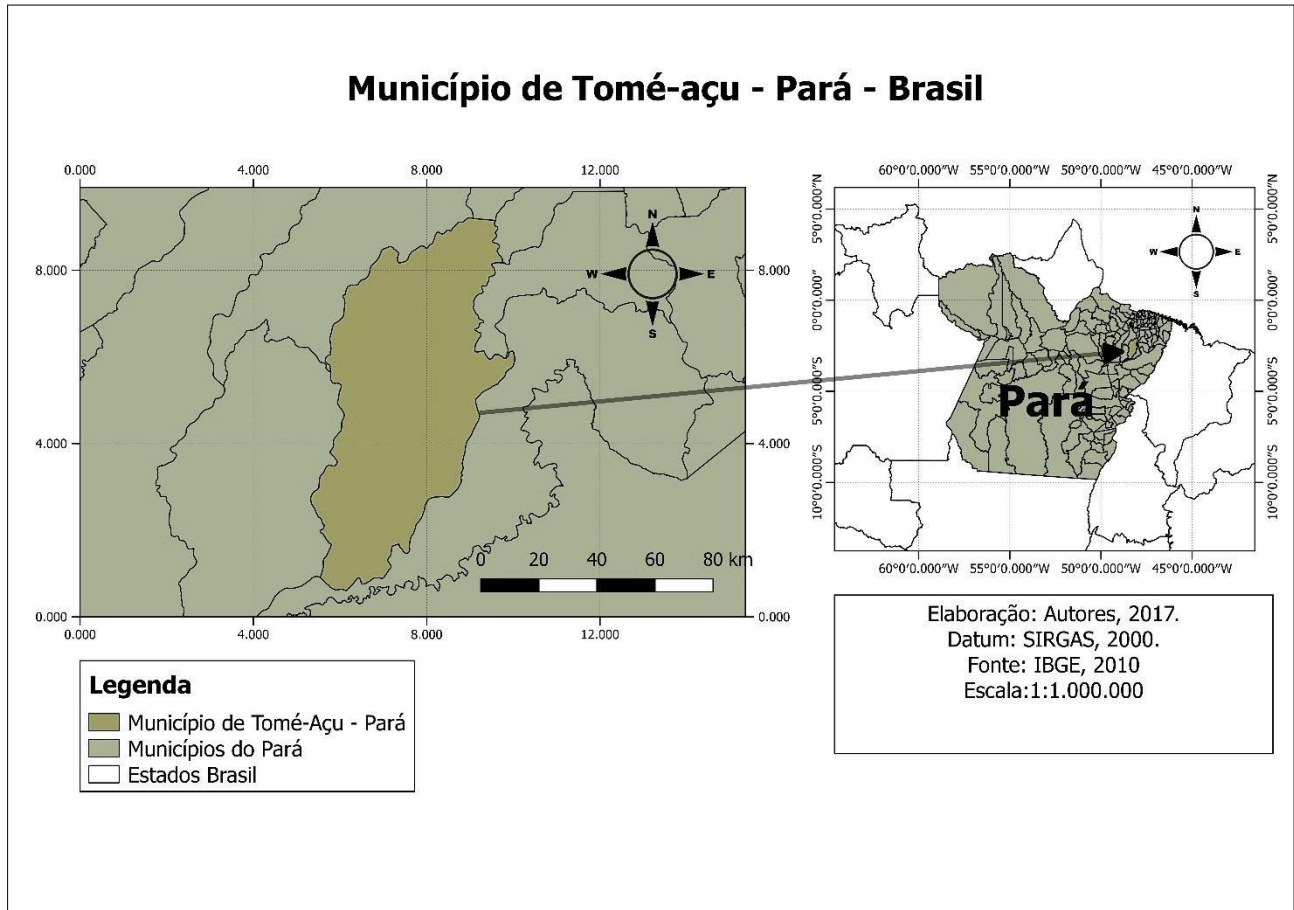


Figura 1- Área de estudo - Município de Tomé-Açu / PA.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em parcelas subdividas, com três repetições, três profundidades de coleta (0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm) e cinco áreas de estudo com diferentes idades de implantação, descritas a seguir:



Figura 2 - Floresta secundária de 30 anos, utilizada como referência neste estudo - FLO.



Figura 3 - SAF de 25 anos formado pelas culturas de paricá, cupuaçu e açai - SAF 25.

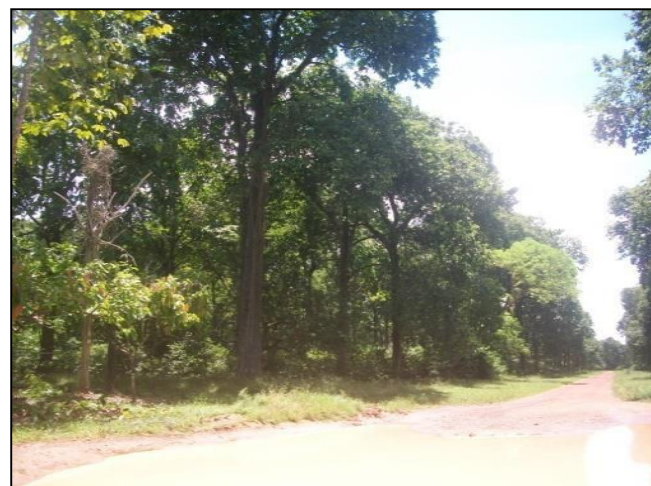


Figura 4 – SAF de 20 anos formado pelas culturas de castanheira e cacau – SAF 20.



Figura 5 - SAF de 15 anos formado pelas culturas de andiroba e cacau – SAF 15.



Figura 6 - SAF de 10 anos formado por pimenta-do-reino e castanheira – SAF 10.

2.3 ANÁLISES LABORATORIAIS

A determinação do carbono orgânico do solo foi realizado através do método descrito por Walkley–Black (1934), que consiste em promover a oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico, empregando como fonte de energia o calor desprendido do ácido sulfúrico e do aquecimento. O excesso de dicromato após a oxidação foi titulado com solução padrão de sulfato ferroso amoniacal (sal de Mohr).

Para obtenção do carbono orgânico foram pesados aproximadamente 20 g de solo (triturado e peneirado) de cada amostra. Após, foram retirados e pesados 0,5 g do solo de cada amostra e colocados em erlenmeyers de 250 mL e, em seguida, adicionado 10 mL (pipetados) da solução de dicromato de potássio a 0,0667 M, assim como, o preparo de um branco na mesma proporção, e com o cuidado de não esquecer de anotar o volume de sulfato ferroso amoniacal gasto. Posteriormente, a solução das amostras foram transferidas para tubos de ensaio de 25 mm de diâmetro e 250 mm de altura, completando com água até a borda do recipiente, funcionando este como condensador. Os tubos foram colocados para aquecerem em placa elétrica até à fervura branda, durante 5 minutos, e após deixados para esfriarem com adição de 80 mL de água destilada, medida com proveta, e mais 2 mL de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador difenilamina. Em seguida, foi realizada a titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol L⁻¹, observando a mudança da cor azul para a cor verde, e tomando o cuidado ao anotar o número em mililitros gastos.

Com a obtenção dos valores da titulação, os mesmos foram utilizados para realizar os cálculos, utilizando as fórmulas, a seguir:

sendo que:

$$C \text{ (g/kg)} = (40 - \text{volume gasto}) \times f \times 0,6$$

f = (40 é o volume do sulfato ferroso gasto na prova em branco).

A percentagem de matéria orgânica também foi calculada multiplicando-se o resultado do carbono orgânico por 1,724. Este fator é utilizado em virtude de se admitir que na composição média do húmus, o carbono participa com 58%.

$$\text{Matéria Orgânica (g/kg)} = C \text{ (g/kg)} \times 1,724$$

Para a determinação do nitrogênio (N) foi empregado o método Kjeldahl. Neste método, o N é convertido em sulfato de amônio através de oxidação com uma mistura de CuSO₄, H₂SO₄ e Na₂SO₄.

Posteriormente em meio alcalino, o sulfato de amônio convertido da matéria orgânica libera a amônia que, em câmara de difusão, é complexada em solução de ácido bórico contendo indicador misto, sendo finalmente determinado por acidimetria (HCl).

Na análise do N foram pesados 0,7 g de solo de cada amostra e colocados em balões kjeldahl de 100 mL, adicionando 15 mL da mistura ácida de sulfato, procedendo a digestão. O conteúdo das amostras foram deixadas para ferverem durante 1 hora ou mais, até a completa destruição da matéria orgânica. Após deixado esfriarem junto com 25 mL de água, os mesmos foram colocados para agitarem com intuito de homogeneizar e, em seguida, adicionados 2 gotas de solução xaroposa de cloreto férrico. Gradativamente também foram adicionados a solução de NaOH a 30%, até que a solução apresenta-se a coloração castanho-claro (início da formação dos compostos básicos de ferro). Após esfriar, cada balão de amostra foi colocado na balança, adicionando água até se obter o peso do balão (60,35 g), misturando bem a solução. Foram transferidos 12g (10 mL) da solução parcialmente neutralizada. Paralelamente, foi colocado 25 mL de solução de ácido bórico a 4% em erlenmeyer de 125 mL, adicionando a esta solução 5 gotas do indicador misto. Ao inserir na extremidade do destilador foi adicionado 2 mL de soda 30%, procedendo a destilação da amônia, a vapor, durante 5 minutos. Depois de frio a titulação foi realizada com solução padronizada de H_2SO_4 0,005 ml L⁻¹, até a mudança da cor azulada para rósea, e conjuntamente à prova em branco.

Com a obtenção dos valores da titulação, foi então realizado o cálculo com a seguinte fórmula:

$$N \text{ (g/kg)} = a - b$$

sendo que:

a = mL de ácido 0,005 mol L⁻¹ na amostra.

b = mL de ácido da prova em branco.

Tanto os procedimentos de carbono orgânico e nitrogênio estão contidos no Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes (EMBRAPA, 2009). A relação C/N por sua vez, foi realizada através da divisão dos valores de teor de carbono e nitrogênio.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a obtenção dos resultados, os mesmos foram organizados em planilhas do Excel 2016 e submetidos ao programa estatístico System for statistical analysis (ESTAT) versão 2.0, para a realização da análise de variância (ANOVA). Aplicou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para comparação entre as médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de carbono orgânico (CO) em função dos sistemas de uso da terra, não considerando as profundidades, estão apresentados na Figura 7. Foi verificado que a FLO apresentou maior concentração do CO (10,79 g/kg) em comparação aos sistemas agroflorestais. Já em relação, as variações entre os sistemas, SAF 25 (4,71 g/kg), SAF 15 (5,53 g/kg), SAF 20 (3,21 g/kg) e SAF 10 (3,08 g/kg), não diferiram estatisticamente entre si. Dados aproximados foram encontrados por Moraes et al. (2015), em um estudo realizado em Paragominas no Pará, apresentando médias inferiores a 4,3 kg /g em áreas agrícolas. Em relação aos maiores teores de CO encontrados em área de FLO, o mesmo pode ser justificado pela grande quantidade de biomassa vegetal no solo, em comparação com áreas manejadas (RASMUSSEN; COLLINS, 1991). Estando em conformidade, com os estudos realizados por Assis et al. (2006) e Silva et al. (1999), nos quais afirmam que os teores de carbono orgânico são reduzidos pelo cultivo do solo.

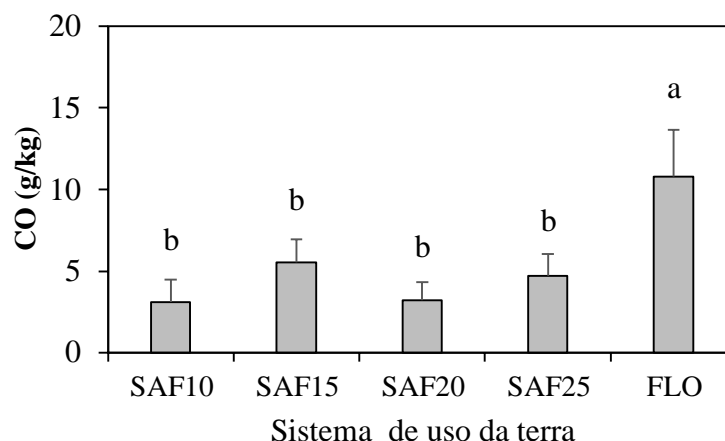


Figura 7. Médias dos teores de carbono orgânico em função dos diferentes sistemas de uso da terra: Floresta secundária de 30 anos - FLO; SAF de 25 anos - SAF25; SAF de 20 anos - SAF20; SAF de 15 anos - SAF15 e SAF de 10 anos - SAF10. *Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao analisar valores médios de CO em função dos diferentes sistemas de uso da terra, em relação as profundidades, se observou que houveram variações significativas nas concentrações de CO no solo (Tabela 1). Na profundidade de 0-10 cm, a FLO se destacou com maior acúmulo de CO em comparação aos demais sistemas analisados, os quais não apresentaram diferenças significativas entre si. Na profundidade de 10-20 cm, a FLO apresentou maior valor de CO em comparação com os SAF25, SAF20, e SAF10, no entanto, não obteve diferença significativa com do SAF15, esse mesmo sistema também não se diferenciou do SAF25, SAF20 e SAF10. Já na profundidade de 20-30 cm, não foram observadas diferenças significativas em todos os sistemas analisados. Os resultados obtidos neste estudo, verificaram a ocorrência de variações de CO em relação as profundidades do solo, principalmente, em sistemas agroflorestais, podendo ser explicados com base em estudo de D'Andrea et al. (2004), nos quais relatam que independente dos sistemas de manejo, os nutrientes se concentram em camadas mais superficiais no solo, não havendo significância em camadas mais profundas.

Considerando valores de CO, entre as diferentes profundidades, e em cada sistema isolado, foi observado uma redução significativa nos valores de CO em função do aumento da profundidade

(0-10 cm > 10-20 cm > 20-30 cm), condizente com a pesquisa de Rosa et al. (2003), em que afirmam que existe um declínio no conteúdo de carbono do solo em torno de 20 a 50%, com o aumento da profundidade, quando os ecossistemas naturais são substituídos por sistemas manejados. Em relação aos ambientes com SAFs, não foram observadas diferenças significativas na concentração de CO entre as profundidades.

Tabela 1. Teores de carbono orgânico em g/kg, sob diferentes sistemas de uso da terra, Floresta secundária de 30 anos - FLO; SAF de 25 anos - SAF25; SAF de 20 anos - SAF20; SAF de 15 anos SAF15 e SAF de 10 anos - SAF10, em diferentes profundidades.

Sistemas de uso da terra	Profundidades (cm)		
	0-10	10-20	20-30
FLO	16,23 a A	10,55 a B	5,59 a C
SAF25	6,85 b A	4,01 b A	3,27 a A
SAF20	5,50 b A	2,57 b A	1,56 a A
SAF15	6,62 b A	6,17ab A	3,81 a A
SAF10	4,01 b A	3,88 b A	1,37 a A

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (profundidade) e maiúscula nas linhas (sistemas), não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados médios de nitrogênio (N) no solo, foram significativos em relação aos diferentes sistemas de uso da terra, desconsiderando as profundidades (Figura 8). Similar aos valores encontrados para carbono, também a área de FLO apresentou maior teor de N (0,81 g/kg) no solo. Valores médios nos sistemas SAF 25 (0,58 g/kg), SAF 20 (0,50 g/kg) e SAF 15 (0,58 g/kg), não obtiveram diferenças significativas entre si, assim como, observado entre os SAF20 (0,50 g/kg) e SAF10 (0,45 g/kg). Resultados semelhantes foram verificados por Ferreira et al. (2004) com médias inferiores a 0,90 kg/g, segundo os referidos autores, o equilíbrio entre as áreas analisadas (cultivos anuais, cultivo perene e mata secundária) foi obtido devido o reforço da adubações nitrogenadas e o

reforço de plantas das espécies de leguminosas. Já em um outro estudo, sobre a dinâmica do nitrogênio do solo, também foi observado que em solos pouco cultivados a mineralização é mais elevada em comparação com os solos com cultivos intensivos (TEDESCO et al., 1995).

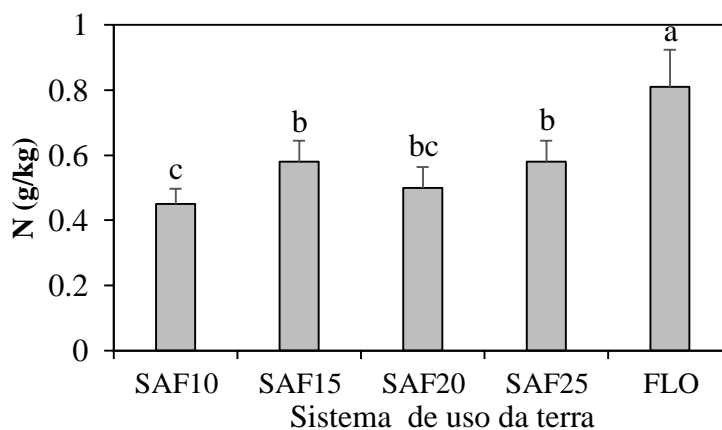


Figura 8. Médias dos teores de nitrogênio do solo em função dos diferentes sistemas de uso da terra: Floresta secundária de 30 anos - FLO; SAF de 25 anos - SAF25; SAF de 20 anos - SAF20; SAF de 15 anos - SAF15 e SAF de 10 anos - SAF10. * Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores médios de N no solo, em cada sistema de uso da terra, e profundidades analisadas, apresentaram diferenças estatísticas significativas (Tabela 1). Na profundidade de 0-10 cm, a FLO obteve elevados teores de N em comparação aos sistemas com cultivo, os quais diferiram estatisticamente entre si, sendo o SAF10 atribuído a menor concentração de N, sendo o mesmo também foi observado na profundidade 10-20 cm. Em relação a profundidade de 20-30 cm, foi observado que a FLO não diferiu significativamente do SAF25 e SAF15, os quais também não diferiram do mesmo, do SAF20 e SAF10.

Ao analisar valores médios de N, em cada sistemas isolado com a profundidade, se verificou que no ambiente de FLO, houve expressivas variações de N, contudo sendo maior na profundidade de 0-10 cm, assim como, observado em áreas com sistemas agroflorestais, mostrando que os SAF25 e SAF20 apresentaram também elevados teores de N nesta profundidade. Em relação aos sistemas

SAF15 e SAF10, se observou que nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, não houveram diferenças significativas, no entanto, os menores valores de N foram observados na profundidade de 20-30 cm nesses sistemas.

Os resultados descritos das análises de variância, demonstram que o maior acúmulo de N no solo são observados na camada mais superficial do solo, em comparação as camadas mais profundas. Esses resultados corroboram com os de Rangel et al (2008), que ao analisarem teores de N sob o cultivo do cafeeiro, verificaram valores mais elevados na camada mais superficial do solo, seguindo o mesmo padrão de distribuição do CO, decorrente da maior deposição de matéria orgânica. Também, esta mesma tendência foi observada em estudo de Sousa e Melo (2000), realizado em sistema de produção de milho.

Tabela 2. Teores de nitrogênio do solo em g/kg, sob diferentes sistemas de uso da terra: Floresta secundária de 30 anos - FLO; SAF de 25 anos - SAF25; SAF de 20 anos - SAF20; SAF de 15 anos - SAF15 e SAF de 10 anos - SAF10, em diferentes profundidades.

Sistema de uso da terra	Profundidades (cm)		
	0-10	10-20	20-30
FLO	1,04 a A	0,78 a B	0,61 a C
SAF25	0,69 b A	0,55 bc B	0,50 ab B
SAF20	0,63 bc A	0,48 b B	0,40 b B
SAF15	0,68 bc A	0,61 bc A	0,45 ab B
SAF10	0,53 c A	0,45 c AB	0,37 b B

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (profundidade) e maiúscula nas linhas (sistemas), não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Valores médios de Relação (C/N) mostraram diferenças significativas entre os sistemas de uso da terra analisados (Figura 9). As áreas de FLO, SAF25 e SAF15 não diferiram significativamente entre si, como também observado em sistemas SAF25, SAF20 e SAF15 e entre sistemas SAF25,

SAF20 e SAF10. Mesmo a área de FLO e SAFs mais antigos não terem se diferenciado estatisticamente, se observou maiores valores de relação C/N nesses ambientes com maior tempo de cobertura, colaborando com estudo de Parton et al. (2007), os quais atribuem que as variações encontradas de valores de relação C/N estão relacionadas a decomposição da biomassa vegetal e velocidade de liberação de nitrogênio contido na biomassa. Entretanto, estudo de Ferreira et al. (2004), encontraram resultados contrários aos obtidos com esta pesquisa, pois não observaram diferenças significativas para C/N, estudando diferentes sistemas de uso da terra em comparação com a floresta secundária.

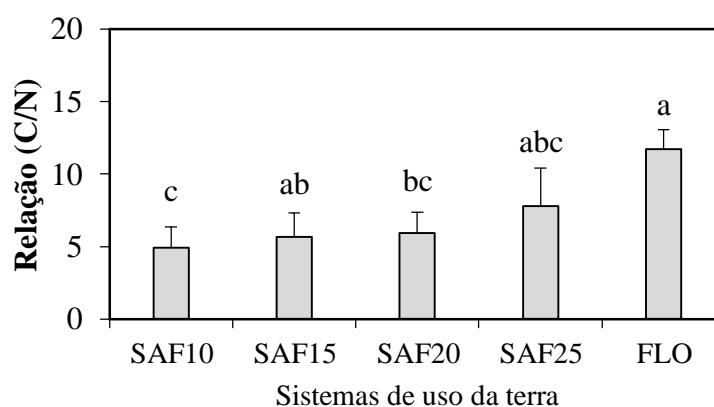


Figura 9. Médias da relação C/N do solo (g/kg) em função dos diferentes sistemas de uso da terra: Floresta secundária de 30 anos - FLO; SAF de 25 anos - SAF25; SAF de 20 anos - SAF20; SAF de 15 anos - SAF15 e SAF de 10 anos - SAF10. *Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. CONCLUSÕES

1. Teores mais elevados de CO e N no solo foram determinados em área de FLO em comparação as demais áreas estudadas, provavelmente, atribuído ao maior porte de resíduos orgânicos depositados no solo ao longo dos anos, como observado pelas baixas concentrações em sistemas mais recentes;

2. Para todos os sistemas de uso da terra estudados foi verificado uma maior deposição de CO e N na camada mais superficial do solo, apresentando decréscimo com o aumento da profundidade;
3. Os maiores valores de relação C/N foram adquiridos em sistemas mais antigos, possivelmente, devido ao grau de decomposição da matéria orgânica ser maior nesses ambientes.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro do projeto. Ao Ex-presidente da Cooperativa Agrícola de Tomé-Açu, Sr. Michinori Konagano e ao proprietário da área de estudo Sr. José Maria, pelo apoio à pesquisa. E ao funcionário Técnico do Museu Emilio Goeldi Paulo Sarmento pela assistência nas análises laboratoriais.

REFERÊNCIAS

ARCOVERDE, S. N. S.; SALVIANO, A. M.; OLSZEWSKI, N.; MELO, S. B.; CUNHA, T. J. F.; GIONGO, V.; PEREIRA, J. S. Qualidade Física de Solos em uso Agrícola na Região Semiárida do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.1473-1482, 2015. doi: 10.1590/01000683rbc20140282.

ASSIS, C. P.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L. Carbono e Nitrogênio em Agregados de Latossolo Submetido a Diferentes Sistemas de Uso e Manejo. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n.10, Brasília, 2006.

BALBINO, L. C.; ADRIANO, L.; CORDEIRO, M.; GALERANI, P. R. Agricultura sustentável por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). **Informações Agronômicas**, v.19, p.1-32, 2012. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n12p837-842>.

BORTOLON, E.S.O.; MIELNICZUK, J.; TORNQUIST, C.G.; LOPES, F.; FERNANDES, F.F.

Simulação da dinâmica do carbono e nitrogênio em um Argissolo do Rio Grande do Sul usando modelo Century. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1635-1646, 2009.

CALEGARI, A.; CASTRO FILHO, C.; TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R. & GUIMARÃES, M.

F. Melhoria da agregação do solo através do sistema plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**,

Londrina, v.27, n.2, p.147-158, 2006.

CORRÊA R. M.; FREIRE, M. B. G. S.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; PESSOA, L. G. M.;

MIRANDA, M. A.; MELO, D. V. M. Atributos físicos de solos sob diferentes usos com irrigação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n.14, p.358-

365, 2010.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N. & GUILHERME, L.R.G. Estoques de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.179-186, 2004.

EMBRAPA. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. 2 ed. Brasília, DF:

Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

FERREIRA, C. P.; KATO, O. R.; CORDEIRO, C. A. **Carbono orgânico, nitrogênio e a razão C/N em um solo sob sistemas agroflorestais no nordeste paraense**. In: V Congresso Brasileiro de

Sistemas Agroflorestais, 2004, Curitiba. V Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais - SAFs:

Desenvolvimento com proteção ambiental. Curitiba: Embrapa Florestas, p. 38-40, 2004.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, Washington, v. 304, n. 5677, p. 1623-1627, 2004.

LOSS, A.; BASSO, A.; OLIVEIRA, B. S.; KOUCHER, L. P.; OLIVEIRA, R. A.; KURTZ, C.; COMIN, J. J. Carbono orgânico total e agregação do solo em sistema de plantio direto agroecológico e convencional de cebola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.1212-1224, 2015. doi: <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140718>.

MORAES, A. R. A; MORAIS, L. F. F.; GOMES, M. S.; GOMES, M. F.; MIRANDA, L. S.; SEGTOVICH, A. C. **Teores de carbono, nitrogênio e relação c:n em solos cultivados com soja em sistema plantio direto e convencional em Paragominas, Pará**. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal/RN. Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015.

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** [online], vol.39, n.11, pp.1103-1110, 2004. ISSN 0100-204X. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004001100008>.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. 729 p.

NEU, V. Influência da Cobertura Vegetal na Ciclagem de Nutrientes Via Solução do Solo na Região de Manaus. (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 2005.

OLIVEIRA, J. S R.; KATO, O. R. **Território de exceção: experiências do agricultor inovador Pedro Araújo e família na comunidade de Monte Sião**. São Domingos do Capim: APEPA. 2010, 19p.

PARTON, W.; SILVER, W.L.; BURKE, I.C.; GRASSENS, L.; HARMON, M.E.; CURRE, W.S.; KING, J.Y.; ADAIR, E.C.; BRANDT, L.A.; HART, S.C.; FASTH, B. Global scale similarities in nitrogen release patterns during long-term decomposition. **Science**, v.135, p. 361-364, 2007. doi: 10.1126/science.1134853.

PEDRAL, W. N.; PEDROTTI, A.; SILVA, T. O.; MACEDO, F. L.; GONZAGA, M. I. S.; Estoques de carbono e nitrogênio sob diferentes condições de manejo de um Argissolo Vermelho Amarelo, cultivado com milho doce nos tabuleiros costeiros de Sergipe. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2075-2090, nov./dez. 2012.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do Solo e Adubação**. CERES, Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1991.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; MELO, L. C. A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. C. Carbono orgânico e nitrogênio total do solo e suas relações com os espaçamentos de plantio de cafeeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p. 2051-2059, 2008. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000500026>.

RASMUSSEN, P.E., COLLINS, H.P. Long-term impacts of tillage, fertilizer and crop residue on soil organic matter in temperate semi-arid regions. **Advances in Agronomy**, v.45, p. 93-134, 1991. doi: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60039-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60039-5).

RIBASKI, J.; RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, S. A. G. **Potencialidade dos sistemas silvipastoris para a produção animal sustentável no Brasil.** In: II CONGRESO COLOMBIANO Y 1er Seminario internacional de silvopastoreo, 2012, medellin. ii congreso colombiano y 1er seminario internacional de silvopastoreo. Medellin, 2012.

ROSA, M. E. C. et al. Formas de carbono em Latossolo Vermelho eutroférico sob plantio direto no sistema biogeográfico do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 911-923, 2003.

ROZANE, D. E.; CENTURION, J. F.; ROMUALDO, L. M.; TANIGUCHI, C. A. K.; TRABUCO, M.; ALVES, A. U. Estoque de carbono e estabilidade de agregados de um latossolo vermelho distrófico, sob diferentes manejos. **Bioscience Journal**, v.26, p.24-32, 2010.

RÓZ, A. L. DA; RICARDO, J. F.; NAKASHIMA, G. T.; SANTOS, L. R.; YAMAJI, F. M. Maximização do teor de carbono fixo em biocarvão aplicado ao sequestro de carbono. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 8, 2015. doi:10.1590/1807-1929.

SÁ, I. B.; CUNHA, T. J.F.; TEIXEIRA, A. H. C.; ANGELOTTI, F.; DRUMOND, F. M. **Desertificação no Semiárido brasileiro.** ICID+18 2ª Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas, Fortaleza, 2010.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em

Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.11-21, 2008. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100002>.

SCHEMBERGUE, A.; CUNHA, D. A.; CARLOS, S. M. C.; PIRES, M. V.; FARIA, R. M. Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba-SP, Vol. 55, Nº 01, p. 009-030, Jan./Mar. 2017.

SILVA, C. A.; ANDERSON, S. J.; VALE, F. R. Carbono, nitrogênio e enxofre em frações granulométricas de dois Latossolos submetidos à calagem e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 593-602, 1999.

SILVA, D. D. E.; FELIZMINO, F. T. A.; OLIVEIRA, M. G. Avaliação da degradação ambiental a partir da prática da cultura do feijão no município de Tavares – PB. **Holos**, Ano 31, Vol. 8, 2015. doi:10.15628/holos.2015.2063.

SOUSA, W. J. O.; MELLO, W. J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.885-896, 2000.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry**: Genesis, composition, reactions. 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1994. 496p.

SWIFT, R. S. Sequestration of carbon by soil. **Soil Science**, Madison, v. 166, n. 11, p. 858-871, 2001.

TEDESCO, M. J.; BOHNEM, H.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. & VOLKWEISS, S. J.

Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (Boletim Técnico, 5). 174p. 1995.

VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. dos. **Amazônia: seus solos e outros recursos naturais.** Ed.

Agronômica Ceres, São Paulo, 1987.

4. CONCLUSÃO GERAL

Os indicadores de qualidade do solo analisados neste estudo, sob áreas com sistemas agroflorestais e floresta secundária (referência), e em diferentes profundidades, mostraram serem ótimos indicadores para mensuração da qualidade do solo, indicando assim como um instrumento eficiente para a realização de outros estudos direcionados a conservação e degradação do solo.

Os valores da análise de variância determinaram que o ambiente de floresta secundária obteve melhores valores de C_{mic} , N_{mic} , CO, N e relação C / N do solo, porém sistemas agroflorestais mais antigos, obtiveram resultados aproximados, portanto indicando que esses ambientes são eficientes para manutenção e melhorias na qualidade do solo.

Dados de temperatura do solo, indicaram que os ambientes com passar dos anos, obtêm melhor cobertura na superfície do solo, proporcionando condições favoráveis a microbiota do solo e ciclagem de nutrientes oriundo da biomassa vegetal, no entanto, ressalta-se que sua melhoria depende das espécies vegetais que são introduzidas e práticas de manejo no solo.

Logo, verificou-se que o cultivo de SAFs é uma alternativa sustentável e viável para os agricultores familiares de Tomé-Açu, uma vez que pode ser também indicada para a recuperação de áreas degradadas, devido proporcionar efeitos qualitativos ao solo, e no desenvolvimento das populações tradicionais na Amazônia.

ANEXO A (Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente)

DIRETRIZES PARA AUTORES

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

Escopo da Revista

A revista Desenvolvimento e Meio Ambiente (DMA) é editada pelo Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento (PPGMADE) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Os principais objetivos da revista são publicar artigos de qualidade sobre temas socioambientais nos âmbitos local, nacional e internacional e divulgá-los amplamente em vários circuitos acadêmicos. Ancorado em uma perspectiva interdisciplinar, o foco central da revista é a discussão de problemáticas que se inscrevam na intersecção entre sociedade e natureza. Seu foco socioambiental busca uma visão inovadora, multidimensional e abrangente, que se origine em um diálogo profundo entre os vários campos do conhecimento científico. Artigos de caráter estritamente disciplinar ou de natureza exclusivamente técnica deverão ser encaminhados para outros periódicos e não serão considerados para publicação, independentemente da sua qualidade.

Tipos de publicação

A Desenvolvimento e Meio Ambiente é uma revista eletrônica (online), disponível para consulta e submissão no endereço www.ser.ufpr.br/made. Recebe os trabalhos em fluxo contínuo e eventualmente organiza dossiês temáticos publicados junto aos volumes regulares ou em volumes especiais. São aceitos: (i) artigos originais e de revisão; (ii) ensaios; (iii) resenhas de livros publicados recentemente; e (iv) conferências. Eventualmente a revista republicará artigos de grande interesse, traduzidos ou não. Neste caso, os responsáveis pela tradução e submissão do artigo devem informar aos Editores que possuem autorização do(s) autor(es) e/ou da revista onde foi publicado para a republicação do artigo, traduzido ou na língua original.

Regras e políticas

A submissão e o acompanhamento do processo de avaliação dos trabalhos enviados a Desenvolvimento e Meio Ambiente serão feitos exclusivamente através do Sistema Eletrônico de Revistas – SER da UFPR, no endereço eletrônico www.ser.ufpr.br/made. É necessário que pelo menos um dos autores faça um CADASTRO prévio no sistema antes da submissão, marcando a opção

AUTOR. Um dos autores deverá ser designado como Autor de Correspondência, o qual ficará responsável pela comunicação via email.

Não serão aceitos trabalhos submetidos via email ou correio. Caso o autor não consiga acessar adequadamente o sistema, deve entrar em contato com os Editores pelo email: revistamade@gmail.com. Os trabalhos submetidos não devem estar em avaliação por qualquer outra revista e devem ter sido aprovados pelos autores. Ao concluir a submissão de um trabalho, todos os autores automaticamente aceitam as regras e políticas aqui apresentadas.

É função dos Editores avaliar preliminarmente o conteúdo do trabalho submetido e, caso haja restrições à publicação, não designá-lo para avaliação por pares. A rejeição nesta etapa do processo de avaliação implica arquivamento do manuscrito e será comunicado aos autores num prazo médio de 30 dias. Como de praxe na maioria das revistas, nesta etapa *não* será encaminhada uma avaliação do manuscrito para os autores, mas a mensagem comunicando a não aceitação indicará uma das quatro razões fundamentais a seguir:

- 1) O artigo “não segue nossas NORMAS PARA PUBLICAÇÃO”, estabelecidas nesta página.
- 2) O artigo “não se encaixa dentro do escopo e foco da revista” (ver acima).
- 3) O artigo “não apresenta o perfil esperado pela revista”. O perfil desejado pela DMA pode ser resumido como o de artigos científicos originais e de qualidade, ou seja, que atendam às boas práticas da redação científica, e tenham complexidade e sofisticação intelectual compatíveis com o nível que almejamos para a revista.
- 4) “Em seu estágio atual”, o manuscrito ainda não se encontra em condições de ser enviado aos revisores. ou o artigo ainda precisa de ao menos uma grande revisão para estar em condições de submissão.

Os Editores poderão também realizar ou solicitar, quando julgarem necessário, pequenas modificações nos originais, visando uma melhor adequação aos padrões da revista. Os editores enviarão aos avaliadores apenas manuscritos cujos defeitos ou limitações tenham chances realistas de correção pelos mesmos, sem uma carga despropositada de trabalho.

Os trabalhos aprovados pelos Editores para avaliação por pares serão encaminhados para, no mínimo, dois avaliadores colaboradores da revista. A avaliação é feita pelo processo duplo-cego, no qual os avaliadores não têm acesso ao(s) nome(s) do(s) autor(es) e vice-versa. O corpo de avaliadores da DMA é formado apenas por pesquisadores doutores de instituições brasileiras e estrangeiras. A

avaliação é feita levando em conta o conteúdo, a estruturação do texto e a redação. Os avaliadores recomendarão a aceitação, a rejeição ou a solicitação de modificações obrigatórias. Cabe aos Editores a decisão final sobre a aceitação ou não do trabalho, com base nos pareceres emitidos pelos avaliadores. A situação dos artigos submetidos pode ser acompanhada através do sistema (www.ser.ufpr.br/made) com o login utilizado para a submissão.

A DMA não cobra taxas de submissão, publicação ou de processo editorial. Os Direitos Autorais sobre trabalhos publicados nesta revista são do autor, com direitos de primeira publicação para a revista. O conteúdo dos trabalhos publicados é de inteira responsabilidade dos autores. A DMA adota licenças Creative Commons (CC) para distribuição de seus artigos, nas condições BY-NC-ND. Como a revista é de acesso público (*open access*), os trabalhos são de uso gratuito em aplicações educacionais e não-comerciais. Os nomes e endereços de email neste site serão usados exclusivamente para os propósitos da revista, não estando disponíveis para outros fins. Toda correspondência deverá ser encaminhada aos Editores, através do email revistamade@gmail.com ou endereço a seguir:

Universidade Federal do Paraná – UFPR
Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento
Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente
Rua dos Funcionários, 1540 – Juvevê
CEP. 80.035-050 – Curitiba – Paraná – Brasil

Informações para submissão no sistema (SER)

O(s) nome(s) do(s) autor(es) NÃO deve(m) constar no arquivo do texto a ser submetido e serão inseridos no sistema durante o processo de submissão.

No “Passo 3. Metadados da submissão (Indexação)” do processo de submissão no sistema, as informações destacadas abaixo devem ser OBRIGATORIAMENTE preenchidas, para todos os autores, conforme orientação abaixo:

- a) Nome, nome do meio e sobrenome: colocar o nome completo, sem abreviações, correspondente a cada campo.
- b) Email: email de contato do autor e que será posteriormente disponibilizado no arquivo final da publicação.

c) ORCID iD: campo opcional, para o autor inserir seu identificador ORCID, caso desejado. URL: neste campo pode-se colocar o endereço do Currículo Lattes (ex. <http://lattes.cnpq.br/4038470820319711>), ou outro link para o Currículo do Autor ou, ainda, deixar em branco.

d) Instituição/Afiliação: vínculo institucional do Autor.

e) País: país do vínculo institucional.

f) Resumo da Biografia: indicar a formação do autor (área e instituição em que concluiu o respectivo curso) da graduação e da última titulação (indicando se especialização, mestrado ou doutorado).

Estrutura e formatação

A Desenvolvimento e Meio Ambiente publica trabalhos em português, inglês, espanhol e francês. Os artigos devem ser enviados em sua língua original, sendo obrigatório título, resumo e palavras-chave na língua original, em português e inglês.

Devem ser digitados em OpenOffice ou MS Word (salvos na extensão .doc ou .docx), em tamanho de folha A4, margens superior e inferior de 2,5 cm e esquerda e direita de 3,0 cm, com 1,5 de espaço entre linhas, fonte Times New Roman tamanho 12, texto alinhado à esquerda e todas as páginas numeradas.

As tabelas e figuras devem estar numerados em algarismos arábicos, com legendas em fonte tamanho 10 e inseridos ao longo do texto, no primeiro ponto conveniente após sua primeira menção. São aceitas figuras coloridas, preferencialmente em formato JPEG, embora também sejam aceitáveis os formatos GIF, TIFF, BMP e PNG. Mapas e fotos são considerados Figuras e assim devem estar denominados no trabalho. No arquivo com o artigo para submissão, a qualidade das figuras deve ser suficiente para avaliação, mas, se necessário, pode ser inferior à versão final, de modo que o arquivo não ultrapasse 5 MB. Se o artigo for aceito, as figuras poderão ser novamente fornecidas em melhor resolução para a versão de publicação (no mínimo 300 dpi), devendo ser enviadas separadamente com a respectiva identificação (ex. Figura 1).

Os títulos das seções devem estar numerados em algarismos arábicos, destacados em negrito e itálico (ex. **1. Introdução**), e as subseções, em qualquer nível, numeradas e apenas em itálico. Os artigos e ensaios não podem passar de 30 páginas, as resenhas de 5 páginas e as conferências de 20 páginas, incluindo figuras, tabelas e referências.

A estrutura dos artigos e ensaios deve ser a seguinte:

- a) Título na língua original, português e inglês.
- b) Resumo (com no máximo 300 palavras) na língua original, português e inglês, acompanhados de três a cinco palavras-chaves em cada um dos idiomas.
- c) Introdução.
- d) Corpo do artigo, com as seções julgadas pertinentes pelos autores.
- e) Agradecimentos (opcional).
- f) Referências.

As notas de rodapé devem estar no fim da página (e não do documento) e numeradas em algarismos arábicos, fonte Times New Roman tamanho 10, alinhado à esquerda.

As resenhas e conferências não necessitam apresentar a estrutura acima. No caso das resenhas, deve ser apresentada no início a referência completa da obra (conforme as normas para as referências abaixo) na língua original. Nas conferências deve ser indicado o evento, o local e a data em que foi proferida.

As notas de rodapé devem estar no fim da página (e não do documento) e numeradas em algarismos arábicos, fonte *Times New Roma* tamanho 10, alinhado à esquerda.

Citações e referências

Deve-se evitar a citação de monografias, dissertações, teses, resumos e artigos completos publicados em anais de eventos, bem como relatórios de difícil acesso. Sempre que houver um número de DOI (Digital Object Identifier), indicá-lo ao final da referência. No caso de artigos sem DOI, mas disponíveis em endereços eletrônicos de revistas de livre acesso, indicar o link (“Disponível em: link”) ao final da referência.

As citações e referências devem seguir exemplos abaixo. As citações devem estar ordenadas pelo ano. Exemplos para as citações: “segundo Deléage (2007), Toledo & Barrera-Bassols (2009) e Pinheiro et al. (2010)...”; (Deléage, 2007; Toledo & Barrera-Bassols, 2009; Pinheiro et al., 2010); (Moran, 1994, p. 17); (Deléage, 2007a; 2007b). A lista de referências deve estar em ordem alfabética dos autores.

Livro

Vinha, V. (Org.). Economia do meio ambiente: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

Ostrom, E. Governing the commons: the evolution of institutions for collective action. Cambridge

University Press, 1990. Almeida, J. R. de; Bastos, A. C. S.; Malheiros, T. M.; Silva, M. da D. Política e planejamento ambiental. Rio de Janeiro: THEX Editora, 3. ed., 2004.

Capítulo de livro

Faria, C. A. P. de. A multidisciplinaridade no estudo das políticas públicas. In: Marques, E.; Faria, C. A. P. de F. (Orgs.). A política pública como campo multidisciplinar. São Paulo: Editora Unesp; Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, p. 11-21, 2013.

Davidson-Hunt, I. L.; Berkes, F. Nature and society through the lens of resilience: toward a human-in-ecosystem perspective. In: Berkes, F.; Colding, J.; Folke, C. (Eds.) Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change. Cambridge University Press, 2003. p. 53-82.

Artigos de periódico

Gadda, T. M. C.; Marcotullio, P. J. Changes in Marine Seafood Consumption in Tokyo, Japan. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 26, 11-33, 2012. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/made/article/view/26043/19669>

Walker, P. A. Political ecology: where is the politics? *Progress in Human Geography*, 31(3), 363-369, 2007. doi: 10.1177/0309132507077086

Teses e Dissertações

Bitencourt, N. de L. da R. A problemática da conservação ambiental dos terrenos de marinha: o caso da Orla do Canal da Barra da Lagoa, Ilha de Santa Catarina, Brasil. Florianópolis, Tese (Doutorado em Geografia) – UFSC, 2005.

Documentos em formato eletrônico

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo, 2007. Disponível em:

<www.mct.gov.br/upd_blob/7844.pdf>. Acesso em: jan. 2008.

Constituição, Leis, Decretos e Resoluções

Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988. 11. ed. São Paulo, Atlasm 1998.

Brasil. Lei n.º 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. Brasília: DOU de 11/1/2002.

Brasil. Decreto n.º 5.300, de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei n.º 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Brasília: DOU de 8/12/2004.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 004, de 18 de setembro de 1985. Brasília: DOU de 20/1/1986.

Trabalhos em anais de congresso

Moura, R.; Kleinke, M. de L. U. Espacialidades e institucionalidades: uma leitura do arranjo sócio-espacial e do modelo de gestão das regiões metropolitanas do sul do Brasil. In: Anais do Encontro Anual da ANPOCS. Petrópolis, 24 de out., 2000.

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 trabalho submetido é original e inédito, e não está sendo avaliado para publicação em outra revista; caso contrário, justificar em “Comentários ao Editor”.
2. O arquivo submetido não contém o(s) nome(s) do(s) autor(es), garantindo, portanto, o processo de revisão duplo-cego.
3. O arquivo submetido atende rigorosamente as regras, políticas, estrutura e formatação exigida pela revista, apresentadas nas **NORMAS DE PUBLICAÇÃO**.

No arquivo submetido foram verificadas se todas as citações bibliográficas constam nas Referências e vice-versa, bem como se as referências estão no formato exigido pela revista, conforme apresentado nas **NORMAS DE PUBLICAÇÃO**.

DECLARAÇÃO DE DIREITO AUTORAL

Os Direitos Autorais sobre trabalhos publicados nesta revista são do autor, com direitos de primeira publicação para a revista. O conteúdo dos trabalhos publicados é de inteira responsabilidade dos autores. Como a revista é de acesso público (open access), os trabalhos são de uso gratuito em aplicações educacionais e não-comerciais.

POLÍTICA DE PRIVACIDADE

Os nomes e endereços de e-mail neste site serão usados exclusivamente para os propósitos da revista, não estando disponíveis para outros fins.

ANEXO B – Normas da revista “Novos cadernos NAEA”

A Revista **Novos Cadernos NAEA** é um periódico quadrimestral, de caráter interdisciplinar, dedicado à publicação de trabalhos científicos e acadêmicos sobre temas relevantes às áreas do desenvolvimento, planejamento e meio ambiente, com o objetivo de fomentar o diálogo entre as diversas áreas do conhecimento, pesquisadores e instituições de ensino e pesquisa do Brasil e do exterior. A revista publica textos originais e inéditos em português, espanhol, inglês e francês. Adota a avaliação anônima por pares (*peer review*) para trabalhos submetidos às seções: artigos originais e de revisão, resenhas, notas de pesquisa, entrevistas/conferências e, eventualmente, dossiês temáticos, volumes especiais e/ou suplementos.

Diretrizes para os autores

Condições para Submissão:

Os trabalhos submetidos para publicação devem ser originais e inéditos, não sendo permitida a submissão simultânea a outro periódico.

O conteúdo dos trabalhos são de inteira responsabilidade dos autores, não refletindo obrigatoriamente a opinião do Conselho Editorial da Revista *Novos Cadernos NAEA*.

A submissão de trabalhos ao Conselho Editorial da Revista *Novos Cadernos NAEA* deve ser encaminhada ao editor científico, exclusivamente, por meio do sistema eletrônico da revista: <http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/login>.

A Revista aceita publicações nos seguintes idiomas: português, inglês, francês e espanhol. O comitê editorial orientará o (a) autor(a) no caso de publicação nessas línguas estrangeiras.

Os direitos autorais são automaticamente cedidos para a Revista *Novos Cadernos NAEA*. Em contrapartida, os autores recebem dois exemplares da versão impressa, quando disponível e quando não implicar em pagamento de serviços de correio. A revista também é disponibilizada na versão *on line*, em acesso aberto (*open access*) e uso gratuito direcionado a fins educacionais, científicas e não comerciais.

Estrutura e formato dos trabalhos:

1. Os trabalhos devem ter até 20 laudas, no formato A4, nas fontes Times New Roman, corpo 12, espaçamento duplo, incluindo-se figuras, tabelas e referências. O trabalho deverá, obrigatoriamente estar em Word.

2. O nome de todos os autores do artigo deve ser inserido, apenas no momento da submissão, no sistema da Revista e deverá conter: nome e sobrenome dos autores, resumo do Currículo ou do CV Lattes com a mais recente titulação acadêmica; filiação institucional; cargo que ocupa; área de atuação; e-mail e endereço completo para correspondência. Após a aprovação/aceite não serão permitidas, inclusões de autores que não constem no ato da submissão.

3. Os artigos submetidos devem conter autoria de, no máximo, 3 autores. A co-autoria implica em participação em todas as fases de sua produção.

4. Remover a identificação de autoria do trabalho do arquivo, necessária para o sigilo da revista.

5. Título: deve ser direto e conciso, no idioma original do texto (máximo 17 palavras), **acompanhado de tradução para o inglês.** Caso o artigo seja redigido em inglês, francês ou espanhol deve apresentar também o título em Português.

6. Resumo: parágrafo único, no idioma do texto, com no máximo 150 palavras, contendo uma síntese que sinalize para objetivos, metodologia, discussão e conclusões. Em se tratando de artigo **escrito em inglês, francês ou espanhol**, é obrigatório, também, o **resumo e palavras-chave em português.**

7. Abstract: poderá ser feito em um dos seguintes idiomas: inglês, francês e espanhol.

8. Keywords: de quatro (mínimo) a seis palavras (máximo) que identifiquem o conteúdo do trabalho, no mesmo idioma do abstract.

9. Figuras (fotos, mapas, gráficos etc.): são impressas em preto e branco (tons de cinza), compatíveis ao formato da revista (não excedendo 15 x 21 cm). Para garantir a qualidade editorial das figuras, elas devem ser enviadas em arquivos separados, em JPEG ou TIF, com resolução mínima de 300 dpi.

Devem ser obrigatoriamente citadas no corpo do texto, seguindo a ordem sequencial de inserção, numeradas em arábicos, com créditos de autoria e fontes nas respectivas legendas.

10. Tabelas: devem ser produzidas e inseridas no texto nos softwares Word ou Excel, obedecendo o formato da revista (não exceder 12 x 20 cm). Devem obrigatoriamente citadas no texto, seguindo a numeração sequencial de inserção.

11. Citações bibliográficas: as referências devem ser obrigatoriamente citadas no corpo do texto: sobrenome do autor e ano (em maiúsculas quando estiverem entre parênteses).

12. Citações de texto: até três linhas, devem ser entre aspas, seguindo o formato do texto, com citação de autoria no final, entre parênteses. As citações longas (quatro linhas ou mais) devem ser em parágrafo separado, com recuo de 4 cm, entrelinha simples, corpo 10, com citação de autoria no final, entre parênteses.

13. Nota de rodapé (opcional): devem ser inseridas no caso de comentários e informações complementares ao texto, seguindo a numeração sequencial, corpo 10.

14. Referências: A revista adota a Normalização de Referências Bibliográficas da ABNT (NBR 6023/2002). Todas as referências citadas no texto devem constar no tópico final, em ordem alfabética.

Exemplos:

§Artigos em periódicos:

SOBRENOME, Prenome abreviado. Título: subtítulo (se houver). **Nome do periódico (em negrito)**, Local de publicação (opcional), volume, número ou fascículo, paginação, ano.

GORENDER, J. A sociedade cindida. **Estudos Avançados**, v.28, n.80, p.17-26. 2014.

§Capítulo de livro e coletânea:

SOBRENOME, Prenome abreviado do autor do capítulo. Título: subtítulo (se houver). In: SOBRENOME, Prenome abreviado do(s) Org.(s.), Ed.(s.). **Título do livro:** subtítulo do livro (se houver). Local de publicação: Editora, ano. Paginação do capítulo.

LEIS, H. R. Especificidades e desafios da interdisciplinaridade nas ciências humanas. In: PHILIPPI JUNIOR, A.; SILVA NETO, A. (Eds.). **Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia & Informação**. Barueri: Manole, 2011. p. 106-122.

§ **Livro no todo:**

SOBRENOME, Prenome abreviado. **Título:** subtítulo (se houver). Edição (se houver). Local: Editora, ano. Paginação/volume. (Coleção ou série, se houver).

SAID, E. **Orientalismo:** o Oriente como invenção do Ocidente. Tradução de Rosaura Eichenberg. São Paulo: Cia. das Letras, 2007. 528p.

§ **Dissertações e teses:**

SOBRENOME, Prenome abreviado. **Título:** subtítulo (se houver). Ano de defesa. Total de folhas. Tese (Doutorado em...) ou Dissertação (Mestrado em...) – instituição, local, ano.

COSTA, F. S. **A dinâmica dos recursos comuns em Unidades de Conservação e Assentamentos Rurais no Amazonas: uma abordagem fuzzy set**. 2014. 365f. Tese (Doutorado em Ciências Socioambientais) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, da Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

§ **Documentos em meio eletrônico**

SOBRENOME, Prenome(s) abreviado(s) ou INSTITUIÇÃO. **Título:** subtítulo (se houver). local de publicação, volume (se houver), ano. Disponível em: Acesso em: dia, mês (abreviado), ano.

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. **As metrópoles no Censo 2010:** novas tendências? Disponível em: iodasmetropoles.net>. Acesso em: 2 fev. 2011.

O Processo de avaliação

A revista adota o processo de avaliação *Double-blind peer review*, com base nos critérios de qualidade e rigor científicos, originalidade, validade dos dados e relevância para a respectiva área de pesquisa, portanto, **artigos que constem o (s) nome (s) dos autores no documento anexado em word, serão devolvidos no sistema da Revista para o (s) autores os Submeterem Novamente, em conformidade com os itens 2 e 4.**

A aprovação dos trabalhos é condicionada aos pareceres de dois consultores *ad hoc* (referees), cuja decisão poderá ser: Aceitar; Aceitar com correções obrigatórias; Submeter novamente para avaliação; Enviar para outra revista; Rejeitar. Em caso de aprovação condicional, a aprovação final ficará sujeita aos ajustes necessários pelo(s) autores (es);

Em última instância, cabe ao Conselho Editorial decidir sobre os casos omissos. Mais detalhes sobre o Processo de Avaliação estão disponíveis em Políticas/Processo de Avaliação pelos Pares (<http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/about/editorialPolicies#peerReviewProcess>)



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: 66095-010