



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
TECNOLOGICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS DA AMAZÔNIA**

GEOMARCOS DA SILVA PAULINO

**AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO EM
DIFERENTES ÁREAS DE CULTIVO E EM FLORESTA NA REGIÃO OESTE DO
PARÁ.**

**SANTARÉM, PA
2020**

GEOMARCOS DA SILVA PAULINO

**AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO EM
DIFERENTES ÁREAS DE CULTIVO E EM FLORESTA NA REGIÃO OESTE DO
PARÁ.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais da Amazônia. Área de concentração: Estudos e Manejo de Ecossistemas Amazônicos.
Orientador: Prof.º Dr.º Raimundo Cosme De Oliveira Júnior

**SANTARÉM, PA
2020**

Ficha Catalográfica**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA**

P328a Paulino, Geomarcos da Silva

Avaliação dos atributos químicos e biológicos do solo em diferentes áreas de cultivo e em floresta na região Oeste do Pará. / Geomarcos da Silva Paulino. – Santarém, 2020.

42 p. : il.

Inclui bibliografias.

Orientador: Raimundo Cosme de Oliveira

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia.

1. Biomassa microbiana. 2. Uso da terra. 3. Fertilidade. I. Oliveira Júnior, Raimundo Cosme de, *orient.* II. Avaliação dos atributos químicos e biológicos do solo em diferentes áreas de cultivo e em floresta na região Oeste do Pará..

CDD: 23 ed. 631.4098115

AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO EM DIFERENTES ÁREAS DE CULTIVO E EM FLORESTA NA REGIÃO OESTE DO PARÁ.

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais, Área de concentração: Estudos e Manejo de Ecossistemas Amazônicos. Aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais da Amazônia, nível de mestrado, da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, em **21** de fevereiro de **2020**.

Prof.º Dr.º José Mauro Moura (UFOPA)
Coordenador (a) do PGRNA

Apresentada à Comissão Examinadora, integrada pelos Professores:



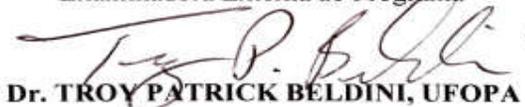
Dr. MAURO BRUM MONTEIRO JUNIOR

Examinador Externo à Instituição



Dra. QUEZIA LEANDRO DE MOURA GUERREIRO, UFOPA

Examinadora Externa ao Programa



Dr. TROY PATRICK BELDINI, UFOPA

Examinador Interno



RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA JUNIOR, EMBRAPA

Presidente



GEOMARCOS DA SILVA PAULINO

Mestrando

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus!

Minha família, meu pai Getúlio Mendonça Paulino, minha mãe Sandra Maria da Silva Paulino, meus irmãos Gessiane da Silva Paulino e Genilson da Silva Paulino e a minha filha Geovanna Manuele Guimarães Paulino.

Meus amigos que de algum modo me estimularam a prosseguir meus estudos, Claudione Cunha, Larissa Coelho, Marcos Paulo, Deliane Penha, Darlison Bentes, Avner Gaspar, Amanda Coelho e Milane Pontes (técnicas da fazenda experimental da Ufopa)!

Um agradecimento especial a minha estimada prof.^a Dr.^a Denise Lustosa!

Agradeço também a Prof.^a Dr.^a Quezia Guerreiro pelos seus conselhos!

Agradeço também a minha esposa Maria dos Santos Silva!

Agradeço também a Rose (secretária do PPGRNA) que sempre se prontificou a nos ajudar e por realizar seus serviços com muito zelo!

Agradeço ao departamento de solos do Museu Emilio Goldi, aqui representado na pessoa do Paulo Sarmento.

Agradeço ao PPGRNA pela oportunidade em está cursando e concluindo o mestrado!

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudo!

Um grande salve e um agradecimento mais que especial ao meu prezado Orientador Dr.^o Raimundo Cosme de Oliveira Júnior que me acolheu e me instruiu ao longo dessa jornada!

Agradeço a banca avaliadora composta pelo Prof.^o Dr.^o Troy Beldini, Prof.^o Dr.^o Mauro Brum, Prof.^a Dr.^a Quezia Guerreiro e a Prof.^a Dr.^a Iolanda Reis. Ambos com amplo conhecimento e sabedoria que de certo modo tiveram alguma participação e influencia nessa minha trajetória do mestrado!

RESUMO

A biomassa microbiana é um importante indicador biológico pois é sensível as alterações ambientais, podendo fornecer informações importantes sobre o uso e manejo adequado do solo. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar as alterações na fertilidade do solo, o teor de Carbono, Nitrogênio e Fósforo da biomassa microbiana do solo em função das práticas de manejo e da mudança no uso da terra, comparando áreas agrícolas com uma área de floresta nativa na região oeste do Pará. As amostras de solo foram coletadas em oito áreas distintas, onde foram delimitadas parcelas de 25x50 m nas quais coletou-se amostra compostas constituídas por nove amostras simples por área, nas profundidades 0-10 e 10-20 cm para análises dos atributos químicos, e para análise dos atributos biológicos foram coletadas seis amostras compostas por parcela, constituídas por três amostras simples cada, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, perfazendo um total de 48 amostras. Após a coleta as amostras foram acondicionadas em caixa térmica e encaminhada ao departamento de solos do museu Emilio Goeldi para análise dos atributos químicos e biológicos dos solos. Os dados obtidos foram submetidos à estatística descritiva, teste de médias e para elaboração de gráficos, além desses testes realizou-se a correlação linear de Pearson para os atributos biológicos, utilizando o software Past. Os resultados mostram que os macro e micronutrientes apresentaram alta variação entre as áreas estudadas, e quando comparadas com a floresta nativa verificou-se que em sua maioria os solos agrícolas diferiram do solo de floresta. Com exceção da área de fruticultura todos os solos agrícolas apresentaram teores de Al elevado que corroboram para os altos valores de saturação por alumínio. Em todas as áreas o teor de Na foi insignificante. Quanto aos atributos biológicos verificou-se que os teores de C e P da biomassa microbiana dos solos agrícolas diferiram da área de floresta. Os maiores valores de C_{mic} , N_{mic} e P_{mic} foram no solo sob pastagem ($1897 \mu\text{g.g}^{-1}$), ILPF ($64,59 \text{ mg.Kg}^{-1}$) e fruticultura ($81,56 \text{ mg.Kg}^{-1}$), respectivamente. Conclui-se que a variação dos atributos químicos nos solos evidencia que a mudança no uso da terra alterou as concentrações destes. Sendo que em sua maioria, mesmo quando não houve diferenças significativas, apresentaram valores acima dos registrados no solo de floresta. E que os atributos biológicos do solo, avaliados nos diferentes sistemas de uso da terra, são influenciados pelas culturas de cobertura e pelas práticas de manejo adotadas pois solos com pouco ou nenhum revolvimento do solo, com elevado aporte de biomassa vegetal e com utilização de fertilizantes orgânicos favoreceu o aumento da biomassa microbiana.

Palavras-chave: Biomassa microbiana. Uso da terra. Fertilidade. Floresta nativa.

ABSTRACT

Microbial biomass is an important biological indicator because it is sensitive to environmental changes and can provide important information about the use and proper management of the soil. Therefore, the objective of this work was to evaluate changes in soil fertility, the content of carbon, nitrogen and phosphorus in soil microbial biomass as a function of management practices and land use change, comparing agricultural areas with an area of native forest in western Pará. The soil samples were collected in eight different areas, where plots of 25x50 m were delimited in which composite samples were collected, consisting of nine simple samples per area, at depths 0-10 and 10-20 cm for analysis of chemical attributes, and for analysis of biological attributes, six samples were collected per plot, consisting of three simple samples each, at depths of 0-10 and 10-20 cm, making a total of 48 samples. After collection, the samples were placed in a thermal box and sent to the soil department of the Emilio Goeldi museum for analysis of the chemical and biological attributes of the soil. The data obtained were subjected to descriptive statistics, means test and graphing, in addition to these tests, Pearson linear correlation for biological attributes was performed using the Past software. The results show that the macro and micronutrients showed high variation between the studied areas, and when compared with the native forest it was found that the majority of the agricultural soils differed from the forest soil. With the exception of the fruit-growing area, all agricultural soils showed high Al levels that corroborate the high values of aluminum saturation. In all areas, the Na content was negligible. As for the biological attributes, it was found that the levels of C and P of microbial biomass in agricultural soils differed from the forest area. The highest values of C mic, N mic and P mic were in the soil under pasture (1897 $\mu\text{g.g}^{-1}$), ILPF (64.59 mg.Kg^{-1}) and fruit (81.56 mg.Kg^{-1}), respectively. It is concluded that the variation of chemical attributes in soils shows that the change in land use has altered their concentrations. Most of them, even when there were no significant differences, presented values above those registered in the forest soil. And that the biological attributes of the soil, evaluated in the different land use systems, are influenced by the cover crops and management practices adopted because soils with little or no soil revolving, with high input of plant biomass and with the use of fertilizers organisms favored the increase of microbial biomass.

Key-words: Microbial biomass. Land use. Fertility. Native forest.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	7
1.1. O Uso do Solo.....	7
1.2. Qualidade do Solo	9
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. Geral.....	11
2.2. Específicos.....	11
3. CAPÍTULO I.....	12
4. CAPÍTULO II	25
REFERENCIAS CITADAS	37
ANEXOS.....	42

1. INTRODUÇÃO GERAL

O estudo da biomassa microbiana e dos atributos químicos do solo nos diferentes agroecossistemas se faz necessário devido cada ambiente apresentar suas peculiaridades, ou seja, fatores ambientais ou inerentes ao solo que afetam a comunidade microbiana e conseqüentemente a disponibilidade de nutrientes. Sendo assim, abordou-se os temas a seguir para tratar das implicações na mudança no uso da terra para os atributos químicos e biológicos do solo.

1.1. O Uso do Solo

O solo, resultante das interações entre a atmosfera, hidrosfera, biosfera e litosfera pode ser definido como um sistema dinâmico, estruturado em camadas e/ou horizontes, constituído por componentes sólidos, líquidos e gasosos de natureza mineral e orgânica. Sendo que a proporção desses constituintes varia muito e depende do tipo e condições do solo (ANJOS et al., 1994; REICHARDT; TIMM, 2012). O solo pode ter suas características alteradas por condições naturais (KAMPF; CURI, 2000; NOVAIS FILHO et al., 2007) e pelas ações antrópicas (processos de fertilização, remoção e alteração da vegetação) (NUNES, 2010).

Os ecossistemas naturais apresentam uma integração equilibrada entre a cobertura vegetal e os atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Este equilíbrio pode ser alterado pelas atividades antrópicas e está sujeito às mudanças, já que este pode modificar o microclima das florestas (LOUREIRO, 2012). De acordo com Campos et al. (2004) os estudos que avaliam a influência dos fatores ambientais sobre os atributos do solo são importantes pois fornecem informações sobre opções de manejo que mantenham a sua fertilidade, no caso de sistemas antropizados.

As atividades agrícolas quando manejadas de maneira inadequada causam degradação do ambiente, seja por exaurir o recurso ou pela extinção da flora e fauna. Isso resulta em sérios danos as propriedades biológicas do solo, como redução da atividade microbiana em consequência da diminuição de matéria orgânica, e provoca alterações na composição, diversidade e abundância da comunidade microbiana. Em virtude do grau de perturbação resultante da ação antrópica a qual a biomassa microbiana está submetida surgiu a necessidade de uso de indicadores da qualidade biológica do solo que demonstrem que a adoção de práticas de manejo adequadas e destinação do solo para uso correto a partir de sua aptidão agrícola resulta na redução do processo de degradação dos solos (FERREIRA; STONE; MARTIN-DIDONET, 2015). Dada as implicações da ação antrópica sobre a biomassa microbiana, Oliveira et al. (2015) relatam que o manejo inadequado das áreas agrícolas resulta da pressão

social e econômica para produção de alimento, o que tem provocado a degradação de extensas áreas e mudanças nos ecossistemas, além de estimular a expansão da fronteira agrícola

Contudo, quando as práticas agrícolas, são empregadas de maneira adequada podem contribuir para manter ou melhorar a qualidade do solo. A utilização de práticas como adição de matéria orgânica, uso de cobertura morta e adubação verde normalmente interferem positivamente em vários atributos químicos, físicos e biológicos do solo (DUARTE et al., 2014; GARCIA-ORENES et al., 2010). A agricultura orgânica (ARAUJO; MELO, 2010), o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta - ILPF (OLIVEIRA et al., 2015), o plantio direto (COSTA; GOEDERT; SOUSA, 2006) e o cultivo mínimo (DADALTO et al., 2015) e os sistemas agroflorestais são práticas que contribuem significativamente para a conservação e melhoria das propriedades edáficas do solo.

Cunha et al. (2011) relatam que os efeitos dessas práticas agrícolas citadas anteriormente visam melhorar os atributos biológicos, físicos e químicos do solo, e devem ser quantificadas regionalmente e em cada sistema de cultivo, uma vez que podem ser influenciadas pelo microclima, tipo de solo e pelo relevo de cada região que possui peculiaridades intrínsecas. E surgiram em oposição a práticas com preparo excessivo do solo por máquinas e implementos pesados que acabam interferindo na biota, e, portanto, interfere na biomassa microbiana, e conseqüentemente afeta a qualidade física, química e biológica do solo, e isso é refletido na produtividade da cultura ou resulta na degradação do ecossistema agrícola (COSTA; GOEDERT; SOUSA, 2006; FIGUEIREDO et al., 2007; SANTANA et al., 2017).

Diante dessa problemática o estudo em questão envolve oito (agro) ecossistemas nos quais propõe verificar como as práticas de manejo estão influenciando a qualidade do solo. A área de agricultura orgânica e outra de ILPF são citadas anteriormente como uma alternativa para conservação do solo, visto que proporcionam benefícios para as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. O estudo abrange também uma área de pastagem, áreas de cultivo convencional, uma de fruticultura, uma de floresta primária e outra de capoeira.

Ao estudar a biomassa microbiana em um sistema de ILPF, Souza et al (2010), verificaram que a biomassa microbiana é sensível ao manejo do solo, visto que constataram que o simples fato de inserir ou não o componente animal pode alterar a biomassa microbiana do solo. Além disso, o estágio de desenvolvimento da pastagem pode provocar alterações nos componentes biológicos do solo. Cabe ressaltar que o uso de sistemas agrícolas com espécies diversificadas favorece a qualidade do solo, principalmente espécies perenes onde há pouco ou nenhum revolvimento do solo o que não afeta a estrutura física do solo e nem favorece a perda

de elementos químicos e de micro-organismos. Para Vezzani e Mielniczuk (2009), sistemas agrícolas que possuem cultivos de espécies diversificados no espaço e no tempo potencializam o sistema do solo e favorece o desenvolvimento de estrutura física e propriedade química do solo. Além disso, o cultivo de algumas espécies pode aumentar a produção de resíduos vegetais em quantidade e qualidade suficiente para proporcionar melhorias nas propriedades do solo. Essa prática, juntamente com os sistemas agroflorestais tem se tornado bem recorrente em função dos benefícios que proporcionam ao solo (OLIVEIRA et al., 2015; SILVA et al., 2007), principalmente por produtores da agricultura familiar.

As diferentes áreas estudadas se diferenciam tanto pelas espécies cultivadas como pelo tipo e nível de manejo empregado. O sistema ILPF, por exemplo, caracteriza-se pela integração de espécies em uma mesma área introduzidas concomitantemente ou ao longo do tempo. O nível de manejo varia de baixo a altamente tecnificado, visto que é uma prática difundida entre pequenos e grandes agricultores. O manejo do ILPF envolve desde o preparo da área que pode ser feito tradicionalmente ou mecanizado, com ou sem adição de fertilizantes químicos. No que se refere ao cultivo orgânico, este por sua vez se caracteriza pelo cultivo sem a adição de fertilizantes e com técnicas que visam o mínimo de revolvimento do solo.

1.2. Qualidade do Solo

Entende-se por qualidade do solo a capacidade de sustentar a produtividade biológica do ecossistema, mantendo o equilíbrio ambiental e promovendo a saúde de plantas e animais e do próprio ser humano (ARAGÃO et al., 2012). Existem algumas propriedades biológicas do solo como a biomassa microbiana, atividade enzimática e taxa respiração, que a partir de monitoramento constituem indicadores sensíveis às alterações ambientais e servem como ferramenta para orientar o planejamento e avaliar as práticas agrícolas de manejo do solo (BOHM et al., 2010; FERREIRA et al., 2017; GUIMARÃES et al., 2017; MAIA et al. 2012; OLIVEIRA et al., 2015).

O objetivo de avaliar a qualidade do solo não é simplesmente alcançar alta estabilidade física e alta atividade biológica, mas proteger e melhorar a longo prazo a produtividade agrícola, a qualidade da água e o habitat de todos os organismos vivos (LI et al. 2013).

O estudo da qualidade do solo se intensificou devido ao uso intensivo deste para produção de alimento e a biomassa microbiana por apresentar alta sensibilidade aos fatores ambientais, o que os torna ótimos indicadores das alterações que estão sendo provocadas no solo pela ação antrópica, tem sido amplamente utilizada (ANDREA et al., 2004; AMADORI et al., 2009; ARAUJO; MELO, 2010; ARAGÃO et al., 2012; BELDINI et al., 2015; CARNEIRO

et al., 2009; MOURA et al., 2015; SIMÕES, et al., 2010). Segundo Salgado et al. (2010), para ser considerado um bom indicador o atributo do solo deve apresentar uma boa sensibilidade a alterações, resposta rápida as mudanças e propriedades relacionadas com a qualidade do solo, que podem ser explicados por meio de um ou mais atributos.

Existem diversas contribuições para definição dos indicadores de qualidade do solo, desde o uso atributos químicos como a matéria orgânica que disponibiliza lentamente reservas de nitrogênio, fósforo e potássio para as plantas, a densidade, a soma de bases, o pH, o Al^{3+} e o carbono do solo (Cruz et al., 2012; Li et al., 2013; Rosseau et al., 2012). Além desses atributos, Fernandes et al. (2011) sugeriram que a resistência do solo a penetração é atributo físico de indicação de qualidade do solo.

Silva et al. (2012) afirmam que os atributos biológicos como respiração basal, quociente metabólico, atividade enzimática e a biomassa microbiana apresentam grande sensibilidade às alterações em função do uso e manejo do solo. Contudo, tanto indicadores relacionados a microbiologia do solo, quanto os relacionados a fertilidade podem contribuir para melhor compreender os efeitos do uso e manejo do solo (VICENTE et al. 2013). Nessa busca incessante por uso sustentável e racional do recurso natural solo, tem-se utilizado diversos indicadores de qualidade do solo, que proporcionem um diagnóstico preciso permitindo a intervenção antrópica com medidas corretivas ou de controle, garantindo sustentabilidade do sistema de produção.

A biomassa microbiana do solo (BMS) é um atributo biológico do solo que visa mensurar a mudança no uso do solo (BAYER; MIELNICZUK, 2008; GAMA-RODRIGUES et al., 2008). A BMS apresenta maior sensibilidade às alterações ambientais do que os atributos químicos e físicos (FRANCHINI et al., 2007; DE-POLLI; GUERRA, 2008; RODRIGUES et al., 2011). Representa a fração viva da matéria orgânica, constituída por todos os micro-organismos menores que $5 \times 10^{-3} \mu m$, como fungos, bactérias e actinomicetos, e pela microfauna (FIGUEIREDO et al, 2007; GAMA-RODRIGUES et al., 2008; SOUZA et al, 2010). São responsáveis por processos bioquímicos e biológicos no solo e sensível as alterações impostas pelo meio (BALOTA et al., 2008). A BMS também representa o compartimento central do ciclo do C (carbono), do N (nitrogênio), do P (fósforo) e do S (enxofre) no solo e pode funcionar como reserva desses nutrientes ou como catalisador na decomposição da matéria orgânica (SOUZA et al. 2010). Neste sentido Loureiro (2012) informa que o estudo da microbiologia do solo é uma ferramenta fundamental para a sustentabilidade ambiental, uma vez que os micro-organismos possuem papel de grande valia na manutenção dos ecossistemas devido sua sensibilidade a variações de diversos fatores que compõem os ambientes.

Os atributos químicos do solo estão diretamente relacionados com atributos biológicos, ressaltando a importância da análise dos atributos químicos, em estudos sobre biomassa microbiana. Malavolta (2006) destaca que o pH tem grande influência na disponibilidade de nutrientes, na solubilidade de elementos tóxicos, como o Al, na atividade microbiana e altera as reações de dissorção e precipitação que ocorrem no solo.

A disponibilidade de macronutrientes essenciais para as plantas, nas suas diversas formas químicas e com uma dinâmica complexa, participando de reações e processos que envolvem o sistema solo-planta-atmosfera, são influenciadas por diversos fatores tais como textura e estrutura do solo, temperatura, umidade, pH, grau de fertilidade do solo, pela matéria orgânica, precipitação e pela interação solo-planta (GONÇALVES et al., 2001; NOVAIS FILHO et al, 2007). Os micronutrientes do solo, apesar de serem requeridos em pequenas quantidades são essenciais para o crescimento das plantas, na solução do solo, os micronutrientes aparecem na forma de íons livres ou complexados com ligantes orgânicos e inorgânicos e estão em fluxo constante. Suas concentrações são influenciadas pela força iônica da solução, pela concentração dos outros íons, pelos fatores como pH, umidade, temperatura, reações de oxirredução e outros (ABREU et al., 2002).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Quantificar e avaliar os teores de atributos químicos e biológicos dos solos sob diferentes usos da terra e comparar com o solo sob floresta nativa.

2.2. Específicos

- Determinar os teores de carbono, nitrogênio e fosforo da biomassa microbiana;
- Determinar a fertilidade química do solo (macro e micronutrientes, pH, soma de bases, CTC e acidez);
- Comparar os atributos biológicos entre os diferentes cultivos;
- Comparar os atributos químicos entre as diferentes áreas;

CAPÍTULO I

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49

AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS EM FUNÇÃO DA MUDANÇA NO USO DA TERRA SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS NA REGIÃO OESTE DO PARÁ¹

**Geomarcos da Silva Paulino²
Raimundo Cosme de Oliveira Junior³**

¹ O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais (www.sustenere.co/index.php/rica).

² Mestrando em Ciências Ambientais. Programa de Recursos Naturais da Amazônia. E-mail: geomarcospaulino19@gmail.com

³ Orientador. Embrapa Amazônia Oriental. E-mail: raimundo.oliveira-junior@embrapa.br

50 **AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS EM FUNÇÃO DA MUDANÇA NO USO DA TERRA SOB**
51 **DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS NA REGIÃO OESTE DO PARÁ**

52
53 **Resumo** – A variabilidade espacial dos nutrientes no solo influencia o manejo, e devido a pressão
54 constante sobre os sistemas agropecuários informações sobre as implicações resultantes das mudanças no
55 uso da terra aliada a práticas de manejo de caráter conservacionista se tornam cruciais. Diante disso,
56 objetivou-se com esse trabalho avaliar as alterações na fertilidade do solo em função das práticas de manejo
57 e da mudança no uso da terra, comparando áreas agrícolas com uma área de floresta nativa na região oeste
58 do Pará. As amostras de solo foram coletadas em oito áreas distintas, onde foi delimitado uma parcela de
59 25x50 m e coletada as amostras compostas, constituídas por nove amostras simples por área, nas
60 profundidades 0-10 e 10-20 cm. Após a coleta as amostras foram acondicionadas em caixa térmica e
61 encaminhada ao departamento de solos do museu Emilio Goeldi para análise dos atributos químicos dos
62 solos. Os dados obtidos foram submetidos à estatística descritiva, anova e as medias comparadas entre si
63 pelo teste de Tukey utilizando o software Past. Os resultados mostram que os macro e micronutrientes
64 apresentaram alta variação entre as áreas estudadas, e quando comparadas com a floresta nativa verificou-
65 se que em sua maioria os solos agrícolas diferiram do solo de floresta. Com exceção da área de fruticultura
66 todos os solos agrícolas apresentaram teores de Al elevado que corroboram para os altos valores de
67 saturação por alumínio. Os teores de Na nos solos agrícolas foram insignificantes e não diferiram
68 estatisticamente quando comparados com o solo sob floresta, o que já é esperado em solos da região.
69 Conclui-se que a variação dos atributos químicos nos solos evidencia que a mudança no uso da terra alterou
70 as concentrações destes. Sendo que em sua maioria, mesmo quando não houve diferenças significativas,
71 apresentaram valores acima dos registrados no solo de floresta. Esse comportamento foi registrado para os
72 macro e micronutrientes, CTC, S, relação C:N e V. Entre as áreas de cultivo agrícolas, a que melhor se destacou
73 foi a de cultivo de fruticultura.

74
75 **Palavras-chave:** uso do solo; cobertura vegetal; fertilidade; região amazônica.

76
77
78
79 **Abstract:** The spatial variability of nutrients in the soil influences management, and due to the constant
80 pressure on agricultural systems, information on the implications resulting from changes in land use
81 combined with conservation management practices becomes crucial. Therefore, the objective of this work
82 was to evaluate changes in soil fertility due to management practices and land use change, comparing
83 agricultural areas with an area of native forest in western Pará. The soil samples were collected in eight
84 different areas, where plots of 25x50 m were delimited and the composite samples were collected, consisting
85 of nine simple samples per area, at depths 0-10 and 10-20 cm. After collection, the samples were placed in a
86 thermal box and sent to the soil department of the Emilio Goeldi museum for analysis of the chemical
87 attributes of the soil. The data obtained were submitted to descriptive statistics, test of means and for the
88 elaboration of graphs using the Past software. The results show that the macro and micronutrients showed
89 high variation between the studied areas, and when compared with the native forest it was found that the
90 majority of agricultural soils differed from the forest soil. With the exception of the fruit-growing area, all
91 agricultural soils showed high Al levels that corroborate the high values of aluminum saturation. The levels
92 of Na in agricultural soils were insignificant and did not differ statistically when compared to soil under forest,
93 which is already expected in soils in the region. It is concluded that the variation of chemical attributes in
94 soils shows that the change in land use has altered their concentrations. Most of them, even when there
95 were no significant differences, presented values above those registered in the forest soil. This behavior was
96 registered for the macro and micronutrients, CTC, S, C: N and V ratio. Among the agricultural cultivation
97 areas, the one that stood out the most was that of fruit cultivation.

98
99 **Keywords:** land use; vegetal cover; fertility; Amazon region.

101

102

INTRODUÇÃO

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

A crescente demanda por alimento, juntamente com a pressão social e econômica e exploração inadequada e não planejada dos recursos naturais tem provocado a degradação de extensas áreas devido as mudanças no uso da terra de áreas impróprias para práticas agrícolas, cujo impactos refletem diretamente no solo, um dos principais recursos que está ligado diretamente com a sustentabilidade dos ecossistemas naturais e que influencia na produtividade dos sistemas agrícolas (COOPER, 2008; FONSECA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2015). Os sistemas de produção agropecuário estão sobre constante pressão para alcançar uma ótima produtividade. Contudo, para tal feito é necessário entender que o solo possui uma grande variabilidade espacial, visto que é um recurso heterogêneo, cuja variabilidade é resultante dos processos de formação e pode ser agravada com práticas de manejo inadequada resultante da mudança no uso da terra (CUNHA et al., 2008; SILVEIRA JUNIOR et al., 2014).

113

114

115

116

117

118

Nesse cenário a Amazônia tem sofrido grandes alterações devido as mudanças do uso da terra, principalmente para pastagem, que devido o manejo inadequado acaba se degradando e sendo abandonada. E conjuntamente com as ações antrópicas de corte e queima causa grandes impactos nos ciclos biogeoquímicos e afetam a biomassa microbiana do solo e os atributos físicos e químicos (CERCIANI et al., 2009; MAKEWITZ et al., 2004). Além disso, também houve um aumento na transformação dos ecossistemas de floresta em sistemas agrícolas tais como monocultivo (AQUINO et al., 2014; CAMPOS et al., 2016).

119

120

121

122

123

124

125

A remoção da vegetação nativa para implantação de sistemas agrícolas associada a aplicação de fertilizantes e corretivos, ocasiona alterações nas propriedades do solo e interfere no rendimento das culturas, bem como na conservação do solo e do ambiente. O uso de corretivos e fertilizantes pode implicar em melhoria de certos atributos químicos como pH, soma de bases, CTC. Contudo, o uso inadequado pode acelerar o processo de degradação do solo. A exemplo da perda de matéria orgânica, que devido ao cultivo, é favorecida pelo aumento da exposição do solo, que propicia erosão e aumento da taxa de decomposição (CARMO et al., 2010).

126

127

128

129

130

131

132

As alterações das propriedades químicas em função das mudanças no uso do solo implicam em alterações na dinâmica dos nutrientes em função da demanda pelas plantas e pela microbiota. Além de alterar a taxa de deposição e decomposição da matéria orgânica (ROSA et al., 2018). Santos et al. (2010), relatam que as modificações da cobertura vegetal para implantação de culturas agrícolas aliada a práticas de manejo inadequada acaba rompendo o equilíbrio do solo. Nutrientes como fosforo, potássio, cálcio e magnésio possuem aumento em sua variabilidade espacial em áreas agropecuárias em relação a solos de florestas nativas.

133

134

135

136

Devido a isso estudos que visem elucidar como o manejo e mudança no uso da terra alteram as propriedades químicas do solo são fundamentais para identificar e estabelecer práticas de manejo mais conservacionistas que contribuam para a preservação do recurso e de seu usufruto por maior período sem promover o seu exaurimento. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar as alterações na fertilidade do solo em

137 função das práticas de manejo e da mudança no uso da terra, comparando áreas agrícolas com uma área de
138 floresta nativa na região oeste do Pará.

139

140 **MATERIAIS E MÉTODOS**

141 O trabalho foi desenvolvido em oito áreas de estudos distintas, localizadas no município de
142 Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos, região oeste do estado do Pará. O solo predominante na região é o
143 Latossolo Amarelo Distrófico. O clima predominante na região é quente e úmido, característico das Florestas
144 Tropicais. Temperaturas médias e máximas variam entre 26°C e 31 °C. As mínimas variam 21°C e 23°C. A
145 precipitação pluviométrica média na região gira em torno de 2300 mm, ocorrendo distribuição irregular
146 durante os meses, com ocorrência de dois períodos nítidos de chuva (SILVA, 2013). A seguir temos a descrição
147 granulométrica dos solos onde o estudo foi desenvolvido na qual podemos observar que os solos em sua
148 predominância são argilosos.

149

150 **Tabela 1** – análise granulométrica dos solos das diferentes áreas de estudo.

Uso do Solo	Profundidade	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
	cm				
ILPF (1)	0-10	80	60	220	640
	10-20	60	50	200	690
Cultivo de Macaxeira (2)	0-10	30	20	260	690
	10-20	20	20	230	730
Cultivo de Fruticultura (3)	0-10	160	110	250	480
	10-20	130	90	260	520
Cultivo Convencional (4)	0-10	20	10	270	700
	10-20	20	10	230	740
Cultivo Orgânico (5)	0-10	80	110	210	600
	10-20	60	110	240	590
Capoeira (6)	0-10	140	130	240	490
	10-20	100	130	220	550
Floresta (7)	0-10	240	150	140	470
	10-20	190	170	160	480
Pastagem (8)	0-10	20	20	160	800
	10-20	30	20	200	750

151

152 As áreas de estudo foram selecionadas a partir do seu uso, sendo sete propriedades cuja mudanças
153 são oriundas da ação antrópica e uma de floresta nativa. Cada propriedade apresenta características
154 específicas que variam desde o tipo de uso do solo até o tipo de manejo empregado e o nível de tecnologia
155 empregado. Além das variáveis microclimáticas (temperatura, umidade e precipitação). Entre os sistemas
156 agrícolas temos:

Local	Descrição da área
Floresta (F)	Floresta Nacional do Tapajós (Flona Tapajós), criada em 1974 (Decreto Federal 73.684), caracterizada como uma floresta ombrófila densa de terra firme.
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)	Sistema implantado que integra o cultivo de espécies florestais (andiroba, mogno africano e cumaru); lavoura – milho, soja, macaxeira e banana; pecuária – gramíneas. Tratos culturais: adubação, gradagem, roçagem. Cerca de 13 anos de implantado.
Cultivo fruticultura (CF)	Área com cultivo de acerola. Os tratos culturais consistem de adubação (aplicação de dejetos suínos líquidos), roçagens e capinas manuais, irrigação e colheita manual.
Pastagem (P)	Pastagem implantada com capim Mombaça com 6 anos e já apresenta certo grau de degradação. Tratos culturais apenas roçagem.
Cultivo convencional (CC)	Local de plantio convencional com rotação de cultura milho e soja. São adotadas práticas como a gradagem para preparo da área e aplicação de calcário e fertilizantes para correção do solo. Todas as atividades são mecanizadas.
Cultivo de macaxeira (CM)	Plantio de macaxeira em área de cultivo com preparo convencional do solo, gradagem e aplicação de calcário para preparo do solo e o plantio e a colheita são manuais.
Capoeira (C)	Floresta secundária em regeneração com aproximadamente 12 anos.
Cultivo orgânico (CO)	Cultivo de hortaliças em sistema de cultivo orgânico e plantio de açaí consorciado com maracujá. Adubação com esterco, capinas, revolvimento manual do solo para formação das leiras de plantio. Sistema de cultivo instalado a cerca de 4 anos.

157

158 A amostragem, realizada no mês de outubro de 2018, período menos chuvoso na região amazônica,
 159 consistiu em delimitação de uma parcela de 25x50 m, em cada área de estudo, onde foram coletadas
 160 amostras de solo com auxílio de trados holandês, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Em cada área de
 161 estudo obteve-se duas amostras compostas, constituídas de 9 amostras simples cada, nas respectivas
 162 profundidades. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e
 163 acondicionados em caixa térmica e encaminhadas para o laboratório do museu Emilio Goeldi, Belém-PA, para
 164 analisar os atributos químicos do solo. As análises foram feitas para determinar os teores dos macros e
 165 micronutrientes, pH em água, soma de bases, matéria orgânica, acidez, CTC, determinou-se ainda a
 166 granulometria.

167 Os dados foram submetidos à estatística descritiva e ao teste de normalidade, o teor de fosforo (P)
 168 não apresentou normalidade e foi transformado pelo log e posteriormente realizou-se a ANOVA e as médias
 169 foram comparadas entre si pelo teste de tukey e gráficos foram elaborados utilizando o software estatístico
 170 Past.

171 **RESULTADOS**

172 Os valores médios registrados para os atributos químicos analisados estão expostos na tabela 2, onde também é possível observar que não houve diferença
 173 significativa para os teores de Carbono (C), Matéria orgânica (MO), Nitrogênio (N) e relação C:N quando comparados os solos sob uso agrícola com o solo sob floresta.

174 **Tabela 2:** valores médios e desvio padrão dos teores dos atributos químicos analisados nos diferentes usos do solo no período menos chuvoso na região amazônica.

Uso do Solo	pH	Carbono	Matéria orgânica	Nitrogênio	Relação C/N	Fósforo disponível	Alumínio	Ácidez	Sódio
	H2O		g/kg			mg/kg		Cmolc/Kg	
ILPF (1)	5,06* ± 0,32	24,42ns ± 3,43	42,11ns ± 5,92	1,42ns ± 0,16	17,52ns ± 4,43	15,49* ± 8,11	0,86* ± 0,56	6,07ns ± 0,74	0,026ns ± 0,0081
Cultivo de Macaxeira (2)	4,44ns ± 0,52	23,5ns ± 7,54	40,51ns ± 13,00	1,63ns ± 0,45	14,36ns ± 2,87	4,70ns ± 3,22	1,53ns ± 0,57	7,31ns ± 1,97	0,025ns ± 0,0164
Cultivo de Fruticultura (3)	5,82* ± 0,55	18,30ns ± 7,21	31,55ns ± 12,44	1,35ns ± 0,49	13,54ns ± 3,59	148,99* ± 139,57	0,05* ± 0,06	2,92* ± 1,34	0,035* ± 0,0054
Cultivo Convencional (4)	5,13* ± 0,15	21,08ns ± 3,70	36,35ns ± 6,37	1,48ns ± 0,17	14,16ns ± 1,54	10,50ns ± 4,10	0,60* ± 0,25	5,22ns ± 0,74	0,01ns ± 0,0000
Cultivo Orgânico (5)	4,86* ± 0,22	20,84ns ± 4,44	35,93ns ± 7,65	1,45ns ± 0,33	14,58ns ± 2,51	7,67ns ± 2,29	1,43ns ± 0,41	7,12ns ± 0,70	0,023ns ± 0,0051
Capoeira (6)	3,75ns ± 0,12	19,17ns ± 4,46	33,05ns ± 7,69	1,14ns ± 0,18	16,62ns ± 2,25	7,45ns ± 2,29	2,63ns ± 0,19	8,05ns ± 1,05	0,019ns ± 0,0052
Floresta (7)	3,87ns ± 0,10	17,87ns ± 3,11	30,81ns ± 5,37	1,28ns ± 0,20	13,89ns ± 1,49	3,03ns ± 1,02	2,19ns ± 0,28	6,49ns ± 0,84	0,020ns ± 0,0000
Pastagem (8)	4,66* ± 0,43	24,36ns ± 6,52	42,00ns ± 11,25	1,41ns ± 0,23	17,10ns ± 3,28	3,17ns ± 1,09	1,09* ± 0,61	7,07ns ± 0,71	0,026ns ± 0,0051

Legenda: ILPF - Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta; SB - soma de bases; CTC - capacidade de troca de cátions; V - saturação por bases; m - saturação por alumínio; * - significativo (p≤0,05); ns - não significativo;

175

	Potássio	Cálcio	Magnésio	SB	CTC	V	M
			Cmolc/Kg			%	
Continuação...	0,146* ± 0,0926	1,59ns ± 0,77	0,61ns ± 0,34	2,38ns ± 1,09	3,24ns ± 0,54	27,50* ± 11,44	29,81* ± 22,54
	0,073ns ± 0,0441	1,36ns ± 1,21	0,33ns ± 0,28	1,82ns ± 1,50	3,36ns ± 1,09	17,27ns ± 12,47	53,37ns ± 32,24
	0,296* ± 0,0571	4,69* ± 1,46	0,82* ± 0,14	5,85* ± 1,64	5,90* ± 1,62	67,25* ± 8,46	0,98* ± 1,41
	0,028ns ± 0,0354	3,31* ± 0,62	0,44ns ± 0,12	3,79* ± 0,76	4,40* ± 0,86	41,88* ± 2,99	13,69* ± 4,67
	0,026ns ± 0,0196	1,52ns ± 1,03	0,54ns ± 0,31	2,11ns ± 1,34	3,54ns ± 0,95	21,27ns ± 9,02	44,98ns ± 20,41
	0,018ns ± 0,0040	0,43ns ± 1,00	0,08ns ± 0,07	0,54ns ± 1,08	3,17ns ± 1,06	5,46ns ± 10,26	88,19ns ± 19,80
	0,013ns ± 0,0051	0,28ns ± 0,22	0,22ns ± 0,11	0,54ns ± 0,32	2,73ns ± 0,38	7,31ns ± 3,57	80,74ns ± 10,29
	0,026ns ± 0,0051	1,83ns ± 1,30	0,76* ± 0,56	2,65ns ± 1,87	3,74ns ± 1,34	24,89ns ± 12,19	35,72* ± 26,18

176

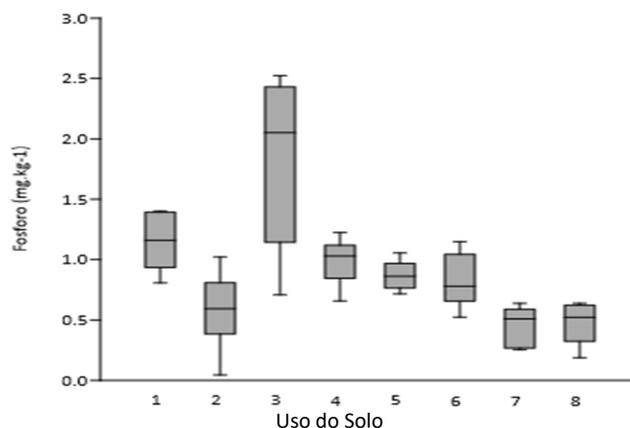
177 A propriedade com cultivo de fruticultura apresentou níveis mais elevado de pH 5,8. Com exceção da
 178 área de macaxeira e capoeira todas as demais diferiram estatisticamente da área de floresta nativa ($p \leq 0,05$).
 179 O pH do solo nas áreas estudadas diminui em profundidade, mesmo não havendo diferenças significativas
 180 ($p \leq 0,05$), ao contrário do que ocorreu na área de capoeira que apresentou valores menos ácidos na
 181 profundidade de 10-20 cm. O pH nos solos agrícolas variou de 5,13 a 6,5.

182 Os teores de matéria orgânica (MO) dos solos foram maiores nos solos agrícolas que em área de
 183 floresta nativa. No sistema ILPF, pastagem e cultivo de macaxeira os valores médios foram de $42,15 \text{ g.kg}^{-1}$,
 184 $42,00 \text{ g.kg}^{-1}$ e $40,51 \text{ g.kg}^{-1}$. Contudo, não foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre a área de
 185 floresta e as áreas agrícolas.

186 O que fica evidente com os resultados é que houve uma variação significativa ($p \leq 0,05$) entre as
 187 profundidades dentro de cada área de cultivo para o teor de MO. O sistema de ILPF apresentou teores mais
 188 elevado na profundidade de 10-20 cm, e para o cultivo de fruticultura que apresentou uma redução
 189 acentuada em profundidade quando comparada com as demais áreas (Figura 2).

190 Os teores de carbono (C) e nitrogênio (N) das áreas de cultivo não diferiram estatisticamente ($p \leq$
 191 $0,05$) em relação a floresta nativa. Contudo, observou-se que houve diferença nos teores de C e N entre
 192 profundidade, sendo que no cultivo de fruticultura observou-se a maior redução no teor dos nutrientes, o
 193 que evidencia que há altas concentrações na camada superficial. No sistema de ILPF o comportamento foi
 194 semelhante ao observado para o teor de MO, no qual houve incremento de C em profundidade. Os valores
 195 da relação carbono : nitrogênio (C:N) variaram de 13,5 no solo sob fruticultura a 17,5 no sistema de ILPF.

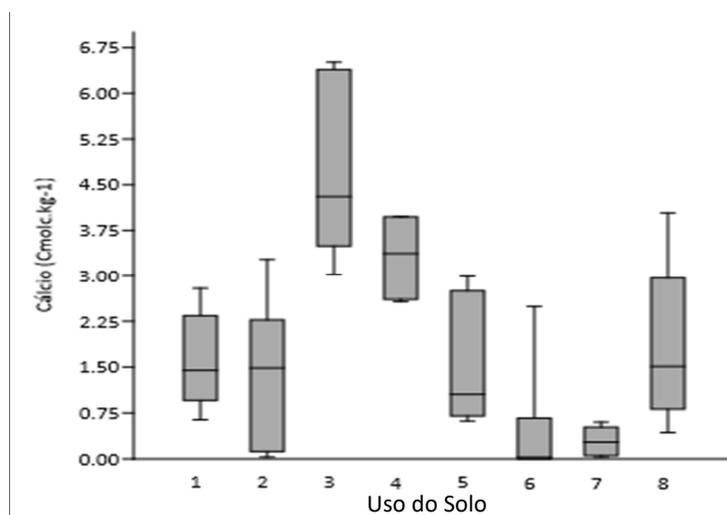
196 Todos os solos sob cultivo apresentaram teores de fósforo (P) acima dos encontrado em solo de
 197 floresta nativa, variando de $3,17 \text{ mg. Kg}^{-1}$ na área de pastagem a $148,99 \text{ mg. Kg}^{-1}$ no cultivo de fruticultura
 198 (Tabela 2). Contudo, apenas o cultivo de fruticultura e o sistema ILPF diferiram estatisticamente da floresta
 199 nativa. Quanto aos teores elevados de P no cultivo de fruticultura, é devido aos tratos culturais adotado pelo
 200 produtor tal como aplicação de dejetos líquidos de suínos na área.



201
 202
 203

Figura 1 – teores de Fósforo (P) do solo sob diferentes usos agrícolas e floresta. 1: ILPF; 2: cultivo de Macaxeira; 3: Cultivo de Fruticultura; 4: Cultivo Convencional; 5: Cultivo Orgânico; 6: Capoeira; 7: Floresta; 8: Pastagem.

204 Os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nos solos cultivados foram superiores aos da área sob
 205 floresta nativa e capoeira nas duas profundidades avaliadas. Na área de cultivo de fruticultura, cultivo
 206 convencional e pastagem foram registrados os maiores teores de Ca, 4,69, 3,31 e 1,83 Cmol_c/Kg,
 207 respectivamente (Tabela 2). Contudo, apenas as áreas de cultivo convencional e de fruticultura diferiram
 208 estatisticamente da área de floresta nativa (Figura 2). Os maiores teores médios de Mg foram registrados no
 209 cultivo de fruticultura e pastagem, respectivamente com 0,82 e 0,76 Cmol_c/Kg. Coincidentemente as áreas
 210 citadas foram as únicas que diferiram estatisticamente da área de floresta nativa. As áreas de cultivo de
 211 fruticultura (5,85 Cmol_c.Kg⁻¹) e convencional (3,79 Cmol_c.Kg⁻¹) foram as únicas que diferiram estatisticamente
 212 da área de floresta nativa nos teores de SB.



213

214

215

Figura 2 – teores de Cálcio (Ca) do solo sob diferentes usos agrícolas e floresta. 1: ILPF; 2: cultivo de Macaxeira; 3: Cultivo de Fruticultura; 4: Cultivo Convencional; 5: Cultivo Orgânico; 6: Capoeira; 7: Floresta; 8: Pastagem.

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

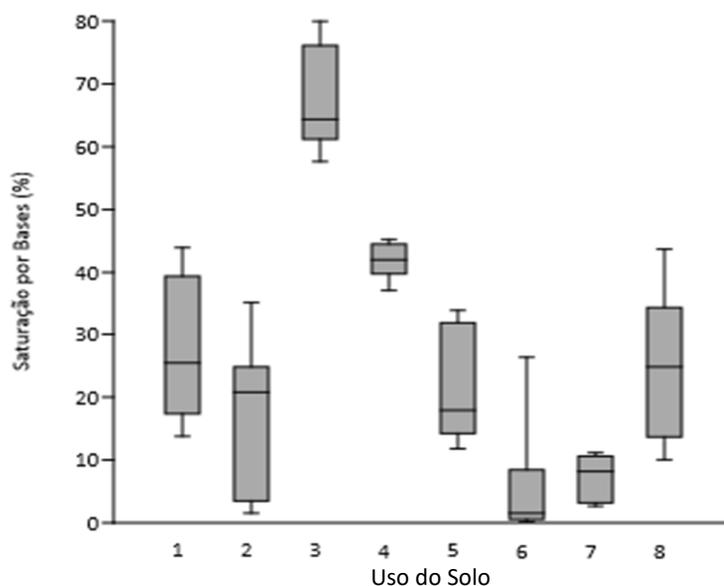
227

228

Os teores de potássio (K) nas áreas agrícolas foram relativamente superiores aos de floresta nativa. Sendo que foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para as áreas de fruticultura (0,2966 Cmol_c.Kg⁻¹) e ILPF (0,1466 Cmol_c.Kg⁻¹) quando comparadas ao solo de floresta nativa (0,0133 Cmol_c.Kg⁻¹). Apesar da alta suscetibilidade desse nutriente a lixiviação, não foram observadas variações significantes entre os teores de K em profundidade nas diferentes áreas estudadas. Os teores de sódio (Na) foram insignificantes e não diferiram estatisticamente entre si, o que é comum em solos da região amazônica.

No solo sob cultivo de fruticultura o valor médio de alumínio (Al) foi de 0,05 Cmol_c.Kg⁻¹, valor inferior a 0,2 que enquadra o solo com baixo teor de Al. Em todas as demais áreas estudadas os solos apresentaram altos teores de Al. Consequentemente a acidez potencial (H+Al) na área de fruticultura (2,92 Cmol_c.Kg⁻¹) foi inferior as demais áreas, sendo a única a diferir estatisticamente da área de floresta nativa (6,49 Cmol_c.Kg⁻¹). Os valores médios da capacidade de troca de cátions (CTC) foram baixos em todas as áreas, sendo que o cultivo de fruticultura e convencional apresentaram os maiores valores com 5,9 e 4,4 Cmol_c.Kg⁻¹, respectivamente. Também foram as únicas áreas a diferir estatisticamente da área de floresta nativa.

229 A saturação por bases (V) das áreas de cultivo foi superior aos da floresta nativa e da capoeira
 230 variando de 5,46 a 67,25% (Tabela 2). Sendo que apenas o sistema ILPF (27,5%), cultivo de fruticultura
 231 (67,25%) e convencional (41,88%) apresentaram diferenças significativas quando comparada com a floresta
 232 nativa (7,31%) (Figura 3). No cultivo convencional a alta saturação por bases se deve a aplicação de corretivos
 233 agrícolas e fertilizantes. Quanto a saturação por alumínio (m) os menores valores foram registrados no cultivo
 234 de fruticultura (0,98 %) e convencional (13,69%).



235
 236 Figura 3 – teores da Saturação por base (V) do solo sob diferentes usos agrícolas e floresta. 1: ILPF; 2: cultivo de
 237 Macaxeira; 3: Cultivo de Fruticultura; 4: Cultivo Convencional; 5: Cultivo Orgânico; 6: Capoeira; 7: Floresta; 8: Pastagem.

238 Os solos agrícolas, em geral, apresentaram variabilidade para os atributos químicos. Variabilidade
 239 está decorrente da mudança no uso da terra e do manejo do solo, visto que nesses ambientes, geralmente,
 240 ocorre adição, conservação ou perda dos nutrientes.

241

242 DISCUSSÃO

243 A variação de pH em profundidade nas áreas de cultivo pode ser justificada pela baixa solubilidade
 244 dos corretivos agrícolas e em áreas que não é feito o uso de tais corretivos, a flutuação de pH em
 245 profundidade pode ser explicada pelos valores de soma de bases, matéria orgânica e CTC, (CORREA et al.,
 246 2001; COSTA et al., 2019). Mesmo com o pH nos solos agrícolas variando de 5,13 a 6,5, estes valores de pH,
 247 embora tenham diferido entre si, apresenta-se em faixa considerada adequada (FERREIRA et al., 2014).

248 Na área de pastagem os altos teores de MO são justificáveis, visto que apresenta uma grande
 249 produção de biomassa, tanto da parte aérea como de raízes. Oliveira et al. (2015), ao estudarem atributos
 250 biológicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta na região amazônica, observaram
 251 acúmulo de MO em áreas de pastagem convencional. Segundo Netto et al. (2009) esse acúmulo resulta da
 252 eficiência das gramíneas de incorporar matéria orgânica no solo. No ILPF em estudo isso se deve

253 principalmente ao acúmulo de restos culturais dos cultivos anuais e das espécies florestais cultivadas. Oliveira
254 et al. (2015), também observaram incremento MO em sistema de ILPF. Segundo os autores, esse aumento
255 resulta da contribuição dos restos culturais dos cultivos anuais e das folhas e galhos das espécies florestais
256 integradas ao sistema. No cultivo de fruticultura essa redução se deve principalmente a baixa produção de
257 biomassa vegetal, visto que as plantas são perenes e o cultivo adensado não permite o acesso de tratores
258 com grade para fazer a incorporação dos restos culturais resultantes das roçagens.

259 Costa et al. (2019) esclarecem que esse maior índice de MO nos solos de pastagem e Sistemas
260 agroflorestais é decorrente da adição contínua e acúmulo de resíduos vegetais feitos de maneira natural.
261 Enquanto que no cultivo de macaxeira a principal justificativa é devido a área ter sido desmatada no ano de
262 plantio, o que resultou em acúmulo de biomassa remanescente. O fato das diferentes áreas de cultivo não
263 terem diferido estatisticamente da floresta nativa evidencia que apesar das diferentes interações que
264 ocorrem nas diferentes áreas as vegetações têm fornecido biomassa vegetal que garantam um estoque de
265 MO garantindo assim o funcionamento da ciclagem de nutrientes.

266 No que se refere a variação do teor de C nos solos agrícolas em profundidade, Kato et al. (2010),
267 também observaram reduções no teor de C em profundidade em função do tipo de cobertura vegetal. A
268 redução de C e N em profundidade aliada a baixa relação C:N nos solos agrícolas, em geral, representam uma
269 redução dos teores de C e N, o que acarreta em perda de qualidade do solo, com reflexo direto na ciclagem
270 de nutrientes e na atividade microbiana, isso se deve principalmente as modificações na dinâmica da MO em
271 função da mudança no uso da terra (BONA, et al., 2006; DANTAS et al., 2012).

272 Quanto ao teor de P, Carmo et al. (2010), também constataram baixos teores em solos sob pastagem,
273 que resultou da menor ciclagem de nutrientes quando comparados a mata nativa. Além disso, a pastagem
274 atua como um dreno de P, e isso aliado a não adubação resulta em redução dos teores de P nos solos sob
275 pastagem. Em relação aos altos teores de P no solo sob cultivo de fruticultura, Marques et al. (2004), afirmam
276 que o acúmulo de P na superfície do solo pode ser resultante da decomposição dos resíduos culturais ou da
277 utilização de dejetos animais como fertilizante.

278 Em relação a variação dos teores de Ca e Mg entre as áreas de cultivo e floresta, Corrêa et al. (2001),
279 ao avaliarem as propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Distrófico sob cultivo contínuo de cana-
280 de-açúcar, também registraram valores médios de Ca e Mg superiores aos encontrados em solos de floresta
281 nativa.

282 Quanto ao teor de K, Carmo et al. (2010), ao avaliarem as características químicas de um Argissolo
283 sob diferentes usos não constataram diferenças significativas para os teores de K em profundidade, mesmo
284 com a alta suscetibilidade a lixiviação.

285 Sabe-se que a variabilidade do solo é decorrente das características de cada tipo de solo e pode ser
286 resultado das diferentes exigências de cada cultura e da taxa de exportação de nutrientes das culturas, e
287 pode ainda ser decorrente de adubação em áreas específicas e de perdas e/ou complexação dos nutrientes
288 em pontos distintos (SILVEIRA JUNIOR, et al, 2014).

289

290

CONCLUSÕES

291

292

293

Conclui-se que a variação dos atributos químicos nos solos é resultante da mudança no uso da terra e do manejo adotado em cada área. Sendo que em sua maioria, mesmo quando não houve diferenças significativas, os solos sob cultivos agrícolas apresentaram valores acima dos registrados no solo sob floresta.

294

295

296

Os macros e micronutrientes apresentaram alta variação entre as áreas estudadas, e quando comparadas com a floresta nativa verificou-se que em sua maioria os solos agrícolas diferiram do solo de floresta.

297

298

299

O solo sob cultivo de fruticultura apresentou baixos teores de Al e conseqüentemente baixa H+Al e saturação por alumínio. Entre as áreas de cultivo agrícolas, foi a que apresentou alta fertilidade recorrente das práticas de manejo adotadas.

300

301

REFERÊNCIAS

302

303

304

AQUINO, R. E.; CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, I. A.; MANTOVANELLI, B. C.; SOARES, M. D. R. Geoestatística na avaliação dos atributos físicos em latossolo sob floresta nativa e pastagem na Região de Manicoré, Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 2, p. 397-406, 2014.

305

306

307

BONA, F. D.; BAYER, C.; BERGAMASCHI, H.; DIECKOW, J. Carbono orgânico no solo em sistemas irrigados por aspersão sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.911-920, 2006.

308

309

310

CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA, D. M. P. Estoque de carbono no solo e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas. **Revista Ambiente & Água** vol. 11 n. 2, p. 339-349, 2016.

311

312

CARMO, S. D.; FERNANDES, A. R.; NORONHA, N. C.; SAMPAIO, F. A. R. Características químicas de um Argissolo sob diferentes usos em Ji-Paraná/RO. **Revista de Ciências Agrárias**, v.53, n.2, p.143-149, 2010.

313

314

315

CERCIANI, K.; LAMBAIS, M. R.; CERRI, C. C.; AZEVEDO, L. C. B.; FEIGL B. J. Bacteria diversity and microbial biomass in forest, pasture and fallow soils in the southwestern amazona basin. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 33, p. 907-916, 2009.

316

317

COOPER, M. **Degradação e Recuperação de Solos**. Recuperação de Áreas Degradadas. ESALQ – Piracicaba. 2008. p.31.

318

319

320

CORRÊA, M. C. M.; CONSOLINI, F.; CENTURION, J. F. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Distrófico sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1159-1163, 2001.

321

322

323

COSTA, H. S.; SANTOS, T. S.; CANDIDO, J. S.; JESUS, L. M.; SOUZA, T. A. A.; MARTINS, J. C. Indicadores químicos de qualidade de solos em diferentes coberturas vegetais e sistemas de manejo. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, Suplemento, p. 42-48, 2019.

- 324 CUNHA, N.R.S; LIMA, J.E; GOMES, M.F.M; BRAGA, M.J. A intensidade da exploração agropecuária
325 como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia**
326 **Rural**, Brasília, v.46, n.2, p.291-323, 2008.
- 327 DANTAS, J. D’A. N.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ASSIS, C. P. Qualidade de solo sob diferentes
328 usos e manejos no perímetro irrigado Jaguaribe/Apodi, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e**
329 **Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 18-26, 2012.
- 330 FERREIRA J.T.P.; FERREIRA E.P.; SILVA W.C.; ROCHA, I.T.M. Atributos químicos e físicos do solo sob
331 diferentes manejos na microrregião serrana dos quilombos – Alagoas. **Agrarian Academy**. 1(1):89-101, 2014.
- 332 FONSECA, G.C.; CARNEIRO, M.A.C.; COSTA, A.R.; OLIVEIRA, G.C.; BALBINO, L.C. Atributos físicos,
333 químicos e biológicos de Latossolo vermelho distrófico de Cerrado sob duas rotações de cultura. **Revista**
334 **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, n.1, p.22-30, 2007.
- 335 KATO, E.; RAMOS, M. L. G.; VIEIRA, D. F. A.; MEIRA, A. D.; MOURÃO, V. C. Propriedades físicas e teor
336 de carbono orgânico de um Latossolo vermelho-amarelo do cerrado, sob diferentes coberturas vegetais.
337 **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 732-738, 2010.
- 338 MAKEWITZ, D.; DAVIDSON, E.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D. Nutrient loss and
339 redistribution after forest clearing on a highly weathered soil in Amazonia. **Ecological**
340 **Applications**, v. 14, n. 4, p. 177-199. 2004.
- 341 MARQUES, J.D.O.; LIBARDI, P.L.; TEIXEIRA, W.G.; REIS, A.M. Estudo de parâmetros físicos, químicos e
342 hídricos de um Latossolo Amarelo da Região Amazônica. **Acta Amazônica**, Manaus, v.34, n.2, p.145-154,
343 2004.
- 344 NETTO, I.T.P.; KATO, E.; GOEDERT, W.J. Atributos físicos e químicos de um Latossolo vermelho-
345 amarelo sob pastagem com diferentes tipos de usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.5.
346 p.1441-1448, 2009
- 347 NOGUEIRA, E.; D.; C. JUNIOR, J. I. T.; VASCONCELLOS, B. M. C. Atributos químicos do solo sob
348 diferentes coberturas Vegetais em áreas do platô de Neópolis-Se. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1-4, 2012.
- 349 OLIVEIRA, B. S.; CARVALHO, M. A. C.; LANGE, A.; WRUCK, F. J.; DALLACORT, R. Atributos biológicos do
350 solo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta na região amazônica. **Reveng Engenharia na**
351 **Agricultura**, Viçosa – MG, v. 23, n. 5, p. 448-456, 2015.
- 352 ROSA, S. F.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; FLEIG, F. D.; RODRIGUES, M. F.; GELAIN, N. S.
353 Propriedades físicas e químicas de um Argissolo sob cultivo de *Eucalyptus dunnii* Malden no pampa gaúcho.
354 **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 580-590, 2018.
- 355 SANTOS, A.C; SALCEDO, I.H.; CANDEIAS, A.L.B. Variabilidade espacial da fertilidade do solo sob
356 vegetação nativa e uso agropecuário: estudo de caso na microbacia vaca – PB. **Revista Brasileira de**
357 **Cartografia**, Rio de Janeiro, v.2, n. 62, p. 119- 124, 2010.

358 SILVA, H. A. S. **Dinâmica da Paisagem na Microbacia Hidrográfica do Rio Mojuí, Oeste do Estado do**
359 **Pará**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas –
360 Botucatu-SP, 2013

361 SILVEIRA JUNIOR, O.; SANTOS, A. C.; SANTOS, P. M.; ROCHA, J. M. L.; ALEXANDRINO, E. Distribuição
362 espacial de atributos químicos do solo em áreas sob diferentes usos agrícolas. **Reveng Engenharia na**
363 **Agricultura**, Viçosa – MG, v. 22, n. 5, p. 442-455, 2014.

364

365

366

CAPÍTULO II

367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415

BIOMASSA MICROBIANA COMO INDICADOR DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES USOS AGRÍCOLAS E UMA ÁREA DE FLORESTA¹

**Geomarcos da Silva Paulino²
Raimundo Cosme de Oliveira Junior³**

¹ O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais (www.sustenere.co/index.php/rica).

² Mestrando em Ciências Ambientais. Programa de Recursos Naturais da Amazônia. E-mail: geomarcospaulino19@gmail.com

³ Orientador. Embrapa Amazônia Oriental. E-mail: Raimundo.oliveira-junior@embrapa.br

416 BIOMASSA MICROBIANA COMO INDICADOR DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES USOS AGRÍCOLAS 417 E UMA ÁREA DE FLORESTA

418

419 Resumo – A atividade e biomassa microbiana são importantes indicadores biológicos, pois, são sensíveis as alterações
420 ambientais, podendo fornecer informações importantes sobre o uso e manejo adequado do solo. Diante disso, o
421 trabalho objetivou avaliar o Carbono, o Nitrogênio e o Fósforo da biomassa microbiana do solo sob diferentes
422 coberturas vegetais na região Oeste do Pará, municípios de Belterra, Santarém e Mojuí dos Campos. As amostras de
423 solo foram coletadas em oito áreas distintas, nas quais delimitou-se parcelas de 25x50 m. Obteve-se seis amostras
424 compostas por parcela, constituídas por três amostras simples cada, nas profundidades de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm,
425 perfazendo um total de 48 amostras. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e
426 acondicionados em caixa térmica e encaminhadas para o laboratório de solos do museu Emilio Goeldi, Belém-PA, onde
427 foram realizadas as análises dos atributos biológicos (C, N e P da biomassa microbiana) do solo. Determinou-se também
428 o quociente microbiano. Os dados obtidos foram submetidos à estatística descritiva, anova e as medias comparadas
429 entre si pelo teste de tukey, correlação linear de Pearson e para gerar gráficos utilizando o software estatístico Past. Os
430 teores de C e P da biomassa microbiana dos solos agrícolas diferiram da área de floresta. Os maiores valores de C_{mic} , N_{mic}
431 e P_{mic} foram no solo sob pastagem ($1897 \mu\text{g.g}^{-1}$), ILPF ($64,59 \text{ mg.Kg}^{-1}$) e fruticultura ($81,56 \text{ mg.Kg}^{-1}$), respectivamente.
432 Conclui-se que os atributos biológicos do solo, avaliados nos diferentes sistemas de uso da terra, são influenciados pelas
433 culturas de cobertura e pelas práticas de manejo adotadas. Solos com pouco ou nenhum revolvimento do solo, com
434 elevado aporte de biomassa vegetal e com utilização de fertilizantes orgânicos favoreceu o aumento da biomassa
435 microbiana.

436
437 **Palavras-chave:** atributos biológicos do solo; manejo do solo; mudanças no uso da terra; região amazônica.

438

439

440 Abstract: The microbial activity and biomass are important biological indicators, since they are sensitive to
441 environmental changes, and can provide important information about the use and proper management of the soil.
442 Therefore, the work aimed to evaluate the Carbon, Nitrogen and Phosphorus of the microbial biomass of the soil under
443 different vegetation coverings in the Western region of Pará, municipalities of Belterra, Santarém and Mojuí dos
444 Campos. The soil samples were collected in eight different areas, in which 25x50 m plots were delimited. Six samples
445 were obtained composed by plot, consisting of three simple samples each, at depths of 0 - 10 cm and 10 - 20 cm, making
446 a total of 48 samples. The samples were stored in plastic bags properly identified and packed in a thermal box and sent
447 to the soil laboratory of the Emilio Goeldi museum, Belém-PA, where were carried out the analysis of the biological
448 attributes (C, N and P of the microbial biomass) of the soil. The microbial quotient was also determined. The data
449 obtained were submitted to descriptive statistics, test of comparison of means, Pearson's linear correlation and to
450 generate graphs using the Past statistical software. The levels of C and P of microbial biomass in agricultural soils differed
451 from the forest area. The highest values of C_{mic} , N_{mic} and P_{mic} were in the soil under pasture ($1897 \mu\text{g.g}^{-1}$), ILPF
452 (64.59 mg.Kg^{-1}) and fruit growing (81.56 mg.Kg^{-1}), respectively. It is concluded that the biological attributes of the soil,
453 evaluated in the different land use systems, are influenced by the cover crops and the management practices adopted.
454 Soils with little or no soil disturbance, with high input of vegetable biomass and with the use of organic fertilizers favored
455 the increase of microbial biomass.

456

457 **Keywords:** soil biological attributes; soil management; changes in land use; Amazon region.

458

459

460 INTRODUÇÃO

461 Os ecossistemas naturais apresentam uma integração equilibrada entre a cobertura vegetal e os
462 atributos físicos, químicos e biológicos do solo, porém este equilíbrio é alterado pelas atividades antrópicas
463 e mudanças climáticas (LOUREIRO, 2012). De acordo com Campos et al. (2004) os estudos que avaliam a
464 influência dos fatores ambientais sobre os atributos do solo são importantes pois fornecem informações
465 sobre opções de manejo que mantenham a sua fertilidade, no caso de sistemas antropizados.

466 As mudanças no uso da terra resultantes da ação antrópica implicam em alterações da biomassa
467 microbiana e devido ao manejo inadequado tem resultado em perda da qualidade do solo na Amazônia
468 (LOPES et al., 2011). A biomassa microbiana é essencial para transformações químicas no solo e para
469 mineralização da matéria orgânica, sendo responsável, principalmente, pela constante ciclagem de
470 nutrientes e disponibilidade de elementos como Carbono, Nitrogênio, Fosforo e Enxofre (CANEI et al., 2018).

471 Os atributos biológicos, tais como a biomassa microbiana, diferentemente dos atributos físicos e
472 químicos se destacam como indicadores de qualidade do solo pois permitem uma resposta rápida as
473 alterações resultantes das mudanças no uso da terra. Sendo que as mudanças na populações e atividade
474 microbiana alteram as propriedades químicas e físicas do solo, refletindo sinais claros de degradação ou
475 melhoria do solo em função do manejo empregado (BALOTA et al., 2014; ZANINETTI et al., 2016; CANEI et
476 al., 2018).

477 Devido a importância dos atributos biológicos para os processos que ocorrem no solo, verifica-se que
478 há uma necessidade de estudos a respeito da quantidade e atividade da biomassa microbiana, pois pode nos
479 fornecer subsídios para um manejo e uso da terra mais racional (SILVA et al., 2012). Tendo em vista o exposto,
480 o trabalho objetivou avaliar os teores de Carbono, o Nitrogênio e o Fósforo da biomassa microbiana do solo
481 sob diferentes coberturas vegetais na região Oeste do Pará, municípios de Belterra, Santarém e Mojuí dos
482 Campos.

483

484 **MATERIAIS E MÉTODOS**

485 Desenvolveu-se o estudo em oito áreas distintas, localizadas no município de Santarém, Belterra e
486 Mojuí dos Campos, região oeste do estado do Pará. O solo predominante na região é o Latossolo Amarelo
487 Distrófico. O clima predominante na região é quente e úmido, característico das Florestas Tropicais. A
488 precipitação pluviométrica média na região gira em torno de 2300 mm, ocorrendo distribuição irregular
489 durante os meses (SILVA, 2013).

490 As áreas de estudo foram selecionadas a partir do seu uso, sendo sete propriedades com uso agrícola
491 e uma de floresta nativa, conforme exposto na Tabela 1.

492

493 TABELA 1 – caracterização das áreas de estudo.

Local	Descrição da área
Floresta (F)	Floresta Nacional do Tapajós (Flona Tapajós), criada em 1974 (Decreto Federal 73.684), caracterizada como uma floresta ombrófila densa de terra firme.
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)	Sistema implantado que integra o cultivo de espécies florestais (andiroba, mogno africano e cumaru); lavoura – milho, soja, macaxeira e banana; pecuária – gramíneas. Tratos culturais: adubação, gradagem, roçagem.
Cultivo fruticultura (CF)	Área com cultivo de acerola. Os tratos culturais consistem de adubação (aplicação de dejetos suínos líquidos), roçagens e capinas manuais, irrigação e colheita manual
Pastagem (P)	Pastagem implantada com capim Mombaça com 6 anos e já apresenta certo grau de degradação. Tratos culturais apenas roçagem.
Cultivo convencional (CC)	Local de plantio convencional com rotação de cultura milho e soja. São adotadas práticas como a gradagem para preparo da área e aplicação de calcário e fertilizantes para correção do solo. Todas as atividades são mecanizadas.
Cultivo de macaxeira (CM)	Plantio de macaxeira em área de cultivo com preparo convencional do solo, gradagem e aplicação de calcário para preparo do solo e o plantio e a colheita são manuais.
Capoeira (C)	Floresta secundária em regeneração com aproximadamente 12 anos.
Cultivo orgânico (CO)	Cultivo de hortaliças em sistema de cultivo orgânico e plantio de açaí consorciado com maracujá. Adubação com esterco, capinas, revolvimento manual do solo para formação das leiras de plantio.

494

495 A metodologia de amostragem foi adaptada de Silva Junior et al. (2018), onde em cada propriedade
 496 delimitou-se parcelas de 25x50 m, 0,125 ha, nas quais foram coletadas as amostras de solo com trados
 497 holandês, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Obteve-se seis amostras compostas por parcela,
 498 constituídas por três amostras simples cada, nas respectivas profundidades, perfazendo um total de 48
 499 amostras. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e acondicionados
 500 em caixa térmica e encaminhadas para o laboratório de solos do museu Emilio Goeldi, Belém-PA, onde foram
 501 realizadas as análises dos atributos biológicos (Carbono, Nitrogênio e Fosforo da biomassa microbiana) do
 502 solo. Sendo que a biomassa microbiana foi determinada por irradiação, utilizando micro-ondas, pelo método
 503 de irradiação-extração, adaptado de Islam & Weil (1998) e Brookes et al. (1982).

504 Os dados foram submetidos à estatística descritiva e ao teste de normalidade, posteriormente
 505 realizou-se a ANOVA e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey correlação linear de Pearson
 506 e gráficos foram elaborados utilizando o software estatístico Past.

507

508 RESULTADOS

509 O teor médio de Carbono microbiano (C_{mic}) variou de 648 $\mu\text{g.g}^{-1}$ a 1897 $\mu\text{g.g}^{-1}$ nos solos sob cultivo de
 510 fruticultura e pastagem respectivamente. Para o teor médio de Nitrogênio microbiano (N_{mic}) a variação foi
 511 de 24,63 mg.Kg^{-1} no solo sob fruticultura a 64,59 mg.Kg^{-1} no solo sob o sistema ILPF. Quanto ao teor de

512 Fosforo microbiano (P_{mic}) os teores variaram de 10,62 mg.Kg⁻¹ no solo sob floresta a 81,56 mg.Kg⁻¹ no solo
513 sob fruticultura.

514 Tabela 2. Análise descritiva dos atributos biológicos avaliados sob diferentes usos do solo.

Uso do Solo		Carbono Microbiano (ug.g ⁻¹) 1)	Nitrogênio Microbiano (mg.Kg ⁻¹)	Fósforo Microbiano (mg.Kg ⁻¹)	qMIC (%)
ILPF (1)	χ	844	64,59	45,28	3,57
	Min	505,54	20,74	17,21	1,84
	Max	1141,34	103,7	99,78	6,1
	σ	278	28,34	32,99	1,5
	CV (%)	32,87	43,88	72,86	42,2
Cultivo de Macaxeira (2)	χ	1020	30,24	28,79	4,73
	Min	841,25	23,33	5,47	3,04
	Max	1180,1	38,89	56,31	7,31
	σ	139	5,89	23,11	1,57
	CV (%)	13,6	19,48	80,29	33,27
Cultivo de Fruticultura (3)	χ	648	24,63	81,56	3,93
	Min	489,43	11,67	35,95	2,22
	Max	781,14	38,89	151,07	5,85
	σ	117	11,11	49,65	1,34
	CV (%)	18,08	45,14	60,87	34,2
Cultivo Convencional (4)	χ	1490	25,49	45,12	7,12
	Min	842,3	1,3	35,19	4,75
	Max	2232,93	53,15	63,38	9,85
	σ	522	19,87	9,72	2,34
	CV (%)	35	77,95	21,55	32,91
Cultivo Orgânico (5)	χ	1126,48	58,33	13,68	5,47
	Min	586,92	22,04	10,74	2,93
	Max	1724,46	92,04	16,38	7,4
	σ	444	27,71	2,23	1,91
	CV (%)	39,41	47,51	16,33	35,07
Capoeira (6)	χ	1576	30,03	13,5	8,99
	Min	1304,92	6,48	6,8	5,82
	Max	1898,36	46,67	24,51	17,05
	σ	250	17,74	6,89	4,18
	CV (%)	15,86	59,08	51,01	46,5
Floresta (7)	χ	1749	39,1	10,62	9,92
	Min	1603,9	15,56	8,34	8,85
	Max	2002,38	62,22	13,25	11,68
	σ	149	14,94	1,73	1,04
	CV (%)	8,5	38,21	16,36	10,56
Pastagem (8)	χ	1897	57,25	46,61	7,73
	Min	1169,8	49,26	39,29	5,36
	Max	3165,33	64,81	52,09	9,92
	σ	732	5,7	4,44	1,56
	CV (%)	38,55	9,96	9,52	20,17

χ – média; Min – mínimo; Max – máximo; σ – desvio padrão; CV – coeficiente de variação;

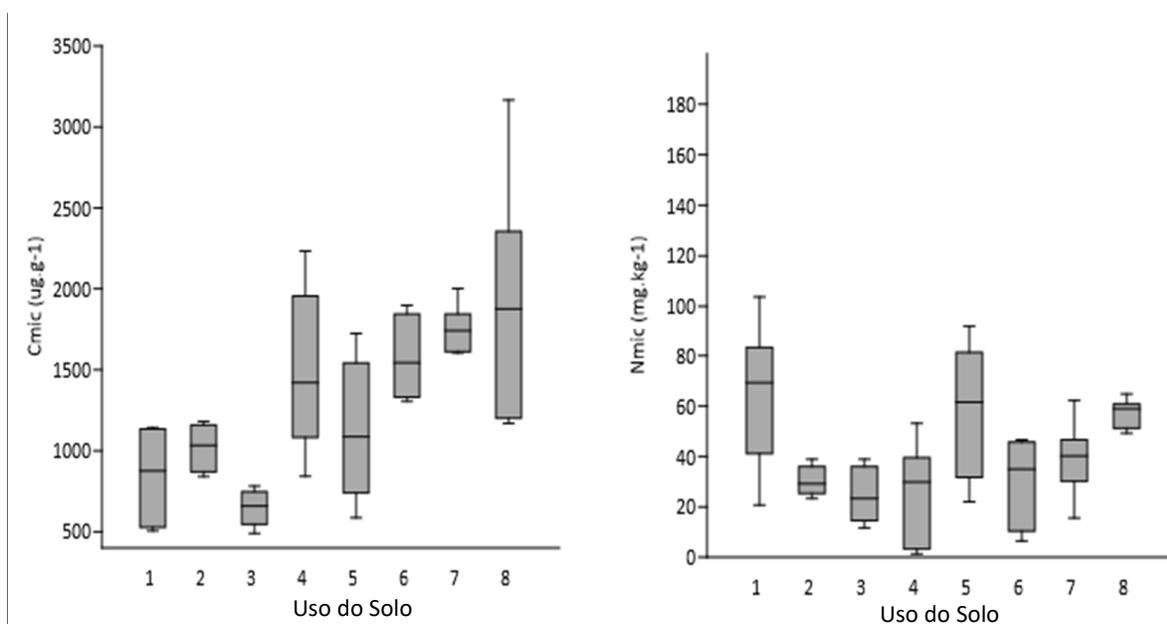
515

516 A biomassa microbiana apresentou comportamento variado sob os diferentes sistemas de uso do
517 solo. As áreas de ILPF (844 μg.g⁻¹) e fruticultura (648 μg.g⁻¹) foram as únicas que diferiram estatisticamente
518 ($p \leq 0,05$) da área de floresta nativa (1749 μg.g⁻¹), apresentando baixos teores de C_{mic} no solo (Figura 1). O
519 solo sob pastagem (1897 μg.g⁻¹) apresentou teores de C_{mic} superior ao registrado em solo de floresta. No

520 solo sob cultivo convencional o teor médio de C_{mic} foi de $1490 \mu\text{g.g}^{-1}$. No cultivo orgânico registrou-se $1126,48$
 521 $\mu\text{g.g}^{-1}$. No cultivo de macaxeira foi de $1020 \mu\text{g.g}^{-1}$.

522 Os baixos teores de C_{mic} no solo sob fruticultura está associado a baixa disponibilidade de C orgânico
 523 e o $qMIC$ (3,9 %) da área indica que não há uma estocagem expressiva de C no solo ao longo do tempo desde
 524 a implantação da cultura. Ou seja, tanto o C orgânico quanto o microbiano estão sendo mineralizado para
 525 atender a demanda da cultura. Associado a isso, temos que o agroecossistema em questão apresenta como
 526 fonte de MO apenas os restos das plantas daninhas após a roçagem.

527 Em profundidade não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) para os teores de C_{mic} nas áreas
 528 estudadas. Contudo, no solo sob cultivo de macaxeira e capoeira os maiores teores foram registrados na
 529 profundidade de 10 – 20 cm.



530
 531 Figura 1 – teores de Carbono microbiano (C_{mic}) e Nitrogênio microbiano (N_{mic}) do solo sob diferentes usos do solo. 1:
 532 ILPF; 2: cultivo de Macaxeira; 3: Cultivo de Fruticultura; 4: Cultivo Convencional; 5: Cultivo Orgânico; 6: Capoeira; 7:
 533 Floresta; 8: Pastagem.

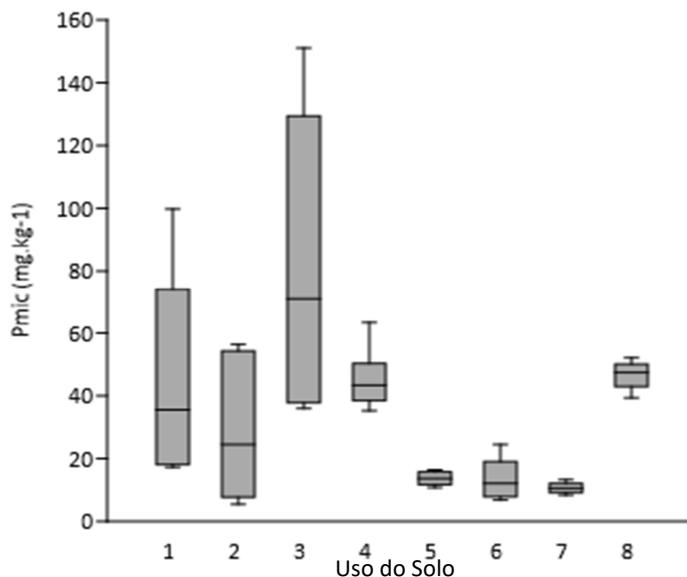
534 Nesse estudo não foi observada correlação significativa entre os teores de C_{mic} e os atributos
 535 químicos avaliados nos sistemas de ILPF, cultivo de macaxeira, de fruticultura, cultivo convencional e
 536 capoeira. No cultivo orgânico houve correlação significativa entre o teor de C_{mic} e o Al ($r = - 0,83^*$), na
 537 pastagem foi entre o C_{mic} e o N_{mic} ($r = - 0,87^*$), já na área de floresta foi entre o C_{mic} e H+Al ($r = 0,33^*$).

538 Os teores de N_{mic} das áreas estudadas não diferiram estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$) quando
 539 comparados a área de floresta. Contudo, entre os ambientes agrícolas foram observadas variações. Os
 540 maiores teores de N_{mic} foram registrados no solo sob ILPF ($64,59 \text{ mg.Kg}^{-1}$), cultivo orgânico ($58,33 \text{ mg.Kg}^{-1}$) e
 541 pastagem ($57,25 \text{ mg.Kg}^{-1}$) (Figura 1). Enquanto que os menores teores foram registrados na área de
 542 fruticultura ($24,63 \text{ mg.Kg}^{-1}$) e cultivo convencional ($25,49 \text{ mg.Kg}^{-1}$).

543 Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em profundidade para o N_{mic} , sendo que no sistema de
 544 ILPF, cultivo orgânico, pastagem e floresta os maiores teores foram registrados de 10 -20 cm. Nas demais
 545 áreas os resultados são o inverso.

546 Não foram observadas correlações significativas entre o N_{mic} e os atributos químicos avaliados nas
 547 áreas estudadas. Contudo, observou-se correlação entre os demais atributos biológicos avaliados nos solos
 548 sob cultivo de fruticultura ($r = - 0,91^*$), convencional ($r = - 0,82^*$) e pastagem ($r = - 0,87^*$). Já na área de
 549 pastagem a correlação negativa entre o N_{mic} e o C_{mic} pode ser associada a competição entre os micro-
 550 organismos decompositores e a relação C:N da matéria orgânica em decomposição que afeta a
 551 disponibilidade dos nutrientes que podem ser imobilizados pela microbiota ou mineralizados e assimilados
 552 pelas plantas.

553 Os teores de P_{mic} do sistema ILPF ($45,28 \text{ mg.Kg}^{-1}$), do cultivo de fruticultura ($81,56 \text{ mg.Kg}^{-1}$), do cultivo
 554 convencional ($45,12 \text{ mg.Kg}^{-1}$) e do solo sob pastagem ($46,61 \text{ mg.Kg}^{-1}$) diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$) da
 555 área de floresta ($10,62 \text{ mg.Kg}^{-1}$) (Figura 2). Houve variação significativa para o teor de P_{mic} dentro das áreas
 556 estudadas em profundidade, sendo que os maiores teores foram registrados na camada de 10 – 20 cm no
 557 solo sob cultivo de fruticultura ($124,36 \text{ mg.Kg}^{-1}$), ILPF ($71,38 \text{ mg.Kg}^{-1}$), de cultivo convencional ($50,04 \text{ mg.Kg}^{-1}$)
 558 e de macaxeira ($48,91 \text{ mg.Kg}^{-1}$), diferente do que foi observado no solo sob floresta. Sugere-se que a maior
 559 atividade da biomassa microbiana na camada de 10 – 20 cm é em decorrência da temperatura e
 560 disponibilidade de água, visto que nessas áreas a cobertura vegetal é esparsa, o que favorece o aumento da
 561 temperatura na superfície do solo e perda de água por transpiração.

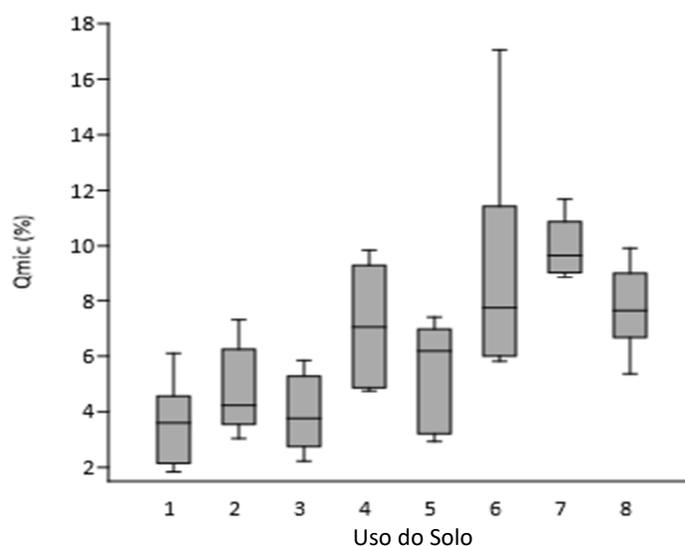


562

563 Figura 2 - teores de Fosforo microbiano (P_{mic}) do solo sob diferentes usos do solo. 1: ILPF; 2: cultivo de Macaxeira; 3:
 564 Cultivo de Fruticultura; 4: Cultivo Convencional; 5: Cultivo Orgânico; 6: Capoeira; 7: Floresta; 8: Pastagem.

565 Foram observadas correlação significativas entre o P_{mic} e os atributos químicos do solo no cultivo
 566 orgânico e na área de pastagem. No cultivo orgânico ($r = -0,83^*$) observou-se que o teor de P_{mic} foi afetado
 567 negativamente pela relação C:N dos resíduos vegetais. Na área de pastagem houve correlação entre o P_{mic} e
 568 os atributos químicos do solo C ($r = 0,86^*$), MO ($r = 0,86^*$), N ($r = 0,86^*$), P ($r = 0,86^*$) e H+Al ($r = 0,89$).

569 A relação qMIC diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre os sistemas avaliados (Figura 3). Contudo,
 570 todos os ambientes apresentaram valores superiores a 1%, o que indica que há possíveis acréscimos de C no
 571 solo ao longo do tempo. Os valores mais baixos de qMIC foram no sistema ILPF (3,57%), cultivo de fruticultura
 572 (3,93%), de macaxeira (4,73%) e orgânico (5,47%). Sugere-se que esses valores de qMIC diferenciado entre
 573 os sistemas avaliados seja por conta da atividade biológica alta ou devido a baixa capacidade de deposição
 574 de resíduos vegetais dos cultivos.



575

576 Figura 3 – valores do quociente microbiano (Qmic) do solo sob diferentes usos do solo. 1: ILPF; 2: cultivo de
 577 Macaxeira; 3: Cultivo de Fruticultura; 4: Cultivo Convencional; 5: Cultivo Orgânico; 6: Capoeira; 7: Floresta; 8: Pastagem.
 578

579

DISCUSSÃO

580 Para a variação dos teores de C_{mic} Moura et al. (2013), observaram comportamento variado dos
 581 teores de C_{mic} nos sistemas estudados ao avaliarem a qualidade de um Organossolo sob diferentes usos
 582 antrópicos e em área de preservação permanente. Constataram também que os maiores valores de C_{mic}
 583 foram na área de pastagem ($910,14 \text{ mg.kg}^{-1}$). Neto et al. (2014), também verificaram diferenças significativas
 584 para a biomassa microbiana avaliado sob diferentes cultivos de frutíferas. No que se refere a teor de C_{mic} no
 585 solo sob cultivo de macaxeira Ferreira et al. (2015), relatam que esses teores de C_{mic} no cultivo de macaxeira
 586 deve-se ao fato da grande diversidade de plantas invasoras no local, que por meio de interação rizosférica
 587 pode acabar estimulando o crescimento da microbiota. Para os teores de C_{mic} no sistema de cultivo orgânico,

588 Araujo e Melo (2010), sugerem que a utilização de fertilizantes orgânicos influencia positivamente a biomassa
589 microbiana do solo.

590 Para o baixo teor de C_{mic} associado com o qMIC, Silva et al. (2007), em seus estudos avaliando os
591 atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo, sugerem que as
592 mudanças da relação qMIC refletem o padrão de aporte de matéria orgânica do solo, a eficiência da
593 conversão do C_{mic} do solo e a estabilização do C_{org} pela fração mineral do solo.

594 Ao estudarem a influência do sistema de preparo do solo sobre a atividade microbiana, Dadalto et
595 al. (2015), não constataram diferenças significativas para os teores de C_{mic} em profundidade. Relatam ainda
596 que há uma tendência dos valores de C_{mic} diminuírem com o aumento da profundidade.

597 O teor de N_{mic} dos ambientes agrícolas não diferiu estatisticamente do solo sob floresta, mesmo
598 assim foram observadas variações nos teores de N_{mic} entre os ambientes agrícolas, o que provavelmente está
599 associado as diferentes coberturas vegetais que constituem o ambiente, o que justifica as diferenças
600 encontradas, visto que a constituição físico-química do material vegetal aportado pelas diferentes coberturas
601 vegetais influencia a biomassa microbiana (BRAGA et al., 2016; FERNANDES et al., 2012).

602 Apesar de não serem observadas diferenças significativas para o teor de N_{mic} em profundidade, sabe-
603 se que a flutuação da atividade da biomassa microbiana em profundidade é influenciada por fatores como a
604 natureza dos resíduos, a temperatura, o pH, umidade e aeração do solo (ALVES et al., 2011; MOURA et al.,
605 2013). Vale ressaltar que uma maior quantidade de resíduos na superfície do solo, além de aumentar a
606 disponibilidade de substrato, determina condições de menor variação térmica e maior disponibilidade de
607 água, favorecendo assim a biomassa microbiana do solo (DUARTE et al., 2014).

608 Para a variação de P_{mic} em profundidade nas áreas de fruticultura, ILPF e pastagem Alves et al. (2011),
609 relatam que em áreas de cultivo com pouco ou nenhum revolvimento do solo a biomassa microbiana é
610 favorecida. Além disso, a utilização de fertilizantes fosfatados favorece o aumento dos teores de P_{mic} . Souza
611 et al. (2010), relatam em seus estudos sobre biomassa microbiana do solo em sistema de ILPF em plantio
612 direto, submetido a intensidades de pastejo que os teores de P_{mic} é influenciado pela adição de adubos
613 fosfatados que promovem um aumento do P lábil, o que favorece a incorporação de P na biomassa
614 microbiana do solo.

615 Quanto a relação qMIC, Mercante et al. (2008), ao avaliarem a biomassa microbiana, em um Argissolo
616 Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca observaram que a relação
617 qMIC apresentou valores entre 2,3 e 2,8%, que também são superiores a 1%, o que indica que há um
618 aumento gradual no estoque de C do solo na biomassa microbiana, visto que o qMIC é um indicador de
619 disponibilidade de matéria orgânica para os micro-organismos (SAMPAIO et al., 2008; SILVA et al., 2010).

620 Colodro et al. (2007), em seus estudos relatam que esses valores altos de qMIC, superiores a 4 %,
621 sugerem que a biomassa microbiana degrada quantidades significativas de MO de fonte externas, ou seja,
622 não há um estoque expressivo de MO nas áreas estudadas.

623

624 CONCLUSÕES

625 Os atributos biológicos do solo, avaliados nos diferentes sistemas de uso da terra, são influenciados
626 pelas culturas de cobertura e pelas práticas de manejo adotadas.

627 As práticas agrícolas adotadas no sistema de fruticultura, não revolvimento do solo e adubação com
628 dejetos suínos líquido, favoreceram o aporte de P_{mic} .

629 No sistema de ILPF a biomassa microbiana respondeu bem ao manejo adotado e apresentou teores
630 de N_{mic} e P_{mic} que foram superiores ao encontrado em área de floresta.

631 A área de pastagem se destacou em relação aos atributos biológicos avaliados apresentando valores
632 de C_{mic} , N_{mic} e P_{mic} superiores aos registrados em área de floresta.

633 Solos com pouco ou nenhum revolvimento do solo, com elevado aporte de biomassa vegetal e com
634 utilização de fertilizantes orgânicos favoreceu o aumento da biomassa microbiana.

635

636 REFERÊNCIAS

637 ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade
638 microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum Agronomy**,
639 Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011.

640 ARAUJO, A. S. F.; MELO, W. J. Soil microbial biomass in organic farming system. **Ciência Rural**, Santa
641 Maria, v.40, n.11, p.2419-2426, 2010.

642 BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O. HAMID, K. I. A.; YADA, I. F. U.; BARBOSA, G. M. C.; NAKATANI, A. S.;
643 COYNE, M. S. Soil microbial properties after long-term swine slurry application to conventional and no-tillage
644 systems in Brazil. **Science of the Total Environment**, Barcelona, v. 490, p. 397-404, 2014.

645 BRAGA, R. M.; SOUSA, F. F.; VENTURIN, N.; BRAGA, F. A. Biomassa e atividade microbiana sob
646 diferentes coberturas florestais. **CERNE**, v. 22, n. 2, p. 137-144, 2016.

647 BROOKES, P. C.; POWLSON, D. S.; JENDINSON, D. S. Measurement of microbial biomass phosphorus
648 in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, 14: 319-326, 1982.

649 CAMPOS M. L.; MARCHI, G. L. D M; SILVA, C. A. **Ciclagem de nutrientes em floretas e pastagens**.
650 Universidade Federal de Lavras: 2004. (Boletim Agropecuário, n. 64).

651 CANEI, A. D.; HERNANDEZ, A. G.; MORALES, D. M. L.; SILVA, E. P.; SOUZA, L. F.; LOSS, A.; LOURENZI,
652 C. R.; REIS, M. S.; SOARES, C. R. F. S. atributos microbiológicos e estrutura de comunidades bacterianas como

- 653 indicadores da qualidade do solo em plantios florestais na mata Atlântica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.
654 28, n. 4, p. 1405-1417, 2018.
- 655 COLODRO, G.; ESPINDOLA, C. R.; CASSIOLATO, A. M. R.; ALVES, M. C. Atividade microbiana em um
656 Latossolo degradado tratado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,
657 Campina Grande, PB, v.11, n.2, p.195-198, 2007.
- 658 DADALTO, J. P.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; MATOS, A. T. Sistema de preparo
659 do solo e sua influência na atividade microbiana. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.3, p.506-
660 513, 2015.
- 661 DUARTE, I.B.; GALLO, A.S.; GOMES, M.S.; GUIMARÃES, N.F.; ROCHA, D.P. E SILVA, R. F. Plantas de
662 cobertura e seus efeitos na biomassa microbiana do solo. **Acta Iguazu**, vol. 3, n. 2, p. 150-165, 2014.
- 663 FERNANDES, M. M.; CARVALHO, M. G. C.; ARAÚJO, J. M. R.; MELO, F. R.; SILVA, C. A.; SAMPAIO, F. M.
664 T.; LOBATO, M. G. R. Matéria orgânica e biomassa microbiana em plantios de eucalipto no Cerrado Piauiense.
665 **Revista Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 453-459, 2012.
- 666 FERREIRA, E. A.; FIALHO, C. M. T.; BIBIANO, C. S.; BRAGA, R. R.; PEREIRA, G. A. M.; SILVA, D. V.;
667 SANTOS, J. B. Atividade microbiana de solos cultivados com mandioca em sistema de policultivo. **Magistra**,
668 Cruz das Almas, BA, v. 27, v.3/4, p. 406-411, 2015.
- 669 ISLAM, K. R. & WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass
670 carbon. **Biol and Fert. soils**. 27: 408-416, 1998.
- 671 LOPES, E. L. N.; FERNANDES, A. R.; RUIVO, M. L. P.; CATTANIO, J. H.; SOUZA, G. F. Microbial biomass
672 and soil chemical properties under different land use systems in northeastern Pará. **Revista Brasileira de**
673 **Ciências do Solo**, 35:1127-1139, 2011
- 674 LOUREIRO, D. C. **Biomassa microbiana do solo na Amazônia, Mata Atlântica e Antártica**. 2012. 97 f.
675 Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- 676 MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; FRANCELINO, C. S. F.; CAVALHEIRO, J. C. T.; OTUSUBO, A. A. Biomassa
677 microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca.
678 **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 34, n. 4, p. 479-485, 2008.
- 679 MOURA, L. N. A.; LACERDA, M. P. C.; RAMOS, M. L. G. Qualidade de Organossolo sob diferentes usos
680 antrópicos em áreas de preservação permanente no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Engenharia**
681 **Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.17, n.1, p.33-39, 2013.
- 682 NETO, S. E. A.; SILVA, A. N.; KUSDRA, J. F.; KOLLN, F. T.; NETO, R. C. A. Atividade biológica de solo sob
683 cultivo múltiplo de maracujá, abacaxi, milho, mandioca e plantas de cobertura. **Revista Ciência Agronômica**,
684 v. 45, n. 4, p. 650-658, 2014.

685 SAMPAIO, D. B.; ARAUJO, A. S. F.; SANTOS, V. B. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do
686 solo nos sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p.
687 353-359, 2008.

688 SILVA, M. B.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M.; LANNA, A. C. Atributos biológicos do solo sob
689 influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.12,
690 p.1755-1761, 2007.

691 SILVA, C. F.; PEREIRA, M. G.; MIGUEL, D. L.; FEITORA, J. C. F.; LOSS, A.; MENEZES, C. E. G.; SIVA, E. M.
692 R. Carbono orgânico total, biomassa microbiana e atividade enzimática do solo de áreas agrícolas, florestais
693 e pastagem no médio Male do Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 36:1680-1689,
694 2012.

695 SILVA JUNIOR, A. C.; RUIVO, M.L. P.; SILVA, C. M.; SILVA, C. M.; OKUMURA, R. S. Seasonal variation of
696 soil attributes in oil palm plantations in the Eastern Amazon. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 13, n.
697 2, e5531, 2018.

698 SILVA, R. R. D.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. D. S.; CURTI, N.; ALIVISI, A. M. T.
699 Biomassa e atividade microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica campos
700 das vertentes - MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 1585-1592, 2010.

701 SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C. V. S.; CARVALHO, P. C. F. C.; MARTINS, A.
702 P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a
703 intensidade de pastejo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 34:79-88, 2010.

704 ZANINETTI, R. A.; MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C. Physical, chemical, and biological attributes of a
705 Xanthic Oxisol after forest conversion to rubber tree plantation in the Amazon. **Pesquisa Agropecuária**
706 **Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1061-1068, 2016.

REFERENCIAS CITADAS

- ABREU, C. A.; ABREU, M. F.; BERTON, R. S. Análise química de solo para metais pesados. In: ALVAREZ, V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: SBCS, 2002. v. 2, p. 645-692.
- AMADORI, C.; FUMAGALLI, L. G.; MELLO, N. A. Análise de métodos quantitativos de atividade microbiana em diferentes sistemas de manejo. **Synergismus scyentifica** UTFPR, v. 04 (1), 2009.
- ANDREA, M.M.; MORENO HOLLWEG, M. J. Comparação de métodos para determinação de biomassa microbiana em dois solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:981-986, 2004.
- ANJOS, J.T.; UBERT, A.A.A.; VIZZOTO, V.J.; LEITE, G.B.; KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.139-145, 1994.
- ARAGÃO, D. V.; CARVALHO, C. J. R.; KATO, O. R.; ARAUJO, C. M.; SANTOS, M. T. P.; MOURÃO JUNIOR, M. Avaliação de indicadores de qualidade do solo sob alternativas de recuperação do solo no Nordeste Paraense. **ACTA Amazônica**, vol. 42(1), p. 11 – 18, 2012.
- ARAUJO, A. S. F.; MELO, W. J. Soil microbial biomass in organic farming system. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.11, p.2419-2426, 2010.
- BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; DICK, R. P. Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.38, p.15-20, 2008.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2 ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008, p. 9-26.
- BELDINI, T. P.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; KELLER, M. M.; CAMARGO, P. B.; CRILL, P. M.; SILVA, A. D.; SANTOS, D. B.; OLIVEIRA, D. R. Physical, chemical, and biological properties of soil under soybean cultivation and at an adjacent rainforest in Amazonia. **Revista Ambiente & Água** vol. 10 n. 4, p. 707-719, 2015.
- BOHM, G. M. B.; CASTILHOS, D. D.; ROMBALDI, C. V. Manejo de soja transgênica com glifosato e imazetapir: efeito sobre a mesofauna e microbiota do solo. **Revista Thema**, 07 (02), 2010.

- CAMPOS M. L.; MARCHI, G. L. D M; SILVA, C. A. **Ciclagem de nutrientes em floretas e pastagens**. Universidade Federal de Lavras: 2004. (Boletim Agropecuário, n. 64).
- CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S.; AZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.47-157, 2009.
- COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.41, n.7, p.1185-1191, 2006.
- CRUZ, A. B.; CASTILLO, R. F. D.; BARRA, J. D. E.; BAEZ, A. Selection and interpretation of soil quality indicators for forest recovery after clearing of a tropical montane cloud forest in Mexico. **Forest ecology and management**, v. 277, p. 74-80, 2012.
- CUNHA, E. D. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. D. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho: II - atributos biológicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 603-611, 2011
- DADALTO, J. P.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; MATOS, A. T. Sistema de preparo do solo e sua influência na atividade microbiana. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.3, p.506-513, 2015.
- DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. Carbono, nitrogênio e fósforo na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2 ed. Porto Alegre-RS: Metrópole, 2008. p. 263-276.
- DUARTE, I.B.; GALLO, A.S.; GOMES, M.S.; GUIMARÃES, N.F.; ROCHA, D.P. E SILVA, R. F. Plantas de cobertura e seus efeitos na biomassa microbiana do solo. **Acta Iguazu**, vol. 3, n. 2, p. 150-165, 2014.
- FERNANDES, J. C.; GAMERO, C. A.; RODRIGUES, J.C. L.; AVALOS, J. M. M. Determination of the quality index of a paleudult under sunflower culture and diferente management systems. **Soil & tillage research**, v. 112, p. 167-174, 2011.
- FERREIRA, E. P. de B.; STONE, L. F.; MARTIN-DIDONET, C. C. G. População e atividade microbiana do solo em sistema agroecológico de produção. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 48, n. 1, p. 22-31, 2017.

- FIGUEIREDO, C. C.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C.; FERREIRA, E. A. B.; RAMOS, M. L. G. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em resposta a diferentes sistemas de manejo em um latossolo vermelho no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:551-562, 2007.
- FRANCHINI, J. C. et al. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various tillage and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil Tillage Research**, v. 92, p.18-29, 2007.
- GAMA-RODRIGUES, E. F. et al. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.1521-1530, 2008.
- GARCIA-ORENES, F.; GUERRERO, C.; ROLDAN, A.; MATAIX-SOLERA, J.; CERDA, A.; CAMPOY, M.; ZORNOZA, R.; BARCENAS, G.; CARAVACA, F. Soil microbial biomass and activity under different agricultural management systems in a semiarid Mediterranean agroecosystem. **Soil & Tillage Research**, v. 109, n. 2, p. 110-115, 2010.
- GONÇALVES, J. L. M.; MENDES, K. C. F. S.; SASAKI, C. M. Mineralização de nitrogênio em ecossistemas florestais naturais e implantados do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 3, p. 601-616, 2001.
- GUIMARÃES, N. F.; GALLO, A. S.; FONTANETTI, A.; MENEGHIN, S. P.; SOUZA, M. D. B.; MORINIGO, K. P. G.; SILVA, R. F. Biomass and soil microbial activity in different systems of coffee cultivation. **Revista de Ciências Agrárias**, 40(1): 34-44, 2017.
- KÄMPF, N.; CURI, N. Óxidos de ferro: Indicadores de ambientes pedogênicos e geoquímicos. In: NOVAIS, R. N.; ÁLVAREZ V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Tópicos em ciências do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 107-138.
- LI, P.; ZHANG, T.; WANG, X.; YU, D. Development of biological soil quality indicator system for subtropical China. **Soil & tillage research**, v. 126, p. 112-118, 2013.
- LOUREIRO, D. C. **Biomassa microbiana do solo na Amazônia, Mata Atlântica e Antártica**. 2012. 97 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- MAIA, P. R.; FERNANDES, A. R.; MELO, V. S.; SANTOS, E. R.; SILVA, G. B. Nutrient recycling of sorghum straw and soil biological attributes in eastern amazon. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 5, p. 518-525, 2012.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. **Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros**. Lavras: UFLA, 2008.
- MOURA, Q. L.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, H. J. B.; ROCHA, E. J. P.; SILVA JUNIOR, J. A.; VASCONCELOS, S. S.; ANDRADE, M. C.; MANES, C. L. O. Variação sazonal da população de bactérias e fungos e dos teores de nitrato e amônio do solo nos sítios do Iba e ppbio, na amazônia oriental. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 3, 265 - 274, 2015
- NOVAIS FILHO, R.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v. 1, p. 471 - 550.
- NUNES, M. M. **Carvão vegetal como componente de substrato para produção de mudas de castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.)**. 2010. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2010.
- OLIVEIRA, B. S.; CARVALHO, M. A. C.; LANGE, A.; WRUCK, F. J.; DALLACORT, R. Atributos biológicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, na região amazônica. **Reveng – Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG. V. 23, n. 5, p. 448-456, 2015.
- REICHARDT, K.; TIMM, L.C. Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. 2. ed. Barueri, Manole, 2012, 524 p.
- RODRIGUES, H. B. et.al. Variabilidade quantitativa de população microbiana associada às condições microclimáticas observadas em solo de floresta tropical húmida. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, p. 629-638, 2011.
- ROSSEAU, A. G. X.; DEHEUVELS, O.; ARIAS, I. R.; SOMARRIBA, E. Indicating soil quality in cacao-based agroforestry systems and old-growth forests: The potential of soil macrofauna assemblage. **Ecological indicators**, v. 23, p. 535-543, 2012.
- SALGADO, M. M.; ROMERO, V. R.; JANNSENS, M.; ORTEGA-BLU, R. Biological soil quality indicators: a review. **Current research, technology and education topics in applied microbiology and microbial biotechnology**, v. 1, n. 2, p. 319-326, 2010.
- SANTANA, A. S.; CHAVES, J. S.; SANTANA, A. S.; RODRIGUEZ, C. A.; MORAES, E. R. Biomassa microbiana em diferentes sistemas de manejo do solo no sul do estado de Roraima. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v. 6, n. 1, p. 1 – 62, 2017.
- SILVA, C. F.; PEREIRA, M. G.; MIGUEL, D. L.; FEITORA, J. C. F.; LOSS, A.; MENEZES, C. E. G.; SILVA, E. M. R. Carbono orgânico total, biomassa microbiana e atividade enzimática

do solo de áreas agrícolas, florestais e pastagem no médio vale do Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 36:1680-1689, 2012.

SILVA, M. B.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M.; LANNA, A. C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.12, p.1755-1761, 2007.

SIMÕES, S.M. O.; ZILLI, J. E.; COSTA, M. C. G.; TONINI, H.; BALIEIRO, F. C. Carbono orgânico e biomassa microbiana do solo em plantios de *Acacia mangium* no Cerrado de Roraima. **ACTA Amazônica**, Vol. 40(1): 23 – 30, 2010.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, 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 Ciências do Solo**, 34:79-88, 2010.

VASCONCELOS, L. G. T. R.; ZARIN, D. J.; CARVALHO, C. J. R.; SANTOS, M. M. L. S.; VASCONCELOS, S.S.; OLIVEIRA, F. A. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana de um solo sob vegetação secundária de diferentes idades na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 44, p. 49-63, 2005.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p.743-755, 2009.

VICENTE, G. C. M. P.; ARAUJO, F. F. Uso de indicadores microbiológicos e de fertilidade do solo em áreas de pastagens. **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 34, n. 1, p. 137-146, 2013.

ANEXOS

A – Normas revista Ibero-americana em Ciências Ambientais

6. NORMAS DE SUBMISSÃO

As normas de submissão são requisitos básicos para aceitação de trabalhos a serem publicados em qualquer uma das revistas da CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica. Admitem-se dois tipos de trabalhos acadêmicos: artigos ou notas científicas. Para cada um dos tipos de trabalhos admitidos os autores deveram observar requisitos de estrutura, formatação, citações e referências. Não são aceitos autores que não tenham cadastro e currículo ativo na **Plataforma Lattes** (<http://lattes.cnpq.br>) do Conselho Nacional de Pesquisa do Brasil (CNPQ) e no **ORCID** (<https://orcid.org/>). O cadastro no Lattes e no Orcid são obrigatórios. Os pesquisadores brasileiros só poderão receber bolsas de estudo da CAPES e do CNPQ com estes cadastrados efetivados. O link para o **LATTES** deve ser inserido no campo URL, e o link para o **ORCID** deve ser inserido no campo ORCID do sistema de submissão.

6.1. ESTRUTURA

6.1.1. Seção Artigos

Na seção Artigos serão publicados artigos originais ou de revisão. Artigos originais são aqueles que apresentam temas e abordagem originais, enquanto artigos de revisão são aqueles que melhoram ou atualizam significativamente as informações de trabalhos anteriormente publicados. A estrutura do artigo, entre 10 e 20 laudas¹, deve conter os elementos pré-textuais, os textuais no formato IRMRDC (Introdução, Revisão, Metodologia, Resultados, Discussão e Conclusões) para trabalhos com resultados de campo, ou IMDrC (Introdução, Metodologia, Discussão Teórica e Conclusões) para pesquisas de revisão teórica sem resultados de campo, e ainda os elementos pós-textuais, como segue:

- **Elementos pré-textuais:** título, subtítulo (se houver), nome e biografia dos autores (**apenas no sistema, pois na fase de submissão, devem ser excluídos do arquivo em Word ou Open Office**), resumo, palavras-chave (3 a 5), tradução para o inglês do título, subtítulo, resumo (abstract) e palavras-chave (keywords);

- **Elementos textuais (IRMRDC) para pesquisas com resultado de campo:**

1. **Introdução:** contextualização histórica, fundamentação e delimitação do assunto, objetivos e justificativas;
2. **Revisão teórica:** parte opcional que deverá ser concisa e clara e pode ser dividida em subseções ou capítulos;
3. **Metodologia** (ou materiais e métodos): elaborada de forma que permita a replicabilidade da pesquisa;
4. **Resultados:** preferencialmente usando figuras, gráficos, tabelas, quadros, claros e legíveis, para proporcionar posterior discussão e comparação com outras pesquisas;
5. **Discussão:** explicação ou comparação dos resultados, no mesmo trabalho ou com outras pesquisas semelhantes;
6. **Conclusões:** opinião ou reflexão pessoal sobre o assunto, bem como proposituras de cunho científico.

- **Elementos textuais (IMDrC) para pesquisas de revisão teórica sem resultados de campo:**

1. **Introdução:** contextualização histórica, fundamentação e delimitação do assunto, objetivos e justificativas;

¹ Os editores poderão admitir trabalhos maiores que 20 laudas, a critério da necessidade de publicação do mesmo.

2. **Metodologia** (ou materiais e métodos): elaborada de forma que permita a replicabilidade da pesquisa;
3. **Discussão Teórica**: explicações ou comparações resultantes da discussão teórica, dividida em subseções ou capítulos;

Conclusões: opinião ou reflexão pessoal sobre o assunto, bem como proposituras de cunho científico.

- **Elementos pós-textuais**: referências (ver item 9).

O manuscrito deve ser iniciado com o **Título**, que deve ser conciso e informativo, com no máximo 15 palavras, todo em maiúsculas, negrito e centralizado. Os subtítulos incluídos no texto devem ser em maiúsculas, não numerados e alinhados à esquerda. Não deverão ser colocados os dados dos autores para preservar o sigilo da avaliação por pares cegas. Logo após o Título, inserir o **Resumo**, que deve ter caráter informativo, apresentando as ideias mais importantes do trabalho, escrito em espaçamento simples, em um único parágrafo que deverá ter entre 200 e 400 palavras. Incluir, ao final, de 03 (três) até 05 (cinco) **Palavras-chave**. Na continuidade, o autor devesse traduzir para a língua inglesa o Título, o Resumo e as Palavras-chave, nomeando a tradução para o inglês de **Abstract** e **Keywords**, respectivamente.

Nas Referências, **as obras/autores devem ter sido citadas no texto** do trabalho e devem obedecer às dispostas no final deste documento, que foram constituídas com base nas orientações da **ABNT**, bem como as orientações no final deste documento. Trata-se de uma listagem dos livros, artigos e outros elementos de autores efetivamente utilizados e referenciados ao longo do artigo. **Não podem existir referências sem as devidas citações, e vice-versa.**

6.1.2. Seção Notas Científicas (Estudos de Caso)

Na seção Notas Científicas serão publicados relatos e estudos de caso que não se adequam à seção de artigos pelo caráter simplificado, mas que devem conter no mínimo a estrutura apresentada abaixo. A estrutura da Nota Científica no formato IRDC (Introdução, Relato, Discussão e/ou Considerações Finais, incluindo pré e pós-textuais) deverá ter até 10 laudas, e compreende:

- **Elementos pré-textuais**: título, subtítulo (se houver), nome e biografia dos autores (**apenas no sistema, pois na fase de submissão, devem ser excluídos do arquivo em Word ou Open Office**), resumo, palavras-chave (3 a 5), tradução para o inglês do título, subtítulo, resumo (abstract) e palavras-chave (keywords);

- **Elementos textuais (IRDC)**:

1. **Introdução**: contextualização histórica, fundamentação e delimitação do assunto, objetivos e justificativas;
2. **Relato**: preferencialmente usando textos, figuras, gráficos, tabelas, quadros, claros e legíveis, para proporcionar clareza no estudo do caso;
3. **Discussão**: explicação ou comparação dos resultados, no mesmo trabalho ou com outras pesquisas semelhantes; **e/ou** 4. **Considerações Finais**: opinião ou reflexão pessoal sobre o assunto, bem como proposituras de cunho científico.

- **Elementos pós-textuais**: referências (ver item 9).

6.1.3. Seção Registro de Obras Artísticas (fotografias, músicas, poesias, poemas, sonetos etc.)

Na seção Registro de Obras Artísticas (exclusiva da revista Social Evolution) serão publicadas **individualmente** ou em **acervo (máximo 20 obras)**: fotografias, músicas, poesias, poemas, sonetos e similares, que devem conter no mínimo a seguinte estrutura:

- **Elementos pré-obra:** título da obra ou do acervo (neste caso apresentar o título junto a cada obra do acervo), apresentação da obra ou acervo, palavras-chave.
- **Obra:** inserir no arquivo de word ou open office, a obra ou conjunto de obras (acervo) a ser registrado (fotografias, músicas, poesias, poemas, sonetos e similares). Se a opção de registro for por acervo, as obras contidas precisam ter similaridade.

7. FORMATAÇÃO

O manuscrito deve ser editado em Microsoft Word ou Open Office, sendo formatado em tamanho A4 (210 x 297 mm), texto na cor preta e fonte **Calibri, tamanho 11** para o texto e tamanho 10 para citações longas, legendas de figuras, tabelas e referências, com ilustrações em escala cinza. Todas as margens do manuscrito (superior, inferior, esquerda e direita) devem ter 2,0 cm. Os resumos, em qualquer uma das seções, deverão manter espaçamento simples em um único parágrafo e alinhamento justificado. Conteúdo e legendas de tabelas, quadros e figuras devem estar em **Calibri, tamanho 9**. Os manuscritos deverão ter espaçamento entre linhas de 1,5, contendo espaçamento entre parágrafos, e estes, em alinhamento justificado e com recuo especial da primeira linha de 1,25. As notas de rodapé, as legendas de ilustrações e tabelas, e as citações textuais longas devem ser formatadas em espaço simples de entrelinhas. As ilustrações que compreendem tabelas, gráficos, desenhos, mapas e fotografias, lâminas, plantas, organogramas, fluxogramas, esquemas ou outros elementos autônomos devem aparecer sempre que possível na própria folha onde está inserido o texto a que se refere.

8. CITAÇÕES

Citações são informações extraídas de outra fonte, e podem ser classificadas em: **citação direta** (quando é feita a partir de uma transcrição literal, ou seja, palavra por palavra, de trecho do texto do autor da obra consultada); **citação indireta** (quando são inseridas de forma não-litera, ou seja, ideias pertencentes ao autor ou a diversos autores); **citação de citação** (é aquela citação, direta ou indireta, de uma obra original a que não se teve acesso, mas que se teve conhecimento por citação existente em outra obra, desta vez com acesso efetivo).

8.1. Citações diretas

Na forma direta devem ser transcritas entre aspas, quando ocuparem até três linhas impressas, onde devem constar o autor, a data e opcionalmente a página, conforme o exemplo: “Sabe-se que há muito tempo o ser humano vem causando alterações na natureza e que algo urgente precisa ser feito no sentido de minimizar os efeitos provenientes dessa ação danosa” (NEIMAN, 2005). As citações de dois ou mais autores sempre serão feitas com a indicação do sobrenome do primeiro autor seguindo por “et al.”, conforme o exemplo: Sato et al. (2005) afirmam que “a EA situa-se mais em areias movediças do que em litorais ensolarados”. Quando a citação ultrapassar três linhas, deve ser separada com um recuo de parágrafo de 4,0 cm, em espaço simples no texto, com fonte 10, conforme o exemplo: Severino (2002) entende que: A argumentação, ou seja, a operação com argumentos, apresentados com objetivo de comprovar uma tese, funda-se na evidência racional e na evidência dos fatos. A evidência racional, por sua vez, justifica-se pelos princípios da lógica. Não se podem buscar fundamentos mais primitivos. A evidência é a certeza manifesta imposta pela força dos modos de atuação da própria razão.

8.2. Citação indireta A citação indireta, denominada de conceitual, reproduz ideias da fonte consultada, sem, no entanto, transcrever o texto. Esse tipo de citação pode ser apresentado por meio de paráfrase, que se caracteriza quando alguém expressa a ideia de um dado autor ou de uma determinada fonte. A paráfrase, quando fiel à fonte,

é geralmente preferível a uma longa citação textual, mas deve, porém, ser feita de forma que fique bem clara a autoria. Não se faz necessário constar o número da página, pois a paráfrase pode ser uma síntese de um pensamento inteiro.

8.3. Citação de citação Evitar utilizar material bibliográfico não consultado diretamente, mas se imprescindível, referenciar através de “citado por”. A citação de citação deve ser indicada pelo sobrenome do autor seguido da expressão “citado por” e do sobrenome da obra consultada, em minúsculas, conforme o exemplos:

- Freire (1988, citado por SAVIANI, 2000)
- (FREIRE, 1988, citado por SAVIANI, 2000)

9. REFERÊNCIAS

Entende-se por referências bibliográficas o conjunto de elementos que permitem a identificação, no todo ou em parte, de documentos impressos ou registrados em diversos tipos de materiais. As referências bibliográficas são uma lista de fontes consultas e citadas ao longo do corpo do trabalho, estas devem ser listadas em ordem alfabética de autor, alinhadas a esquerda, em tamanho 9, espaço simples entre linhas, e duplo entre as referências. Em nossa plataforma, e conseqüentemente em todos os periódicos da mesma, as referências seguem as orientações da ABNT.

ATENÇÃO: as obras que tiverem registro internacional do tipo DOI da CrossRef devem ter obrigatoriamente ao final o número de registro, como segue no exemplo abaixo:

SILVA, C. E.; PINTO, J. B.; GOMES, L. J.. Ecoturismo na Floresta Nacional do Ibura como potencial fomento de sociedades sustentáveis. **Revista Nordestina de Ecoturismo**, Aracaju, v.1, n.1, p.10-22, 2008. DOI: <http://doi.org/10.6008/ESS1983-8344.2008.001.0001>

ATENÇÃO: O “et al.” só pode ser utilizado nas CITAÇÕES e não nas REFERÊNCIAS, onde deve constar obrigatoriamente o nome de todos os autores.

De forma genérica as referências devem ter os seguintes elementos: autor (quem?); título (o que?); edição; local de publicação (onde?); editora; e data de publicação da obra (quando?). Seguem orientações específicas para listagem de referências de alguns tipos mais usuais de obras consultadas:

a) periódicos (artigos de revistas científicas)

ARAÚJO, P. C.; CRUZ, J. B.; WOLF, S. M.; RIBEIRO, T. V. A. R.. Empreendedorismo e educação empreendedora: confrontação entre a teoria e a prática. **Revista de Ciência da Administração**, Florianópolis, v.8, n.15, p.45-67, 2006.

TAYRA, F.; RIBEIRO, H.. Modelos de indicadores de sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v.15, n.1, p.84-95, 2006.

SILVA, C. E.; PINTO, J. B.; GOMES, L. J.. Ecoturismo na Floresta Nacional do Ibura como potencial fomento de sociedades sustentáveis. **Revista Nordestina de Ecoturismo**, Aracaju, v.1, n.1, p.10-22, 2008.

b) livros

MARCONI; M. A.; LAKATOS, E. M.. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P.. **A estratégia em ação**: balanced scorecard. 26 ed. Rio de Janeiro: Elseiver, 1997.

QUIROGA, R.. **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas.** Santiago do Chile: CEPAL, 2001.

SEGNESTAM, L.; WINOGRAD, M.; FARROW, A.. **Desarrollo de indicadores: lecciones aprendidas de América Central.** Washington: CIAT-BM-PNUMA, 2000.

c) capítulos de livro

BOO, E.. O planejamento ecoturístico para áreas protegidas. In: LINDBERG, K.; HAWKINS, D. E.. **Ecoturismo: um guia para planejamento e gestão.** São Paulo: Senac São Paulo, 1999. p.65-80.

PEDRINI, A. G.. A educação ambiental no ecoturismo brasileiro: passado e futuro. In: SEABRA, G.. **Turismo de base local: identidade cultural e desenvolvimento regional.** João Pessoa: EDUEPB, 2007. p.30-56.

d) anais de eventos SILVA, C. E.. Ecoturismo no Horto Florestal do Ibura como potencial fomento de sociedades sustentáveis. In: ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 9. **Anais.** Guarapuava: Unicentro, 2006.

PAIVA JÚNIOR, F. G.; CORDEIRO, A. T.. Empreendedorismo e o espírito empreendedor: uma análise da evolução dos estudos na produção acadêmica brasileira. In: ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓSGRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 27. **Anais.** Salvador: UFBA, 2002.

e) revistas de notícias

NILIPOUR, A. H.; BUTCHER, G. D.. Manejo de broilers: las primeras 24 horas. **Industria Avicola**, Mount Morris, v.46, n.11, p.34-37, nov. 1999.

f) teses, dissertações e monografias

CARVALHO, F.. **Práticas de planejamento estratégico e sua aplicação em organizações do terceiro setor.** Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

BETTIOL JÚNIOR, A.. **Formação e destinação do resultado em entidades do terceiro setor: um estudo de caso.** Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

g) leis ou normas jurídicas

BRASIL. **Lei n.11428 de 22 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília: DOU, 2006.

SERGIPE. **Decreto n.13713 de 14 de junho de 1993.** Institui a criação da Área de Proteção Ambiental Morro do Urubu. Aracaju: DOE, 1993.

h) documentos governamentais ou empresariais

BRASIL. **Diretrizes e prioridades do plano de ação para implementação da Política Nacional da Biodiversidade.** Brasília: MMA, 2006.

PETROBRAS. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: campos de petróleo e gás 2008.** Rio de Janeiro: CENPES, 2009.

MMA; MEC. **Coletivos jovens de meio ambiente: manual orientador.** Brasília: Dreams, 2005.

OBSERVAÇÃO RELEVANTE: a CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica, através de seus selos editoriais, não é contrária a utilização de materiais coletados na internet, inclusive a maioria de nossos trabalhos são divulgados e publicados neste meio. No entanto para referenciar estes materiais, os autores deverão utilizar um dos itens anteriores, se não for possível fazer referência nas formas acima citadas, a mesma não será válida.

É proibida a utilização dos itens “Disponível em: <http://site.com>” e “Acessado em: DD/MM/AAAA”, conforme exemplo abaixo:

MMA; MEC. **Coletivos jovens de meio ambiente**: manual orientador. Brasília: Dreams, 2005. Disponível em: <http://site.com>. Acessado em: DD/MM/AAAA.

As normas de produção científica da CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica foram publicadas pela primeira vez em março de 2008, no ato de fundação desta empresa. Desde então, seu fundador e atual CEO, o professor Carlos Eduardo Silva, vem aprofundando os conhecimentos sobre Metodologia Científica. O resultado desta jornada de evolução de nossas revistas e estudos estão disponíveis no livro “Elaboração de TCC e Publicação de Artigos: for starters”, que pode ser baixado no link a seguir:

<http://cbpencia.com.br/books/ebook-978-85-94281-00-5.pdf>