



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE ESTUDOS EM DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E REGIONAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DE MARABÁ
CURSO DE AGRONOMIA

CAMILE DA COSTA DE MELO

**QUALIDADE DO SOLO EM MANDIOCAL E FLORESTA NATIVA EM
UMARIZAL - BAIÃO-PA**

MARABÁ – PA
FEVEREIRO/2020

CAMILE DA COSTA DE MELO

**QUALIDADE DO SOLO EM MANDIOCAL E FLORESTA NATIVA EM
UMARIZAL - BAIÃO-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá, Instituto de Estudo em Desenvolvimento Agrário e Regional, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador(a): Prof. Dra. Andréa Hentz de Mello.

MARABÁ – PA
FEVEREIRO/2020

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Setorial Campus do Tauarizinho da Unifesspa

Melo, Camile da Costa de

Qualidade do solo em mandiocal e floresta nativa em Umarizal - Baião-Pa / Camile da Costa de Melo ; orientadora, Andréa Hentz de Mello. — Marabá : [s. n.], 2020.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Estudos em Desenvolvimento Agrário e Regional, Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá, Curso de Agronomia, Marabá, 2020.

1. Solos - Análise - Baião (PA). 2. Solos - Manejo. 3. Solos - Classificação. 4. Agricultura familiar. I. Mello, Andréa Hentz de, orient. II. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. III. Título.

CDD: 22. ed.: 631.4

CAMILE DA COSTA DE MELO

**QUALIDADE DO SOLO EM MANDIOCAL E FLORESTA NATIVA EM
UMARIZAL - BAIÃO-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá, Instituto de Estudo em Desenvolvimento Agrário e Regional, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador(a): Prof. Dra. Andréa Hentz de Mello.

Data de defesa: 17 de Fevereiro de 2020.

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Andréa Hentz de Mello (Orientadora) –
FCAM – Unifesspa

Prof. Dr. Renato Alves Teixeira – FCAM –
Unifesspa (Examinador I)

Prof. Dra. Karen Cristina Pires da Costa – FCAM
- Unifesspa (Examinador II)

MARABÁ – PA
FEVEREIRO/2020

DEDICATÓRIA

Antes de tudo, dedico este trabalho a Deus, o orientador absoluto da minha vida. Ele jamais me desamparou.

É dedicado aos meus pais, alicerces da minha formação como ser humano e, ao meu companheiro, pela contribuição no desenvolvimento deste projeto.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por permitir este acontecimento em minha vida e, por ter me concedido saúde e força para superar as dificuldades. Sou grata à minha família pelo incessante apoio ao longo da minha vida, especialmente, meus pais Clodoaldo Menezes de Melo e Marilene da Costa de Melo, por estimular-me e acreditarem em meu potencial de desempenhar este estudo.

Ao meu companheiro, Clayton Douglas Chagas de Oliveira, que foi fundamental no momento de ida a campo e por toda colaboração durante a efetivação deste trabalho.

À minha orientadora, Prof. Dra. Andréa Hentz de Mello, pela orientação, empenho e confiança empregados para a conclusão satisfatória deste projeto.

A todos os professores que me influenciaram de forma apropriada na minha trajetória acadêmica, bem como auxiliando no meu progresso tanto profissional como pessoal.

À Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa), pela oportunidade de ingresso por meio do Processo Seletivo Especial (PSE – cotas) e assistência financeira que foi elementar para minha permanência e consumação de um ideal.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 SOLOS AMAZÔNICOS.....	3
2.2 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E DOS SOLOS	11
2.3 QUALIDADE DOS SOLOS.....	12
2.4 CULTURA DA MANDIOCA	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 QUALIDADE DO SOLO	22
4.1.1 Qualidade química e física.....	22
4.1.2 Qualidade biológica.....	30
5. CONCLUSÃO	31
6. REFERÊNCIAS	32
7. ANEXOS	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Solos das Áreas Alteradas da Região de Integração do Tocantins (PA).....	8
Figura 2- Aptidão Agrícola das Áreas Alteradas da Região de Integração do Tocantins (PA).....	9
Figura 3- Abertura de trincheiras de 1 m ² para caracterização da classe de solo das áreas estudadas – Vila de Umarizal – Baião/PA.....	10
Figura 4- Extensão da reserva de castanhal da Vila de Umarizal – Baião/PA.....	13
Figura 5 - Área demarcada para implantação do mandiocal –Vila de Umarizal – Baião/PA.....	14
Figura 6- Coleta da primeira amostra de solo com trado a 20 cm em março de 2019 – Vila de Umarizal – Baião/PA.....	15
Figura 7 – Coleta da segunda amostra de solo com trado a 20 cm em agosto de 2019 – Vila de Umarizal - Baião/PA.....	16
Figura 8- Mesa de Tensão Adaptada e estufa para a avaliação da macroporosidade e microporosidade do solo. Laboratório solo, planta e água. Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Marabá – PA.....	17
Figura 9- Procedimento do processo de extração de organismos do solo pelos métodos de peneiramento úmido e centrifugação em sacarose. Laboratório de Solo, Planta e Água da Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá – Unifesspa. Marabá – PA.....	18

QUALIDADE DO SOLO EM MANDIOCAL E FLORESTA NATIVA EM UMARIZAL - BAIÃO-PA

RESUMO: As queimadas, bem como o desmatamento, são procedimentos usados pela maioria dos pequenos agricultores com baixo poder aquisitivo para o preparo de novas áreas de cultivo ou mesmo renovação destas, pois com a técnica procuram disponibilizar os nutrientes essenciais presentes nas cinzas para as diversas culturas em busca de obter uma produtividade satisfatória para sua sobrevivência. Na região amazônica, a implantação sucessiva das culturas nas áreas sob o manejo de corte e queima acelera a degradação do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características químicas, físicas e biológicas dos solos, considerando as formas de manejos em dois diferentes ecossistemas (Mandiocal e Floresta Nativa), em duas diferentes épocas do ano, período chuvoso e período de estiagem amazônica. O estudo foi realizado na comunidade quilombola, Umarizal Beira, município de Baião-PA. O clima foi caracterizado como tropical e a temperatura média anual de 27 °C, com uma pluviosidade média anual de 2.465 mm. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, com classificação textural Franco Argilo-Arenoso e Franco Arenoso. Os solos caracterizados como distróficos, possuem elevada saturação de Al (m%), porém, a ação antropogênica através do corte e queima, ao implantar o primeiro cultivo de mandioca em área nativa, não foi capaz de interferir na qualidade dos atributos físicos, químicos e biológicos de forma negativa, porém, há a necessidade de adotar práticas conservacionistas futuras a fim de evitar a degradação destes solos devido a sua fragilidade natural. A diversidade biológica do solo em área de floresta manteve-se maior do que na área de monocultivo de mandioca após a introdução da cultura, devido à diversidade de espécies vegetais e maior quantidade de matéria orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura familiar; Corte e queima; Manejo do solo.

SOIL QUALITY IN MANDIOCAL AND NATIVE FOREST IN UMARIZAL - BAIÃO-PA

ABSTRACT: Fires, as well as deforestation, are procedures used by the majority of small farmers with low purchasing power to prepare new cultivation areas or even renew them, since with the technique they seek to make available the essential nutrients present in the ashes for the different crops in seeking to obtain satisfactory productivity for its survival. In the Amazon region, the successive implantation of crops in areas under cutting and burning management accelerates soil degradation. The objective of this work was to evaluate the chemical, physical and biological characteristics of the soils, considering the forms of management in two different ecosystems (Mandiocal and Native Forest), at two different times of the year, rainy season and Amazonian dry season. The study was carried out in the quilombola community, Umarizal Beira, municipality of Baião-PA. The climate was characterized as tropical and the average annual temperature was 27.0 ° C, with an average annual rainfall of 2465 mm. The soil was classified as dystrophic Yellow Latosol, with Franco Argilo-Arenoso and Franco Arenoso textural classification. The soils characterized as dystrophic, promoted high Al saturation (m%), however, the anthropogenic action through cutting and burning, when implanting the first cassava cultivation in native area, was not able to interfere in the quality of the physical, chemical attributes and negatively biological, however, there is a need to adopt future conservation practices in order to avoid the degradation of these soils due to their natural fragility. The biological diversity of the soil in the forest area remained greater than in the cassava monoculture area after the introduction of the crop, due to the diversity of plant species and the greater amount of organic matter.

KEYWORDS: Family farming; Cutting and burning; Soil management.

CALIDAD DEL SUELO EN BOSQUE MANDIOCAL Y NATIVO EN UMARIZAL - BAIÃO-PA

RESUMEN: Los incendios, así como la deforestación, son procedimientos utilizados por la mayoría de los pequeños agricultores con bajo poder adquisitivo para preparar nuevas áreas de cultivo o incluso renovarlas, ya que con la técnica buscan poner a disposición los nutrientes esenciales presentes en las cenizas para los diferentes cultivos en buscando obtener una productividad satisfactoria para su supervivencia. En la región amazónica, la implantación sucesiva de cultivos en áreas bajo manejo de corte y quema acelera la degradación del suelo. El objetivo de este trabajo fue evaluar las características químicas, físicas y biológicas de los suelos, considerando las formas de manejo en dos ecosistemas diferentes (Mandiocal y Bosque nativo), en dos épocas diferentes del año, la estación lluviosa y la estación seca amazónica. El estudio se llevó a cabo en la comunidad quilombola, Umarizal Beira, municipio de Baião-PA. El clima se caracterizó como tropical y la temperatura media anual fue de 27.0 ° C, con una precipitación media anual de 2465 mm. El suelo fue clasificado como Latosol amarillo distrófico, con clasificación textural Franco Argilo-Arenoso y Franco Arenoso. Los suelos caracterizados como distróficos, promovieron una alta saturación de Al (m%), sin embargo, la acción antropogénica a través del corte y la quema, al implantar el primer cultivo de yuca en el área nativa, no pudo interferir en la calidad de los atributos físicos y químicos. y negativamente biológico, sin embargo, existe la necesidad de adoptar prácticas de conservación futuras para evitar la degradación de estos suelos debido a su fragilidad natural. La diversidad biológica del suelo en el área forestal permaneció mayor que en el área de monocultivo de yuca después de la introducción del cultivo, debido a la diversidad de especies de plantas y la mayor cantidad de materia orgánica.

PALABRAS CLAVE: Agricultura familiar; Cortar y quemar; Manejo de suelos.

1. INTRODUÇÃO

A floresta amazônica tem se tornado, ao longo dos anos, o centro do desmatamento, seja este para implantação de cultivos agrícolas ou pastagem ou extração de madeira, modificando assim a paisagem. Portanto, toda a biodiversidade deste ecossistema natural, como as florestas tropicais, hospedam uma grande quantidade de espécies animais e vegetais que com o fogo, toda a sua complexidade biológica, bem como o solo, água e o clima são alterados (MARCON et al., 2012).

Em virtude destas práticas imprudentes, culturais e criminosas, em alguns casos, a eliminação da biomassa microbiana e vegetal acarreta na rigorosa redução da biodiversidade. Desta forma, a ação antropogênica promove alterações nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, na maioria das vezes, causa impactos ambientais negativos, elucidado a partir da descontinuidade da dinâmica espontânea exercida pelo solo, afetando a sua sustentabilidade (OLIVEIRA et. al., 2008).

As queimadas, bem como o desmatamento, são procedimentos usados pela maioria dos pequenos agricultores com baixo poder aquisitivo no preparo de novas áreas de cultivo ou mesmo renovação destas que procuram disponibilizar os nutrientes essenciais presentes nas cinzas para as diversas culturas, como por exemplo a da mandioca (*Manihot esculenta L. Crantz*), para obter uma produtividade que atenderá suas necessidades básicas. Contudo, ao utilizar este método, o agricultor, sem perceber está contribuindo para a degradação do solo (EMBRAPA, 2015).

Salienta-se ainda que há muito tempo, as áreas de floresta nativa da Amazônia têm sido desmatadas e abandonadas dentro de poucos anos de uso. Consequentemente, uma das formas de uso do solo na Amazônia está relacionada à agricultura de subsistência, onde pequenos agricultores utilizam a técnica de corte e queima da floresta primária ou secundária para fixação de sistemas de cultivos e, entre os principais está o plantio de mandioca que, por suas características, é determinado como um sistema de agricultura itinerante ou migratória (OLIVEIRA et al., 2007).

A agricultura familiar na Amazônia é considerada uma categoria importante por representar parte economicamente significativa do setor agrário regional. Para Velho (1972), o enfoque dominante a qualificava como uma agricultura nômade, ineficiente e insustentável, sendo essa descrição baseada no modelo do ciclo da fronteira (em que a agricultura familiar é expulsa em detrimento de sistemas pecuários tradicionais praticados por grandes fazendeiros)

e no modelo de exploração clássica da floresta amazônica. Esse cenário configura a complexidade em que se qualifica o debate sobre a questão do desenvolvimento sustentável no meio rural.

Hoje, sabe-se que o papel da agricultura familiar é de extrema importância no contexto da agricultura brasileira (HURTIENNE, 2005), sendo essa responsável pela alimentação de grande parcela da população, e observa-se que a agricultura familiar na Amazônia (SCHMITZ, 2007a) passou por algumas transformações como a política de conscientização dos métodos utilizados na atividade agrícola, em que é possível observar que a maioria dos estabelecimentos da agricultura familiar da Amazônia é usada o sistema tradicional da agricultura, chamado de “sistema corte e queima” sendo este caracterizado como repercussões de prejuízos ambientais, por meio desse sistema que se caracteriza no uso contínuo da terra que variam de um a dois (1 a 2) anos e logo em seguida estabelece o método de pousio “descanso da terra”, migrando para outra área (SCHMITZ, 2007b).

Para Wanderley (2000) e Veiga (1996), ao longo dos anos a agricultura familiar passou por grandes mudanças para adaptar-se ao novo sistema de equilíbrio entre atividade agrícola, necessidades econômicas, fatores sociais e problemas ambientais, neste sentido, o modelo de desenvolvimento sustentável é o grande fator de transição de uma agricultura tradicional para agricultura transformadora, que propõe abranger as necessidades do homem no campo, proporcionando segurança alimentar para possíveis soluções do século, através da diversificação agrícola, realizando segurança ambiental, preservando a natureza e idealizando um sistema produtivo de forma rentável sem consequências ambientais, melhorando as características físico-químicas do solo, sem comprometer a micro e macro fauna, e contribuindo para a permanência do homem no campo, através de uma economia favorável.

Por certo, a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* L. Cranz) responsabiliza-se de forma significativa na cultura alimentar da maioria das famílias de comunidades tradicionais, uma vez que desempenha papel considerável para a viabilização de segurança alimentar e, ao mesmo tempo, representa uma importante fonte de renda. Cultivada em todo o País, esta se reveste de maior importância nas Regiões Norte e Nordeste, onde desempenha papel social relevante, pois se constitui em um dos elementos da sobrevivência das populações mais carentes localizadas nessas regiões (ALBUQUERQUE, 2009).

Assim, diante deste contexto regional, indaga-se: de que forma a ação antropogênica ao implantar um cultivo de mandioca, sendo este essencial para a subsistência das famílias da

comunidade, interfere nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo de floresta nativa? A diversidade biológica e a qualidade do solo em área de floresta é maior do que na área de monocultivo após a introdução da cultura?

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características químicas, físicas e biológicas dos solos, considerando as formas de manejos em dois diferentes ecossistemas e em duas diferentes épocas do ano, período chuvoso e período de estiagem amazônica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SOLOS AMAZÔNICOS

De acordo com a Embrapa (1999), o solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos, contendo matéria viva e ocupando a maior porção do manto superficial das extensões continentais do planeta.

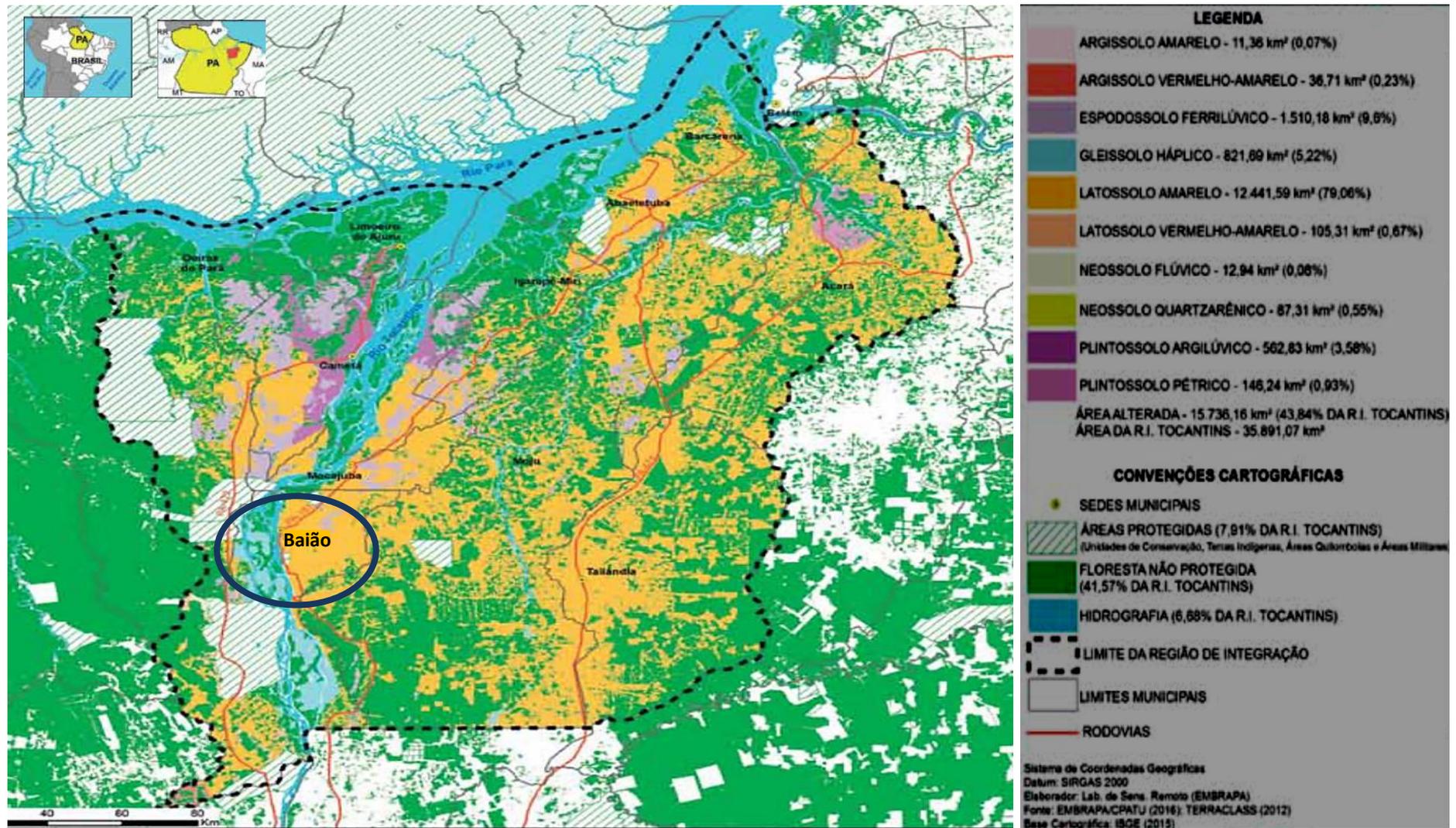
Por ser um país de grande extensão territorial é possível observar no Brasil uma variedade de solos de acordo com cada região. Manzatto et al. (2002), explicam que essa diversidade encontrada deve-se a natureza de nosso país, suas potencialidades e limitações de uso e, em grande parte, às diferenças regionais no que se refere às diversas formas de ocupação, uso e desenvolvimento do território.

A região amazônica caracteriza-se por apresentar solos altamente intemperizados, ácidos, de baixa fertilidade natural, e comumente saturados por alumínio tóxico para a maioria das plantas, o que diminui significativamente o potencial produtivo de suas terras, quando não adequadamente manejadas (MANZATTO et al., 2002).

Apesar das grandes extensões de terra presentes na região amazônica, a maioria destas não são próprias para a prática da agricultura, sendo necessário que se faça a correção de determinados micro e/ou macronutrientes, para potencializar o uso desses solos e consequentemente as práticas agrícolas (TIECHER, 2016).

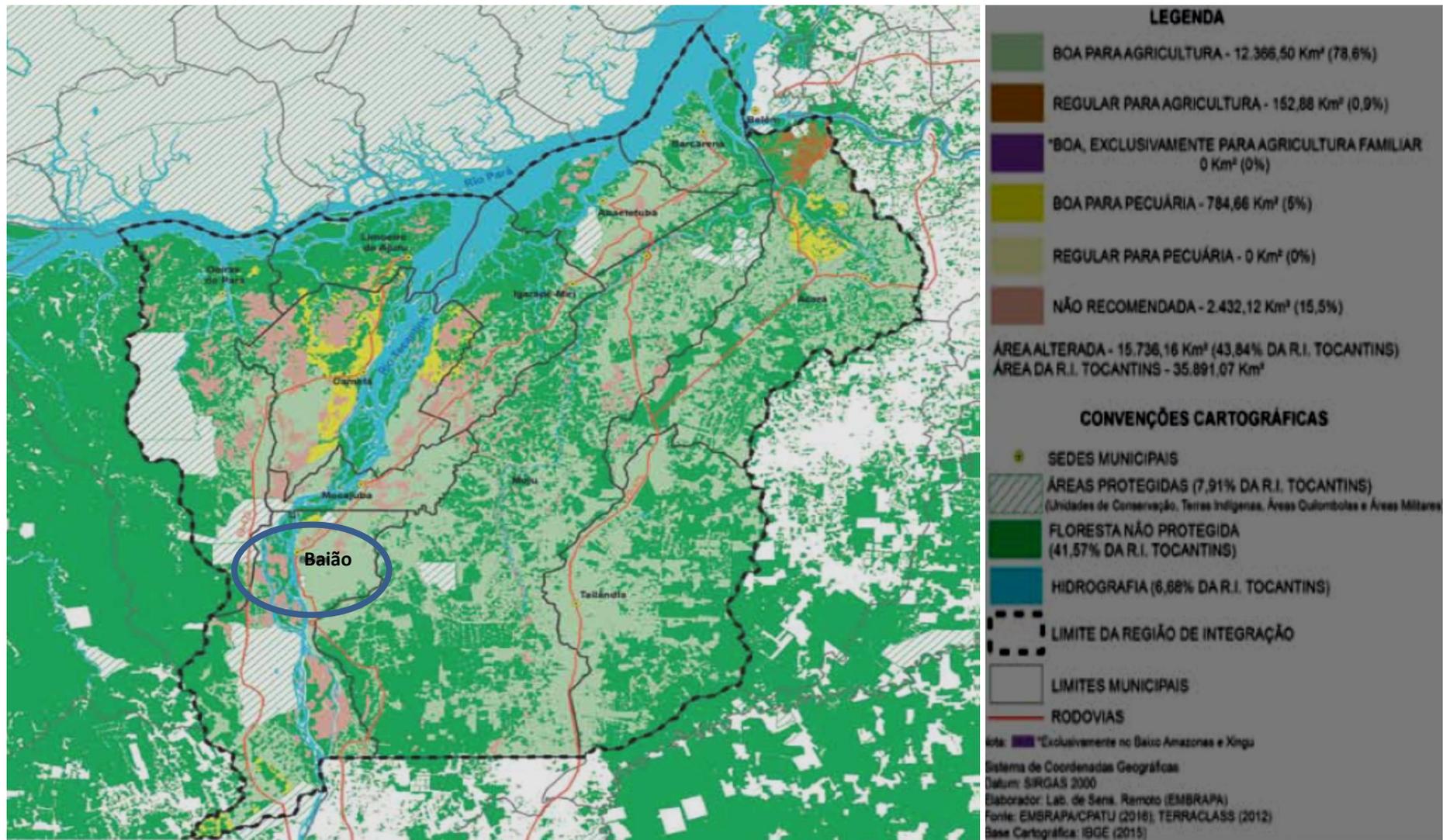
A área de estudo, encontram-se inserida no mapa de Solos da Região de Integração do Tocantins (PA) e Aptidão Agrícola das Áreas Alteradas da Região de Integração do Tocantins (PA), que de acordo com a Embrapa Amazônia Oriental (2016), os solos são classificados como Latossolo Amarelo, com aptidão agrícola de não recomendada de acordo com os dados contidos nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

Figura 1- Solos das Áreas Alteradas da Região de Integração do Tocantins (PA).



Fonte: Embrapa (2016).

Figura 2- Aptidão Agrícola das Áreas Alteradas da Região de Integração do Tocantins (PA).



Fonte: Embrapa (2016).

Manzatto et al., (2002) ressaltam que para o uso adequado do solo amazônico deve-se haver o incremento da difusão de tecnologias que permitam alcançar uma maior produtividade com sustentabilidade, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico e a preservação dos recursos naturais da região.

As principais limitações, comuns na maioria destes solos, são a acidez elevada, a saturação alta por alumínio e a disponibilidade baixa de nutrientes. Estima-se que 90% de suas terras apresentam deficiência em fósforo, 75% toxicidade por alumínio, 50% baixa reserva de potássio, além do fato de que 50% da região estar sujeita a déficits hídricos elevados (RODRIGUES, 1996).

A caracterização do solo da área de estudo foi realizada com base no Mapa de Solos (EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2016), sendo o solo classificado como Latossolo Amarelo distrófico, a partir da análise após a abertura das trincheiras de 1 m² mostrado na Figura 3.

Esta classe de solo, possui aspecto “uniforme quanto a cor, textura e estrutura; são profundos e muito profundos, bem drenados, prevalecendo a textura argilosa e muito argilosa, além do mais, apresenta sequência de horizontes A e Bw, com ascendência do horizonte superficial do tipo A razoável a elevado, esporadicamente do tipo húmico” (EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2016).

Figura 3- Abertura de trincheiras de 1 m² para caracterização da classe de solo das áreas estudadas – Vila de Umarizal – Baião/PA.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E DOS SOLOS

A degradação do solo, geralmente, é provocada mediante ao mau uso desse recurso natural pelo homem, visto como abundante e inesgotável. Entretanto, qualquer alteração em suas propriedades (química, física e biológica) acarreta um desequilíbrio, desestabilizando as demais, intervindo no seu comportamento (CERETTA; AITA, s.d).

A degradação química concerne às alterações nas propriedades químicas do solo por meio da ação natural ou antrópica, encaminhando à perda de sua eficiência produtiva, portanto, os aspectos afetados pela degradação química, são os seguintes: perda de nutrientes, perda de matéria orgânica, desbalanço de nutrientes, salinização, acidificação e poluição do solo. Já a degradação física remete à perda ou modificação das propriedades físicas do solo, por intervenção natural ou antrópica, induzindo à redução na sua aptidão de produção, assim as condições impactadas são: selamento superficial, compactação e adensamento, danos à estrutura, alterações na porosidade e permeabilidade, erosão, inundação e drenagem de áreas úmidas (CERETTA; AITA, s.d).

Para Ceretta e Aita (s.d), as propriedades biológicas são as primeiras a se desequilibrar com a degradação do solo e, normalmente, as últimas a serem reabilitadas, como resultado, esse tipo de degradação ocasiona a diminuição na eficácia de sustentação da qualidade de vida dos organismos produtores e consumidores do solo, em virtude da redução da condição de seu habitat.

De acordo com Rodrigues et al. (2010), é fundamental compreender a dinâmica dos solos, especialmente aqueles sob floresta, dado que a remoção da vegetação por queimadas ou ação humana, acarreta uma série de alterações nos atributos químicos, físicos e biológicos edáficos. Conseqüentemente, toda variação no solo é capaz de modificar continuamente a estrutura e a atividade biológica e, como resultado, sua fertilidade, com reflexos nos agroecossistemas (BROOKES, 1995).

O processo de degradação do solo, especialmente em áreas amazônicas, ocorre pelo uso inadequado do solo por um período prolongado. Os impactos causam escassez de recursos, acidificação do solo, processos erosivos, e manchas de solo, deixando-o improdutivo por um tempo duradouro e necessitando de práticas de recuperação (DE MELO JÚNIOR et al., 2011).

Portanto, infere-se que “alterações no solo as quais afetam atributos ligados a estrutura do solo podem gerar limitações quanto à fertilidade e, por consequência, gerar perdas no rendimento” (GOMIDE et al., 2011 apud HENTZ et al., 2016).

As alterações derivadas da queima da vegetação que cobre solo e da erosão oriunda da realização de manejo impróprio, refletem negativamente nas características do solo, por consequência, afeta o crescimento das culturas dificultando o desenvolvimento radicular e limitando as dinâmicas hídricas (MELO et al., 2010).

Em conformidade com Bayer e Mielniczuk (2008), na presença da vegetação nativa a matéria orgânica do solo está estável, todavia, ao se estabelecer a implantação de cultivo, a tendência é diminuir sua taxa de maneira intensa, sobretudo, no preparo do solo ao usar procedimentos com muita movimentação do mesmo e utilização de culturas que possui incorporação de resíduo escassa. Desta maneira, inicia-se um processo de degradação dos níveis químicos, físicos e biológicos do solo, tal como da perda de rendimento das culturas.

Proporcionalmente, a degradação de solos promove a diminuição da quantidade de matéria orgânica (M.O), refletindo negativamente na CTC, disponibilidade de nutrientes, firmeza dos agregados e ação microbiana (BAYER; MIELNICZUK, 1999).

Nas áreas que ocorreram desmatamentos, a diminuição do teor de material existente no solo, é resultante da decomposição que efetua-se rapidamente, sobretudo em solos sob plantios implantados há um certo período, em que o percentual de incorporação de matéria orgânica decorre da igualdade do índice de decomposição, visto que o regresso do material orgânico é indispensável para a fertilidade nessas áreas. Consequentemente, “[...] o grau de impacto da retirada da floresta nativa para o plantio de outra cultura está relacionado ao manejo do sistema produtivo e das práticas agrícolas” (SILVA et al., 2007 apud RODRIGUES et al., 2010).

Observações de modificações nos atributos do solo, resultantes dos efeitos da ação antrópica em ecossistemas nativos, origina mecanismo para contribuir no acompanhamento da preservação do ecossistema, propiciando a caracterização do contexto atual, indicando os estados de risco, como também presumir situações, em particular, àquelas relacionadas à vegetação nativa original (CARNEIRO et al., 2009).

2.3 QUALIDADE DOS SOLOS

A qualidade do solo (QS) é a relação entre os atributos químicos, físicos e biológicos que propicia a atividade ideal para o desempenho de suas funções (VEZZANI; MIELNICZUK

2009). De acordo com Maia (2013), a QS é determinada em conformidade com as diversas funções que o solo cumpre para que as plantas cresçam e se desenvolvam adequadamente. Para definir os atributos a serem mensurados é necessário levar em consideração alguns fatores como: mensuração acessível, sensibilidade às alterações e limites entre o que é sustentável e o não sustentável (GOEDERT, 2005).

A conservação da condição pretendida de QS é complexa, dado que fatores consideráveis, como clima, solo, planta, forma de manejo e as interações entre esses elementos interferem no processo de manutenção (LIMA et al., 2013; CHERUBIN et al., 2015).

A mensuração dos atributos químicos, físicos e biológicos são relevantes para verificar a propriedade dos solos. Neste sentido, a atividade microbiana é determinante na decomposição da matéria orgânica, assim como na ciclagem de nutrientes e pela fluência de energia no ecossistema edáfico (LUIZÃO, 2007 apud ZANINETTI et al., 2016). Deste modo, estas propriedades asseguram o crescimento e o desenvolvimento das plantas apropriadamente, bem como a sobrevivência de organismos que no solo habitam (DORAN; PARKIN, 1994).

Para demonstrar como as inter-relações entre os atributos são de fundamental importância, Brookes (1995), descreve que a conexão entre as propriedades regula os meios e os aspectos ligados à sua modificação no tempo e no espaço. Por conseguinte, caso haja alguma deformação no solo, sua estrutura e atividade biológica modificam-se, comprometendo a fertilidade dos agroecossistemas.

Conforme Alvarenga e Davide (1999), o pH (potencial de hidrogênio), concentração de Al^{3+} , teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e P disponível, N total e micronutrientes são as Propriedades Químicas com maior aplicabilidade na medida da QS. Desta forma, a característica química do solo é significativa, uma vez que age diretamente na nutrição das plantas, refletindo no rendimento das culturas.

As propriedades físicas do solo, como a textura e a densidade, são apontadas como parâmetros ideais da qualidade na agricultura (SANCHEZ et al., 2005). A sua instabilidade pode intervir definitivamente no manejo a ser empregado nas áreas de cultivos, além de ser responsável pela produtividade das culturas (NUNES et al., 2010).

O entendimento sobre o arranjo granulométrico de partículas sólidas do solo é primordial na determinação da textura, em análise de compactação e movimentação de água e, abrangendo os processos erosivos que incluem transporte e alteração de partículas, até mesmo de nutrientes básicos para o desenvolvimento e produtividade das plantas (SILVA et al., 2011).

A Matéria Orgânica do Solo (MOS) também é apontada como indicador essencial, visto que é sensível às modificações decorrentes das ações antrópicas, além de ter associação com as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo (COSTA et al., 2008; CHERUBIN et al., 2015).

Os atributos biológicos, segundo Cunha et al. (2011), possibilitam a medição dos estados de desequilíbrio ou equilíbrio ambiental. Assim sendo, os microrganismos do solo apresentam-se como os indispensáveis reguladores na ciclagem dos nutrientes (MENDES et al., 2012).

Tendo em vista as propriedades do solo, “[...] a atividade da biomassa microbiana e das enzimas que atuam neste processo tem sido apontada como a característica mais sensível às alterações na qualidade do solo, causadas por mudanças de uso da terra e práticas de manejo” (CARDOSO et al., 2009 apud ZANINETTI et al., 2016).

No solo, as modificações ocorrem em seus atributos edáficos, resultando na deficiência de nutrientes, além da diminuição dos microrganismos, afetando a dinâmica do ecossistema e sua sustentabilidade, sendo importante frisar, que as propriedades do solo são sensíveis às alterações efetuadas, especialmente o que diz respeito à biomassa e atividade microbiana (MARCHIORI JÚNIOR; MELO, 2000).

Portanto, a QS agrícola é indicada segundo os atributos físicos, químicos e biológicos, tornando-se propriedades fundamentais nas análises no contexto de degradação ou de melhoria do solo, assim como da sustentabilidade dos métodos de manejo (ARATANI et al. 2009).

2.4 CULTURA DA MANDIOCA

A mandioca (*Manihot esculenta* L. Crantz) é nativa da América do Sul, no território sul da Amazônia (LEOTARD et al., 2009); encontra-se na família Euphorbiaceae, tem como marca, a presença de látex e glicosídeos cianogênicos. Nos séculos XVI e XVII foi disseminada pelos portugueses para regiões tropicais e subtropicais da África, Ásia e Caribe. Esta cultura transformou-se de forma acelerada em um alimento básico por efeito de sua tolerância às condições desfavoráveis de clima e solo (ALVES, 2002).

A planta de mandioca é um arbusto perene com costume indefinido e, com propagação vegetativa, ou seja, através de pedaços do caule que são chamados de manivas (CÂMARA; GODOY, 1998); a estrutura morfológica desta planta diferencia-se de conforme o genótipo, podendo apresentar o caule ereto ou caule ramificado com duas (dicotômico), três (tricotômico) ou quatro (tetracotômico) hastes (CARVALHO; FUKUDA, 2006) nomeado ramificações

simpodiais (MATTHEWS; HUNT, 1994). O número de ramificações simpodiais, originam-se da sensibilidade do genótipo ao fotoperíodo, já que de modo a influência pode estimular produção dessas ramificações (KEATING et al., 1982).

Segundo Alves (2006), as baixas temperaturas ou déficit hídrico demorado direcionam a planta de mandioca a um período de dormência ou de repouso, tendo em conta que a cultura implantada anualmente, nas regiões tropicais, o plantio é realizado no início do período das chuvas. O manejo do solo e métodos culturais impactam nos atributos físicos e químicos do solo, tal como na produtividade da mandioca (OLIVEIRA et al.; 2001).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mandioca, encarrega-se de 12,7% do total. Na produção nacional, o estado do Pará alcança o primeiro posicionamento na produção de mandioca no país 17,9%, seguido da Bahia com 16,7%. A cultura da mandioca é relevante na alimentação humana e animal, tornando-se fonte de matéria prima em vários produtos industriais, assim sendo é responsável pela geração de emprego e renda, cultivada em todas as regiões do país (MATTOS; CARDOSO, 2003).

Na Amazônia Tocantina, situada no Nordeste Paraense juntamente com a região do Baixo Amazonas são encontrados os maiores espaços cultiváveis e produção de mandioca do Estado do Pará, igualmente, evidenciam um crescimento elevado desta atividade (GUSMÃO et al., 2016).

Apesar de ser o maior produtor, a mandioca no estado do Pará é implantada em pequenas áreas de terra e usa meios de produção com baixos níveis tecnológicos e abertura constante de novas áreas com a prática de corte e queima (FUKUDA; OTSUBO, 2003).

De acordo com Alves et al. (2008), a baixa produtividade da mandioca, segundo o IBGE 2016, o Estado do Pará alcançou apenas 16 toneladas por hectare, devido à fertilidade e ao manejo dos solos usados para a implantar a cultura e por causa dos tipos de solos da região amazônica que apresentam baixa fertilidade natural, com altas concentrações de alumínio e, são classificados como solos ácidos. À vista disso, a produtividade do Paraná chegou a 25 toneladas por hectare.

A cultura da mandioca no Estado do Pará, tem função social, devido a quantidade expressiva de famílias do meio rural que sobrevivem da produção e processamento da farinha (MATTOS; CARDOSO, 2017). Ademais, o cultivo é feito a partir de uma planta cianogênica

(HAQUE; BRADBURY, 2002), que apresenta restrição no consumo das suas raízes em razão da quantidade de ácido cianídrico (HCN) que é armazenado de forma natural em suas cultivares.

No Pará, a implantação da cultura da mandioca, através do sistema de cultivo de corte e queima constitui-se na principal forma de introdução das roças. Já com a vegetação secundária ou capoeira, o sistema é intercalado com época de cultivo e pousio para que a queimada se transforme em fertilizante natural (OLIVEIRA et al., 2007; KATO et al., 2014), e segundo os autores essa prática busca suprir as necessidades nutricionais das culturas com os nutrientes acumulados na vegetação secundária (MARCOLAN; LOCATELLI; FERNANDES, 2009).

Embora seja um método viável economicamente, para os pequenos agricultores, a queima da vegetação, favorece a supressão de nutrientes que se encontrava confinada na biomassa (KANASHIRO; DENICH, 1998), interrompendo a reciclagem e os nutrientes que seriam adicionados gradativamente ao solo, pela decomposição da matéria orgânica, passando a ficar disponíveis de uma só vez, nas cinzas sobre a superfície do solo” (MARCOLAN; LOCATELLI; FERNANDES, 2009).

O cultivo da mandioca na mesma área por muito tempo, torna-se insustentável, já que nesta extensão são realizadas queimadas repetidamente, reduzindo o período de pousio entre as plantações, devendo observar que para estabelecer a cultura da mandioca, há necessidade de um período de pousio longo de pelo menos sete anos, para então tornar-se produtivamente sustentável (DENICH; KANASHIRO; VLEK, 1999; KATO et al., 2014).

Geralmente, a mandioca é cultivada por agricultores com pouco conhecimento técnico e com baixa disponibilidade de renda para investir na produção. Logo, a implantação sucessiva da cultura nas áreas sob o manejo de corte e queima leva a degradação do solo, “[...] por suas influências nas propriedades químicas, físicas, e biológicas do solo. Estas alterações interferem diretamente no estabelecimento e no desenvolvimento da cultura” (SILVA et al, 2013).

Por isso, a importância de se estudar a qualidade dos solos nestas áreas, para que futuros manejos possam ser adotados, buscando a sustentabilidade dos sistemas produtivos e a manutenção da fertilidade do solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na comunidade de Umarizal Beira, município de Baião-PA, localizada à margem esquerda do Rio Tocantins. A vila é um distrito Quilombola situada no nordeste paraense, com coordenadas 2°50'58.2”S 49°45'30.0”W.

De acordo com a Köppen e Geiger o clima é classificado como Tropical Am. A temperatura média anual em Baião é de 27 °C, com uma pluviosidade média anual de 2465 mm (CLIMATE-DATA.ORG, 2019). Em Baião, a estação com precipitação é morna e de céu encoberto; a estação seca é quente e de céu parcialmente encoberto. Durante o ano inteiro, o clima é opressivo. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 23 °C a 35 °C e raramente é inferior a 22 °C ou superior a 38 °C.

A Vila de Umarizal tem pouco mais de 133 anos de existência, originou-se da organização de escravos livres e fugitivos de outras localidades, possuindo atualmente cerca de quatrocentas (400) residências e três mil (3.000) habitantes.

A área de floresta nativa é uma extensão de proteção ambiental dentro do quilombo, sendo que a preservação do castanhal é designada para a extração de recursos naturais. O espaço total da reserva é de aproximadamente 75 ha e, o utilizado para realização deste estudo foi nas mediações de 10 ha, dividido em duas subáreas: F.P.B (floresta parte baixa) e F.P.A (floresta parte alta) (Figura 4).

Figura 4- Extensão da reserva de castanhal da Vila de Umarizal – Baião/PA.



A área de cultivo escolhida para a realização do trabalho é adjacente à comunidade, cerca de 100 m da última residência, representando desta forma, a realidade local da agricultura familiar presente nesta localidade e circunvizinhança, tal como suas formas de cultivo e preparo e manutenção do solo.

A área experimental contou com um total de 3 hectares e inicialmente era uma área de floresta primária, com predomínio de castanheiras, manejada pela primeira vez, ou seja, implantação do primeiro cultivo. Inicialmente foi realizada a limpeza do local com a retirada da vegetação que estava presente, utilizando a técnica de corte-queima para implantação do cultivo do mandiocal e coleta das amostras de solo. A área para a execução da atividade delimitou-se em um espaçamento de 1 hectare, como pode ser observado na Figura 5.

Para a implantação do mandiocal foram realizadas as seguintes etapas: 1) Contorno da área: abertura de picadas para delimitação de uma área com aproximadamente 3 ha, com o uso de foice, enxada e facões; 2) Corte: retirada de toda biomassa da área demarcada; 3) Coivara: amontoamento da vegetação oriunda do corte para fora do perímetro de plantação para evitar propagação de incêndios para dentro do roçado ou área adjacente; 4) Aceiro/queimada: limpeza do roçado através da queimada; 5) Abertura de covas e plantio da mandioca: realizado no início da época de chuvas, após o preparo de área.

Figura 5- Área demarcada para implantação do mandiocal – Vila de Umarizal – Baião/PA.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A coleta das amostras de solo seguiu conforme a metodologia descrita por Lemos (1999) que baseia-se na retirada de sub-amostras simples para formação de uma amostra composta no final.

Para determinar as características químicas, físicas e biológicas do solo, foram coletadas amostras de solos nas áreas determinadas em cada sistema (floresta nativa e cultivo de mandioca), na profundidade de 0-20 m, sendo que as amostras compostas do solo foram obtidas a partir da mistura de quinze (15) amostras simples (sub-amostras) coletadas em cada local de estudo, para formar 1 (uma) amostra composta, andando em ziguezague na área de estudo, em pontos ao acaso, utilizando trado tipo holandes de inox, facão e uma enxada. As amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados que, após as coletas foram enviadas para análise química e física em laboratório (FULLIN - Laboratório de Análise Agronômica e Ambiental LTDA).

A primeira coleta (Figura 6) foi realizada no dia 10 de março de 2019, levando em consideração que nesse mês é o que ocorre maior precipitação pluviométrica na localidade,

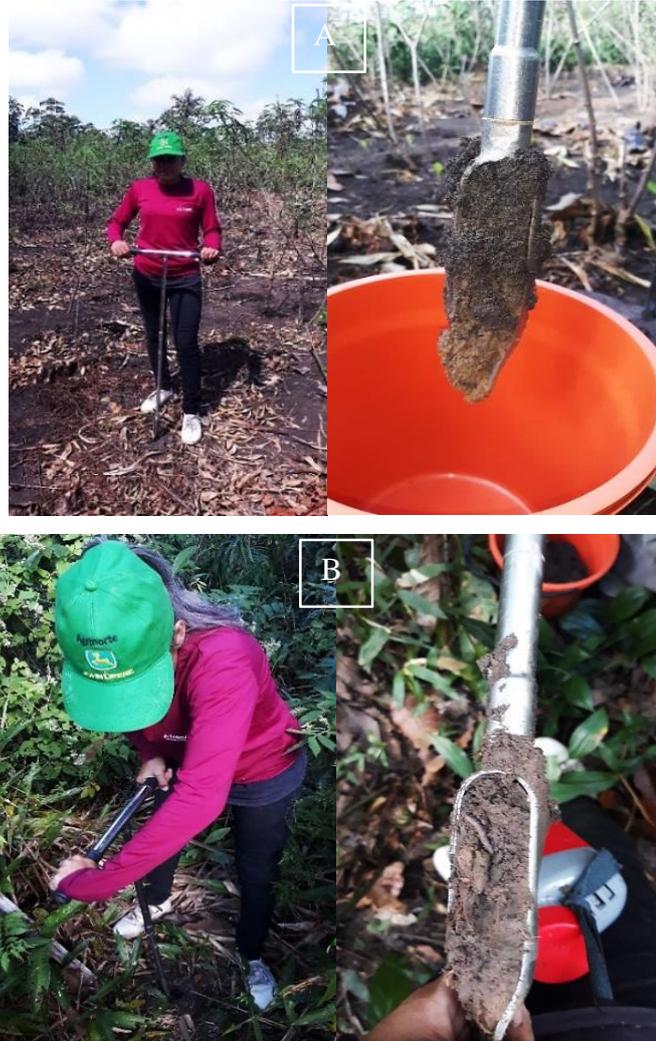
cerca de 425 mm. A segunda coleta (Figura 7) efetuada no dia 15 de agosto de 2019 dado que nessa época inicia-se o período de estiagem amazônica, atingindo 45 mm. Resalta-se que as figuras (A) representam o mandiocal e a (B) a floresta nativa.

Figura 6– Coleta da primeira amostra de solo com trado a 20 cm em março de 2019 – Vila de Umarizal – Baião/PA.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7– Coleta da segunda amostra de solo com trado a 20 cm em agosto de 2019 – Vila de Umarizal – Baião/PA.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para análise física, das amostras de solo foram separados 400g composta de solo da última coleta, e encaminhadas para laboratório de solo, planta e água da Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá a fim da realização da análise da macroporosidade, microporosidade e densidade do solo.

Para a análise da macroporosidade e microporosidade, os anéis concêntricos contendo as amostras de solo coletadas de 0 a 20 cm de profundidade, foram colocados em uma bandeja com água até a metade da altura do anel para saturar durante um pernoite, de acordo com a metodologia de Kopeck. Em seguida, as amostras foram retiradas da água, deixando-se escorrer um pouco, e foram pesadas (P1) e colocadas sobre a mesa de tensão adaptada (Figura 8) (abaixando-se o frasco de nível para o nível de sucção correspondente a 60 cm de altura de coluna d'água, onde permanecem por 24 horas), para que a água dos macroporos (poros com diâmetro $\text{Ø} \geq 0,05 \text{ m}$), fossem retirados.

Figura 8- Mesa de Tensão Adaptada e estufa para a avaliação da macroporosidade e microporosidade do solo. Laboratório solo, planta e água. Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Marabá – PA.



Após esse período, as amostras foram novamente submetidas a pesagem (P2) e depois foram levadas à estufa a 105 °C por 24 h e foram novamente pesadas (P3). Com os pesos, procedeu-se com os cálculos, obtendo-se o volume de macro e microporos contidos nas amostras. As fórmulas utilizadas para o cálculo foram: $MACROPOROSIDADE = (P1 - P2) \times 100/V$ e $MICROPOROSIDADE = (P2 - P3) \times 100/V$; Onde: P1 = peso do solo saturado com água (em g); P2 = peso da amostra após ser submetida a uma tensão de 60 cm de coluna d'água (em g); P3 = peso da amostra seca em estufa a 105 °C (em g); V = volume do cilindro.

A densidade do solo foi determinada dividindo-se a massa de solo seco a 105 °C pelo volume da amostra.

Para a avaliação microbiológica (Figura 9), 50 gramas de amostras de solo também foram encaminhadas ao laboratório de solos, planta e água da Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá (FCAM) da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. A metodologia empregada para a extração dos organismos do solo, como número de esporos e gêneros, foi o peneiramento úmido de Gerdemann e Nicolson (1963) e centrifugação com água e sacarose a 40% (JENKIS,1964).

Figura 9- Procedimento do processo de extração de organismos do solo pelos métodos de peneiramento úmido e centrifugação em sacarose. Laboratório de Solo, Planta e Água da Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá – Unifesspa. Marabá – PA.



Fonte: Hentz; Noleto; Boldt (2019)

Após a extração dos organismos do solo, estes foram contados, separados e identificados com auxílio de uma lupa estereoscópica.

Os dados foram analisados matematicamente e através da estatística descritiva apresentados em tabelas elaboradas no software excell (2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 QUALIDADE DO SOLO

4.1.1 Qualidade química e física

Os resultados das análises química e física das amostras de solo coletadas nos meses de março/2019 e agosto/2019, respectivamente, estão apresentados nas tabelas 1 e 2. O procedimento analítico para os atributos químicos como P, K, Fe, Zn, Cu, Mn e Na foram extraídos por Mehlich 1 (Extração: HCl 0,05 mol/L +H₂SO₄ 0,025 mol/L). Já o Ca, Mg e Al a extração foi realizada por KCl 1mol/L. Da mesma forma, o B foi extraído pelo método de Extração: BaCl₂ 2H₂O.

Tabela 1: Análise química de solo nos diferentes sistemas de produção e período de coleta. Vila de Umarizal – Baião/PA.

PARÂMETROS ANALISADOS	UNIDAD E	RESULTADO DA ANÁLISE		
		F. P. B.	F. P. A.	Mandiocal

		PERÍODO CHUVOSO	PERÍODO DE ESTIAGEM	PERÍODO CHUVOSO	PERÍODO DE ESTIAGEM	PERÍODO CHUVOSO	PERÍODO DE ESTIAGEM
P	mg/dm ³	3	2	2	5	2	2
K		35	27	27	25	24	21
S		5	4	4	5	5	5
Ca	cmol c/dm ⁻³	0,8	0,5	0,7	0,8	1,1	1,9
Mg		0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4
Al		1,6	1,6	0,6	1,0	1,0	0,3
H+Al		8,8	7,5	5,8	6,4	8,0	5,5
pH em H ₂ O	-	4,7	4,7	4,9	4,8	4,8	5,4
M.O	dag/kg	-	2,5	-	2,1	-	2,5
Fe	mg/dm ⁻³	460	591	314	371	309	420
Zn		1,0	0,2	0,6	0,1	0,5	0,2
Cu		0,8	0,5	0,6	0,1	0,4	0,1
Mn		6	6	10	11	16	16
B		0,77	0,60	0,69	0,54	0,57	0,58
Na		5,0	6,0	4,0	5,0	5,0	6,0
Relação Ca/Mg		-	4,0	2,5	2,3	4,0	5,5
Relação Ca/K	-	8,9	7,2	10,1	12,5	17,9	35,3
Relação Mg/K	-	2,2	2,9	4,3	3,1	3,3	7,4
CTC efetiva (t)	cmol c/dm ³	2,7	2,4	1,7	2,1	2,4	2,7
CTC a pH 7,0 (T)		9,9	8,3	6,9	7,5	9,4	7,9
Soma de Bases (SB)		1,1	0,8	1,1	1,1	1,4	2,4
Sat. Ca na CTC (T)	%	8,1	6,0	10,2	10,7	11,8	24,2
Sat. Mg na CTC (T)		2,0	2,4	4,4	2,7	2,1	5,1
Sat. K na CTC (T)		0,9	0,8	1,0	0,9	0,7	0,7
Sat. Al (m)		59	68	36	48	42	11
Índice saturação Na		0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Saturação de bases (V%)		11,2	9,6	15,8	14,5	14,7	30,2

Fonte: Elaborado pelo autor.

F.P.B – Floresta Parte Baixa; F.P.A – Floresta Parte Alta; pH – potencial hidrogeniônico; P – Fósforo; K – Potássio; S – Enxofre; Fe – Ferro; Zn – Zinco; Cu – Cobre; Mn – Manganês; B – Boro; Na – Sódio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; Al - Alumínio; CTC - Capacidade de Troca de Cátions; H + Al - Acidez potencial; M.O – matéria orgânica; V – Saturação de Bases.

Os macronutrientes N, P e K (nutrientes primários), Ca, Mg e S (nutrientes secundários) são absorvidos pela planta em maior proporção, sendo estes imprescindíveis para o desenvolvimento das plantas. Do mesmo modo, os micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e

Zn), têm relevância na fertilidade satisfatória do solo. A falta qualquer nutriente pode limitar o crescimento das plantas (MANUAL INTERNACIONAL, 1998).

De acordo com os resultados das análises, a concentração de Fósforo (P) no solo apresentou variação nas amostras da F.P.B. diminuindo de 3 mg/dm^{-3} no período chuvoso para 2 mg/dm^{-3} no período de estiagem, uma decréscimo de 33,33% . Já na F.P.A. o efeito foi inverso da F.P.B., dado que no período chuvoso a quantidade disponível era 2 mg/dm^{-3} elevando-se para 5 mg/dm^{-3} , um aumento de 150%. No mandiocal não houve alteração na concentração, mantendo-se em 2 mg/dm^{-3} . Embora constatadas variações no teor de P em algumas amostras, ao obedecer às recomendações de Cravo, Viégas e Brasil (2010) o acúmulo de deste elemento no solo, considerando a textura contém teor baixo em todas amostragens. Para o Potássio (K), conforme diagnóstico dos fragmentos do solo dos sistemas nas duas amostras, os valores compreendem ao baixo teor, onde o menor valor foi 24 mg/dm^{-3} no mandiocal e 35 mg/dm^{-3} na F.P.B, ocorrendo uma variação entre a faixa apresentada de 45,83%.

Segundo Cravo, Viégas e Brasil (2010), nutricionalmente, os teores de Ca e de Mg recomendados é condizente com as quantidades mínimas e suficientes de exigências para as culturas mais importantes, logo, para Ca + Mg os teores para as porções de solo da F.P.B e F.P.A. apresenta-se na faixa de teor baixa, enquanto na área do mandiocal, ocorreu alteração de $1,3 \text{ cmol c/dm}^{-3}$ para $2,3 \text{ cmol c/dm}^{-3}$, evoluindo a disponibilidade o do teor, isto, aumentou de 76,92%.

Quanto ao teor de alumínio (Al), no solo em que há o predomínio de argila caolinítica o teor deste elemento é ressaltado e, conseqüentemente, torna-se prejudicial para as culturas. Entretanto, para as vegetações nativas pode ser fundamental, logo, o óxido de alumínio na estrutura do solo tropical, coopera de modo benéfico (JANSEN et al., 2003). Portanto, quando a argila tiver desprendida, dificilmente o Al será tóxico, contudo, em solos compactados no qual a argila foi intemperizada, ocorre a liberação elevada de alumínio (PRIMAVERASI, 2006). Nos resultados obtidos, conforme Cravo, Viégas e Brasil (2010), o teor de Al nas amostras da F.PB é considerado alto apresentando $1,6 \text{ cmol c/dm}^{-3}$ nos períodos chuvoso e de estiagem, em contrapartida, a F.P.A e o mandiocal apresentaram faixa de teor médio entre $0,3 - 1,0 \text{ cmol c/dm}^{-3}$, podendo alcançar uma variação de até 233,33%.

O $\text{H}^+ + \text{Al}$, explica a quantidade de hidrogênio iônico (H^+) e do alumínio trocável (Al^{3+}) presente na superfície dos colóides do solo por força eletrostática (atração e da repulsão), adicionado do H existente em ligações covalentes (compartilhamento de um ou mais pares de

elétrons entre átomos) nas frações do solo. Deste modo, seu teor é uma demonstração do valor total de cargas negativas do solo, preenchidas por elementos que ocasionam ou são capazes de originar a acidez do solo (SILVA, 2018). À vista disso, amostras indicaram teor alto variando de 5,5 – 8,8 cmol c/dm⁻³, chegando à variação máxima de 60%.

O pH (potencial hidrogeniônico) determina a fração de íons hidrogênio (H⁺) que existe no solo, apresentando assim o nível de acidez e, conseqüentemente, exibe uma condição biológico-físico-química, de modo geral, é o indicativo da situação química do solo (RONQUIM, 2010). De acordo com os resultados de todas as amostras, os solos demonstraram ter caráter ácido, isto é, baixos valores de pH (4,7 – 5,4), fato corroborado por Falesi (1972) ao mencionar que “os solos amazônicos, frequentemente, encontram-se na faixa de 4,0 a 5,5”.

Acerca da Matéria Orgânica (M.O.) dos solos, no período de estiagem observou-se uma variação entre 2,1 – 2,5 dag/kg, atribuindo média disponibilidade, aumentando seu teor em 56,69%. Logo, um solo nutrido de M.O. possui melhor estrutura e estabilidade em seus agregados, beneficiando a retenção de água, inibindo a erosão, tal como a compactação do solo pela mobilização excessiva de máquinas e animais, além de facilitar a infiltração (ALVES, 2014).

Quanto aos micronutrientes, o Ferro (Fe) manteve-se com teor alto nas amostragens dos três ecossistemas oscilando entre 309 – 460 mg/dm⁻³. O Zinco (Zn) apresentou médio apenas na 1ª amostra da F.P.B. (1,0 mg/dm⁻³), nas demais a disponibilidade foi considerada baixa em todos os resultados. Em relação ao Cobre (Cu), a primeira amostra da F.P.B, unicamente, atestou teor médio (0,8 mg/dm⁻³), as restantes foram classificadas com teor baixo (0,1 – 0,6 mg/dm⁻³). Em referência ao Manganês (Mn), as duas amostragens da F.P.B e F.P.A foi observado teor médio e, o Mandiocal apresentou teores alto (16 mg/dm⁻³) em ambas as mostras. Relativo ao Boro (B), identificou-se em todos os resultados teores médios (0,54 – 0,77 mg/dm⁻³) conforme Ronquim, (2010).

A CTC (capacidade de troca de cátions) de um solo, de uma argila ou do húmus caracteriza a fração integral de cátions armazenados superficialmente, posto que esses elementos se apresentam em estado trocável (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + H⁺ + Al³⁺). Diante disso, um solo é apontado como bom para a nutrição dos vegetais, quando em sua maioria está preenchido por cátions essenciais como Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, ao contrário, se está sob o predomínio de cátions potencialmente tóxicos como H⁺ e Al³⁺ este torna-se um solo pobre (RONQUIM, 2010).

A Soma de Bases (SB), configura a somatória dos teores de cátions trocáveis ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+$), excluindo H^+ e Al^{3+} , sendo esta essencial para o cálculo de saturação de bases (V%). Salienta-se que a SB e o pH estão estritamente associados, dado que quanto maior soma de bases, maior será o pH do solo, bem como o seu oposto mutuamente.

No que concerne à Saturação de Bases (V%), esta irá mensurar a fertilidade do solo de modo geral, sendo assim, divide-se em solos eutróficos ou férteis ($\text{V}\% \geq 50\%$) e solos distróficos ou pouco férteis ($\text{V}\% < 50\%$), tal qual afirma Ronquim (2010). Conforme os resultados da amostras, os solos são tipificados distróficos, isto é, todos mantiveram-se abaixo de 50% e com saturação de Al (m%) elevada, com valor mínimo de 11% e máximo de 68%.

Tabela 2: Análise física de solo nos diferentes sistemas de produção e período de coleta. Vila de Umarizal – Baião/PA.

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	UNID.	GRANULOMETRIA										CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL	
		Areia Grossa		Areia Fina		Areia Total		Silte		Argila			
		PERÍODO CHUVOSO	PERÍODO DE ESTIAGEM	PERÍODO CHUVOSO	PERÍODO DE ESTIAGEM								
F.P.B.	g/kg	136	168	366	384	502	552	278	288	220	160	Franco Argilo-Arenoso	Franco Arenoso
F.P.A.		440	378	288	322	728	700	72	120	200	180	Franco Argilo-Arenoso	Franco Arenoso
Mandiocal		270	280	278	248	548	528	112	112	340	360	Franco Argilo-Arenoso	Argilo Arenoso

Fonte: Elaborado pelo autor.

F.P.B – Floresta Parte Baixa; F.P.A - Floresta Parte Alta; UNID. – Unidade; Amost. – Amostra.

A textura do solo é estabelecida pelo arranjo de tamanho de partículas, esse atributo torna-se essencial no uso e manejo apropriado, bem como na conservação de solo e água (REINERT; REICHERT, 2006).

O solo da área de F.P.B, no período chuvoso, foi classificado como franco argilo-arenoso com os seguintes aspectos: 50,2% de areia, 27,8% de silte e 22% de argila e, na segunda amostra foi identificada como franco arenoso de acordo com parâmetros: 55,2% de areia, 28,8% de silte e 16% de argila.

A área de F.P.A de acordo com a amostragem do período chuvoso, apresenta-se como franco argilo-arenoso com as respectivas propriedades: 72,8% de areia, 7,2% de silte e 20% de argila. Na segunda amostragem, é determinado como franco arenoso constituído por: 70% de areia, 12% de silte e 18% de argila (FULLIN - Laboratório de Análise Agronômica e Ambiental LTDA).

No mandiocal, consoante ao período chuvoso, o solo caracterizado como franco argilo-arenoso composto por: 54,8% de areia, 11,2% de silte e 34% de argila. Na segunda amostra, foi tipificado com como argilo arenoso formado por: 52,8% de areia, 11,2% de silte e 36% de argila (FULLIN - Laboratório de Análise Agronômica e Ambiental LTDA).

O solo das áreas estudadas foi caracterizado com maior quantidade de areia do que argila e silte. Características estas muito comuns nos solos amazônicos, o que provoca quando não manejado adequadamente uma maior erosão, maior lixiviação das bases e conseqüentemente maior perda da fertilidade (RONQUIM, 2010).

Em relação à estrutura do solo, esta é determinada pela organização das partículas em agregados, desta maneira foi caracterizada como granular, característica de solos arenosos como os da área do cultivo de mandioca e da Floresta Nativa, sendo esta particularidade observada em campo nos dois períodos de coleta. Estes dados afirmam que a textura e a estrutura do solo são fatores relevantes para plantas em crescimento, influenciando na porção de ar e de água que estas conseguem obter (MANUAL INTERNACIONAL DE FERTILIDADE DO SOLO, 1998, p.8), corroborando com as necessidades da cultura da mandioca para promover o crescimento de suas raízes naturalmente, drenagem adequada e facilidade de colheita (INSTITUTO PROTINS, 2011).

Os atributos físicos como porosidade do solo e densidade, foram determinados apenas na segunda amostragem do solo nas áreas de cultivo de mandioca e Floresta Nativa. Na área de

cultivo de mandioca foi observada uma macroporosidade de 12 % na camada de 0 a 20 cm de solo coletado, e 38 % o valor da microporosidade, totalizando 50% a porosidade total do solo. Verifica-se na área de cultivo da mandioca, um pequeno volume de macroporos na camada de 0 a 20 cm, e próximo do limite crítico restritivo para o desenvolvimento radicular das culturas, conforme apontado por Andrade e Stone (2009), de 10%. Estes resultados são corroborados por Giarola et al. (2007) e Souza et al. (2005), que indicam a redução nos macroporos, como tendo grande efeito sobre o desenvolvimento radicular das plantas por imprimir ao solo condições de baixa aeração.

Os valores encontrados, estão próximos de acordo com o sugerido como ideal para a produção agrícola, onde os autores afirmam que os solos devem apresentar porosidade total próxima a 50% e uma distribuição percentual de 34% de macroporos e 66% de microporos (ANDRADE; STONE, 2009). Kiehl (1979) afirma que, idealmente, um solo deve possuir 50% do seu volume ocupado por poros; deste volume, 1/3 deve corresponder aos macroporos e 2/3 aos microporos, e 50% de sólidos (45% de matéria mineral e 5% de matéria orgânica), e, concordando com Brady e Weil (2002), também consideram a relação micro/macroporos ideal para as culturas agrícolas em 2:1 . Os baixos valores de macroporosidade e altos valores na relação micro/macroporos implicam em uma aeração deficiente do solo, o que pode prejudicar o desenvolvimento das culturas. Os macroporos estão relacionados com processos vitais para as raízes das plantas, tais como respiração, devendo, portanto, serem manejados visando à sua manutenção e preservação (AITA et al., 2006).

A redução da macroporosidade em sistemas de produção agrícola tende a refletir negativamente, diminuindo a porosidade total e aumentando a densidade de solo (REICHERT et al, 2003).

Na área de floresta nativa a porosidade total foi de 63%, sendo a macroporosidade de 10% e a microporosidade de 53%. Segundo Reichert et al. (2007), solos em áreas florestais tendem a concentrar e manter a umidade do solo estável devido ao sombreamento e ao acúmulo de matéria orgânica da serrapilheira proveniente das árvores. Vale ressaltar que a porosidade total do solo é inversamente proporcional à densidade (TORMENA et al., 2002) e que, desta forma, os valores de Pt (porosidade total) maiores em proximidade à superfície do solo, geralmente são encontrados em áreas sob floresta nativa (JAKELAITIS et al., 2008; LUCIANO et al., 2010). Os valores de Pt encontrados podem ser considerados elevados, porém esta é uma característica comum aos Latossolos, devido à sua formação de agregados.

Cabe destacar que limitações relacionadas à porosidade de aeração são raras, exceto em casos de compactação severa, excesso de umidade e elevado teor de argila (LEÃO et al., 2004), o que não ocorre no solo da área estudada pois a sua textura predominante é arenosa.

Para a variável macroporosidade, ambas as áreas avaliadas apresentaram condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas, devido a todos os valores se apresentarem acima de 10 % o qual é definido como limitante ao crescimento radicular, (DEXTER, 1988); a redução dos macroporos abaixo deste valor pode restringir a transmissão de água e nutrientes através da zona radicular (BEVAN, 1980).

Em relação a densidade do solo, também foi avaliado apenas na segunda amostragem de solo de 0-20 cm de profundidade, sendo que o valor encontrado na área do cultivo de mandioca foi de $1,007 \text{ g cm}^3$, e na área da Floresta Nativa foi de $0,83 \text{ g cm}^3$. Estes valores podem ser considerados ideais, visto que a densidade média do solo pode ser considerada elevada e limitar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas com densidade acima de $1,75 \text{ g cm}^3$, segundo Reichert et al. (2003). Como a densidade de solo é uma característica considerada na avaliação do estado estrutural do solo devido à correlação desse atributo com a sua compactação é importante ressaltar a necessidade de acompanhamento para os próximos ciclos de cultivo da mandioca, pois Albuquerque et al. (1995), Costa et al. (2003) e Bertol et al. (2004), atribuíram a diminuição da densidade de solo à melhoria na qualidade física do solo decorrente possivelmente do acúmulo de matéria orgânica, da atividade da fauna edáfica e de raízes, as quais atuam na formação de canais (ou bioporos), características estas já observadas na área de estudo.

Assim, a avaliação dos atributos físicos permite afirmar que não houve ocorrência de severa compactação de solo na área de cultivo de mandioca com preparo convencional, podendo ser atribuído a textura do solo.

4.1.2 Qualidade biológica

Na roça de mandioca e na Floresta Nativa, foram caracterizadas sete (7) espécies de FMAs. A espécie *Glomus manihots* apareceu apenas no cultivo de mandioca. Os indivíduos de maior frequência foram os gêneros *Glomus*, e os de menor foram *Acaulospora* seguida da espécie não identificada (Tabela 3).

Tabela 3. Número de esporos e gêneros de FMAs em 50 mL das amostras de solos coletadas nos sistemas de roça de mandioca e Floresta Nativa (Média de 15 repetições). Vila de Umarizal – Baião/PA.

ESPÉCIES	ROÇA DE MANDIOCA	FLORESTA NATIVA	GÊNEROS
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	0 Db	1 Da	<i>Acaulospora</i> <i>Gigaspora</i> <i>Glomus</i> <i>Scutelospora</i> Não identificada
<i>Gigaspora margarita</i>	0 Db	32 Ca	
<i>Glomus clarum</i>	25 Ca	17 Bb	
<i>Glomus etunicatum</i>	18 Bb	180 Aa	
<i>Glomus manihots</i>	73 Aa	0 Db	
<i>Scutellospora heterogama</i>	10 Ab	80 Da	
Não identificada	0 Db	1 Da	

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo método de Tukey (5%) de probabilidade

A elevada frequência do gênero *Glomus* confirma que o gênero possui vasta distribuição na zona tropical incluindo os agroecossistemas (SILVA-JÚNIOR, 2004). As associações micorrízicas sofrem influência do solo e da espécie vegetal hospedeira, conseguindo altos níveis de esporulação e colonização quando o solo apresenta baixa fertilidade e condições de estresse, o que pode justificar a alta frequência dos FMAs no sistema de cultivo da mandioca implantado através do corte e queima.

Estes dados corroboram com os encontrados Hentz et al. (2011), onde as mesmas espécies e gêneros foram encontradas no Projeto de Assentamento Araras na região sudeste do Pará.

Observa-se também uma maior quantidade de esporos na Floresta Nativa, características da maior diversidade de espécies vegetais presentes na área.

A qualidade biológica do solo na área de cultivo da mandioca pode ser considerada satisfatória, pois a presença de esporos de fungos micorrízicos arbusculares, em grande quantidade e a diversidade de espécies, leva a supor que o solo da área encontra-se em condições ainda favoráveis de fertilidade.

5. CONCLUSÃO

Diante do exposto, pode-se afirmar que a ação antropogênica através do corte e queima, ao implantar o primeiro cultivo de mandioca em área nativa, foi capaz de interferir nos atributos

físicos, químicos e biológicos de forma negativa, mesmo em um curto período de avaliação, portanto, há a necessidade de adotar práticas conservacionistas futuras a fim de evitar a degradação devido a sua fragilidade natural.

Ademais, a diversidade biológica do solo em área de floresta é maior do que na área de monocultivo de mandioca após a introdução da cultura, devido à diversidade de espécies vegetais e maior quantidade de matéria orgânica.

6. REFERÊNCIAS

AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Plantas de cobertura de solo em sistemas agrícolas. In: ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). Manejo de sistemas agrícolas: Impacto no sequestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa. Porto Alegre: **Gênesis**, 2006. p.59-80.

ALBUQUERQUE, J. A. A. de; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A. da; SEDIYAMA, C. S.; ALVES, J. M. A.; A. NETO, FRANCISCO de. Caracterização Morfológica e Agronômica de Clones de Mandioca Cultivados no Estado de Roraima. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v.4, n.4, p.388-394, out.-dez., 2009 Recife, PE, UFRPE.

ALENCAR, A.; NEPSTAD, N; MCGRATH, D; MOUTINHO, P; PACHECO, P; DIAZ, M.D.C. V e FILHO, B. S. **Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica**. Manaus, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), 2004, 89 p.

ALVARENGA, M.I.N.; DAVIDE, A.C. Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agrossistemas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 933-942, 1999.

ALVES, A. A. C. Cassava botany and physiology. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. **Cassava: Biology, production and utilization**. Oxon: CABI Publishing, 2002, p.67-89.

ALVES, A. A. C. **Fisiologia da mandioca**. In: Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap.7, p.138-169.

ALVES, R. N. B. A importância da matéria orgânica nos solos tropicais. **Portal EcoDebate**, Publicado em outubro 20, 2014 por Redação. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1009576/1/importancia.pdf>

ALVES, R.N.B. et al. O Trio da Produtividade na Cultura da Mandioca: Estudo de caso de adoção de tecnologias na região no Baixo Tocantins, estado do Pará. In: CONGRESSO DA ABIPTI, 2008. **Anais...**Campina Grande PB, ABIPTI, junho, 2008. 1.CD-ROM.

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F. Índice S como indicador da qualidade física de solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, V.13, n.4, p.382-388, 2009.

ARATANI, R. G.; FREDDI, O. da S.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I. Qualidade física de um Latossolo Vermelho acriférico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.677-687, 2009.

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.7-18.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica**. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Gênese, 1999. p.9-26.

BERTOL, I.; ALMEIDA, J.A.; ALMEIDA, E.X.; KURTZ, C. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem de Capim Elefante-Anão cv. Mott. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 2000; 35(5): 1047-1054. [http:// dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000500024](http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000500024).

BEVAN, K. The grandon underwood field drainage experiment. **Institute of Hidrology Report** 1980; 65: 30.

BRADY, N. C.; WEILL, R. Y. **The nature and properties of soils**. 13^a edição. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 958p.

BROOKES, P.C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biol. Fert. Soils**, 19:269-279, 1995.

CÂMARA, G. M. S.; GODOY, O. P. I. Desempenho vegetativo e produtivo de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) a partir de manivas com diferentes diâmetros. **Scientia Agricola**, v.55, p. 326-333, 1998.

CARDOSO, E. L. Soil chemical and physical quality under natural tree vegetation and pasture in the Pantanal wetlands, South of Mato Grosso, Brazil. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 613-622, Apr. 2011.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S.; ZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, 33:147-157, 2009.

CARVALHO, J. E.; FUKUDA, W. M. G. Estrutura da planta e morfologia. In: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap.6, p.126-137.

CERETTA, C. A.; AITA, C. **Manejo e Conservação Do Solo**. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais. Agricultura Familiar e Sustentabilidade. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/16180/Curso_Agric-Famil-Sustent_Manejo-Conservacao-Solo.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Acesso em: 18 out. 2019.

CHERUBIN, M. R.; EITELWEIN, M. T.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S. W.; SILVA, R. F.; SILVA, V.R.; BASSO, C.J. Qualidade física, química e biológica de um Latossolo com diferentes manejos e fertilizantes. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 39, p. 615-625, 2015.

CLIMATE-DATA.ORG. <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/para/baiao-1006086/?amp=true>. Acesso em: 16 dez. 2019.

CORRÊA, R. M.; FREIRE, M. B. G. DOS S.; FERREIRA, R. L. C.; FREIRE, F. J.; PESSOA, L. G. M.; MIRANDA, M. A.; MELO, D. V. M. Atributos químicos de solos sob diferentes usos

em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.305-314, 2009.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 323-332, 2008.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **R. Bras. Ci. Solo**, 27:527-535, 2003.

CRAVO, VIÉGAS E BRASIL Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental**. 1. ed. Belém, PA, 2007.

CUNHA, E.Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 603-611, 2011.

DE MELO JÚNIOR, H. B.; DE CAMARGO, R.; WENDLING, B. Sistema de plantio direto na conservação do solo e água e recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, vol.7, N.12, 2011.

DENICH, M.; KANASHIRO, M.; VLEK, P. L. G. **The potential and dynamics of carbon sequestration in traditional and modified fallow systems of the Eastern Amazon region, Brazil**. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; STEWART, B. A. (Ed.) *Global climate change and tropical ecosystems*. Boca Raton: CRC, 1999. p. 213-229.

DEXTER, A.R. Advances in characterization of soil structure. *Soil & Tillage Research* 1988; 11(3-4): 199-238. [http:// dx.doi.org/10.1016/0167-1987\(88\)90002-5](http://dx.doi.org/10.1016/0167-1987(88)90002-5).

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

EMBRAPA. Alternativas ao uso do fogo na agricultura e as etapas para planejamento de uma queimada controlada, 2015.

FALESI, I. C. **Solos da rodovia transamazônica**. Belém: IPEAN, 1972. 153 p. (IPEAN. Boletim Técnico, 55).

FUKUDA, C.; OTSUBO, A. A. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cultivo da mandioca na região centro-sul do Brasil. [S. l.], jan, 2003.

GOEDERT, W. J. Qualidade do solo em sistemas de produção agrícola. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30, 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBCS, 2005. p.1-20.

GOMIDE, P. SILVA, M. SOARES, C. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em ambientes de voçorocas no município de Lavras-MG. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 35, p. 567-577, 2011.

GUSMAO et al. Análise cartográfica da concentração do cultivo de mandioca no estado do Pará, Amazônia brasileira. **Geografia, Ensino e Pesquisa**, v.20, n.3, p.51-62, 2016.

- HAQUE, M.R.; BRADBURY, J.H. Total cyanide determination of plants and foods using the picrate and acid hydrolysis methods. **Food Chemistry**, v.77, p.101-114, 2002.
- HENTZ, A. M.; OLIVEIRA, G. F DE; SBRUZZI, E. K.; MUMBACH, G. L.; BONFADA, B. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23; p. 2016.
- HOLSCHER, D.; MOLLER, M. R. F.; DENICH, M.; FOLSTER, H. Nutrient input-output budget of shifting agriculture in Eastern Amazonia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 47, p. 49-57, 1997.
- HURTIENNE, T. Agricultura familiar e desenvolvimento sustentável na Amazônia., **Novos cadernos NAEA**. v. 8, n. 1 - p. 019-071 junho. 2005.
- INSTITUTO PROTINS. **Mandioca - Clima e Solo**. <http://protinsto.blogspot.com/2011/04/mandioca-clima-e-solo.html>. Acesso em: 14 dez. 2019.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A; SANTOS, J.B.; VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagem e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 2008; 38(2): 118-127.
- JANSEN, S.; SMETS, E.; HARIDASAN, M. **Aluminum accumulation in flowering plants**. In: BLUMEL, D. D.; RAPPAPORT, A. (Ed). Mc-Graw Hill Yearbook of Science and Technology. New York: McGraw-Hill, 2003. p. 11-13.
- KARA, Ö.; BOLAT, I. Soil microbial biomass C and N changes in relation to forest conversion in the northwestern Turkey. *Land Degradation & Development*, **Chichester**, v. 19, n. 4, p. 421–428, 2008.
- KEATING, B. A.; EVENSON, J. P.; FUKAI, S. Environmental effects in growth and development of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). I. Crop development. **Field Crops Research**, v.5, p.271-281, 1982.
- KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia: relação solo-planta**. Piracicaba: Ceres, 1979. 262p.
- LE TOURNEAU, F-M; BURSZTYN, M. Assentamentos rurais na Amazônia: contradições entre a política agrária e a política ambiental. **Ambiente & Sociedade**, v. 13, n. 1, p. 111-130, 2010.
- LEMOS, R.C., SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solos no campo. 3º edição. Campinas: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**,1996.
- LIMA, A. C. R.; BRUSSAARD, L.; TOTOLA, M. R.; HOOGMOEDD, W. B.; GOEDE, R. G. M. A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. **Applied Soil Ecology**, v. 64, p. 194–200, 2013.
- Luciano RV, Bertol I, Barbosa FT, Kurtz C, Fayd JA. Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparado a mata natural, num Cambissolo Háplico. **Revista de Ciências Agrovetetárias** 2010; 9(1): 9-19.
- MAIA, C. E. Qualidade ambiental em solo com diferentes ciclos de cultivo do meloeiro irrigado. **Ciência Rural**, v. 43, p. 603-609, 2013.
- MANUAL INTERNACIONAL DE FERTILIDADE DO SOLO.Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes. - - 2 ed., rev. e ampl. - - Piracicaba : POTAFOS, 1998.

MAPAS DE SOLOS E DE APTIDÃO AGRÍCOLA DAS ÁREAS ALTERADAS DO PARÁ. **Embrapa Amazônia Oriental**, 2016. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147241/1/MapasSolosPara.pdf>

MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W.J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesq. Agropec. Bras.**, 35:1177-1182, 2000.

MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W.J. de. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo da mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1177-82, 2000. DOI: 10.1590/S0100-204X000000600014.

MARCON, J. L.; MENIN, M.; ARAÚJO, M. G. P.; HRBEK, T. **Biodiversidade Amazônica: caracterização, ecologia e consevação**. Manaus: Edua, 2012. 372 p.: il.; 16x23 cm. ISBN 978-85-7401-687-0

MATTHEWS, R. B.; HUNT, L. A. Gumcas: a model describing the growth of cassava (*Manihot esculenta* L. Crantz. **Field Crops Research**, v.36, p.69-84, 1994.

MATTOS, P.L.P.; CARDOSO, E.M.R. **Cultivo da mandioca para o Estado do Pará**. Jan. 2003. Embrapa Amazônia Oriental. Sistemas de Produção, 13. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_plantao.htm>. Acesso em: 05 dez. 2018.

MELO, V. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; UCHÔA, S. C. P. Indian land use in the Raposa–Serra do Sol Reserve, Roraima, Amazonia, Brazil. Physical and chemical attributes of a soil developed from mafic rocks under shifting cultivation, **Catena**, v. 80, p. 95-105, 2010.

MELO, V. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FONTES, L. E. F.; CHAGAS, A. C.; LEMOS JÚNIOR, J. B.; ANDRADE, R. P. de. Caracterização física, química e mineralógica de solos da colônia agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia), sob diferentes usos e após queima. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:1039-1050, 2006.

MENDES, I. C.; FERNANDES, M. F.; CHAER, G. M.; REIS JUNIOR, F.B. dos. Biological functioning of Brazilian Cerrado soils under different vegetation types. **Plant and Soil**, v. 359, p. 183–195, 2012.

MOUTINHO, P. **Coalizão empresas pelo clima**, 2009. Disponível em: www.fbds.org.br/cop15/FBDS_DesmatamentoAmazonia.pdf. Aesso em 06 dez. 2018.

NUNES, L. A. P. L. et al. Atributos físicos do solo em área de monocultivo de cafeeiro na Zona da Mata de Minas Gerais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 71-78, 2010.

OLIVEIRA NETO, M.B. de; SILVA, M. S. L. da. **Árvore do Conhecimento**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CON_T000gt7eon7j02wx7ha087apz21f7726p.html. Acesso em: 11 nov. 2019.

OLIVEIRA, C. M. de; NAPPO, M. E.; PASSOS, R. R.; MENDONÇA, A. R. de. Comparação entre atributos físicos e químicos de solo sob floresta e pastagem. **REVISTA CIENTÍFICA ELETÔNICA DE ENGENHARIA FLORESTAL**. Ano VII – Número 12 – Agosto de 2008 – Periódicos Semestral.

- OLIVEIRA, J. S. R.; KATO, O. R.; OLIVEIRA, T. F.; QUEIRÓZ, J.; CARDOSO, R. Agricultura familiar e safs: produção com conservação na Amazônia Oriental, nordeste paraense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO. Agricultura familiar, políticas públicas e inclusão social. 2007. **Anais**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007.
- OLLINGER, S. V.; SMITH, M. L.; MARTIN, M. E.; HALLET, R. A.; GOODALE, C. L.; ABER, J. D. Regional variation in foliar chemistry and N cycling among forests of diverse history and composition. *Ecology*, Washington, v. 83, n. 2, p. 339–355, 2002. **Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS**. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 18. ed. São Paulo: Nobel, 2006. 549 p.
- REGO, A. K. C.; KATO, O. R. Agricultura de corte e queima e alternativas agroecológicas na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA** • v. 20 n. 3 • p. 203-224 • set-dez 2017.
- REICHERT, J. M., SUZUKI, L.; REINERT, D. J. Compactação de solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos limites críticos e mitigação. In: Ceretta CA, Silva LS, Reichert JM. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2007. vol. 5, p. 49-134.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- RODRIGUES, A. B. C.; SCARAMUZZA, W. L. M. P., SCARAMUZZA F., J.; ROCHA, F. Atributos Químicos em Solo sob Flor esta Nativa e Capoeira. **UNICiências**, v.14, n.1, 2010.
- RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p.: il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).
- SANCHEZ, R. B. et al. Variabilidade espacial de propriedades de Latossolo e da produção de café em diferentes superfícies geomórficas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 489-495, 2005.
- SILVA, A. L. F. da. **Atributos químicos e biológicos no solo do uso de compostagem da casca de mandioca**. Rio Branco: UFAC, 2010. 98f.
- SILVA, A. S. da; NETO, J. R.; DUARTE, V. M.; GARBUIO, F. Atributos químicos do solo e produtividade de mandioca em função da calagem, adubação orgânica e potássica. **2º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense –SICT-Sul**, 2013.
- 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. **Pesq. Agropec. Bras.**, 42:1755-1761, 2007.
- SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; ZUCOLOTO, M. Distribuição espacial das frações granulométricas em um Latossolo Vermelho amarelo utilizando krigagem indicativa. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 195-202, 2011.
- SILVA, S. B. e. **Análise de Solos Para Ciências Agrária**. 2. ed. - Belém:Universidade Federal Rural da Amazônia, 2018.

TIECHER, T. Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Org. Tales Tiecher. – Porto Alegre : **UFRGS**, 2016.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S; GONÇALVES, C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Revista Scientia Agricola** 2002; 59(4): 795-801. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162002000400026>.

TSUI, C. C.; CHEN, Z. S.; HSIEH, C. F. Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. **Geoderma**, Amsterdam, v. 123, n. 1-2, p.131–142, 2004.

VELHO, O. G. *Frentes de Expansão e Estrutura Agrária*. Rio de Janeiro: Zahar, 1972.

VEZZANI, F. M; MIELNICZUK, J. **O solo como um sistema**. Curitiba. Ed. 104p. 2011.

WADT, P. G. S; SOUZA, C. B. da C. de; ANJOS, L. H. C. dos; PEREIRA, M. G; SILVA, L. M. A Aptidão agrícola das terras aplicadas em pequenos estabelecimentos rurais do sudoeste amazônico. **Embrapa Acre-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2014.

ZANINETTI, R. A.; MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Amarelo na conversão de floresta primária para seringueiras na Amazônia. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.51, n.9, p.1061-1068, set. 2016.

7. ANEXOS

ANEXO A: Resultado da análise química da 1ª amostra

FULLIN - LABORATÓRIO DE ANÁLISE AGRONÔMICA E AMBIENTAL LTDA

Av. Samuel Batista Cruz, 1099 - Centro
CEP: 29000-100 Linhares - ES CNPJ: 03.190.851/0001-78
Telefone: (27) 3371-3450 - E-mail: atendimento@fullin.com.br



ANÁLISE QUÍMICA DE SOLOS

CLIENTE: Camilã da C do Melo
ENDEREÇO: Av. 16 de Novembro 594 ap 601
MUNICÍPIO: Bolão-PA
PROPRIEDADE:

CULTURA:
TELEFONE: 94-98181-7905
FAX:
DATA ENTRADA: 19/03/2019

PARÂMETRO ANALISADO	UNID.	RESULTADO DA ANÁLISE		
		Passar 1 Rede Grossa 02191344	Passar 2 Rede Fina 02191342	Métodos 02191346
Fósforo Mehlich 1/	mg/dm ³	3	2	2
Fósforo Remanescente 2/	mg/L	-	-	-
Fósforo Resina	mg/dm ³	-	-	-
Potássio (K) 1/	mg/dm ³	35	27	24
Enxofre (S) 3/	mg/dm ³	5	4	5
Cálcio (Ca) 4/	cmol d/dm ³	0,8	0,7	1,1
Magnésio (Mg) 4/	cmol d/dm ³	0,2	0,3	0,2
Alumínio (Al) 4/	cmol d/dm ³	1,6	0,6	1,0
H-Al 5/	cmol d/dm ³	8,8	5,8	8,0
pH em H ₂ O 6/	-	4,7	4,9	4,8
pH em CaCl ₂ 7/	-	-	-	-
pH SMP 8/	-	-	-	-
Matéria Orgânica 9/	dag/kg	-	-	-
Ferro (Fe) 1/	mg/dm ³	460	314	309
Zinco (Zn) 1/	mg/dm ³	1,0	0,6	0,5
Cobalto (Co) 1/	mg/dm ³	0,8	0,6	0,4
Manganês (Mn) 1/	mg/dm ³	6	10	16
Boro (B) 9/	mg/dm ³	0,77	0,69	0,57
Sódio (Na) 1/	mg/dm ³	5,0	4,0	5,0
Cloro (Cl) 10/	mg/dm ³	-	-	-
Relação Ca/Mg	-	4,0	2,3	5,5
Relação Ca/K	-	8,9	10,1	17,9
Relação Mg/K	-	2,2	4,3	3,3
Sat. Ca na CTC (T)	%	8,1	10,2	11,8
Sat. Mg na CTC (T)	%	2,0	4,4	2,1
Sat. K na CTC (T)	%	0,9	1,0	0,7
Índice saturação Na	%	0,2	0,2	0,2
Soma de Bases (SB)	cmol d/dm ³	1,1	1,1	1,4
CTC relativa (t)	cmol d/dm ³	2,7	1,7	2,4
CTC a pH 7,0 (T)	cmol d/dm ³	9,9	6,9	9,4
Sat. Alumínio (m)	%	59	36	42
Saturação de bases	%	11,2	15,8	14,7

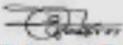
1/ Titulação: HCl 0,05 mol/L + H₂SO₄ 0,025 mol/L
2/ P na solução de equilíbrio, obtido com CaCl₂ 10mm/L
3/ Titulação: Ca(OH)₂ 0,01 mol/L
4/ Titulação: KCl 1mol/L
5/ Solução Tampão SMP
6/ pH em H₂O ± 2,5
7/ pH em CaCl₂ 0,01 mol/L
8/ Quidação: Na₂Cr₂O₇ 25g/0 + 4 mol/L H₂SO₄ 10 mol/L
9/ Titulação: BaCl₂ 25g/0 0,102N.
10/ Titulação: HCl 1,5
- Análise não solicitada

Atenção: para verificar os níveis de referência de alguns dos resultados acima, consulte a página em anexo

Mensagem ao Cliente FULLIN:

- A análise depende da qualidade da amostragem;
- A alteração individual deste documento estará sujeita à ação judicial;
- A FULLIN é uma empresa CERTIFICADA, conforme Norma 9001:2015.

Linhares-ES, 28/03/2019


Eli Antônio Fullin
Eng. Agrônomo CREA: 37'06 D/ES
MSc. Solo e Nutrição de Plantas

ANEXO B: Resultado da análise física da 1ª amostra



LABORATÓRIO DE ANÁLISE AGRONÔMICA E AMBIENTAL

Avenida: Samuel Batista Cruz, 1.099 - Centro - Linhares-ES

CEP: 29.900-100 CNPJ: 03.190.861/0001-78

Telefax: (27) 3371-3460 E-mail: atendimento@fullin.com.brSite: www.fullin.com.brRESULTADO DE ANÁLISE FÍSICA DE SOLOS ^{1/}

Cliente: Camile da C de Melo

Endereço: Av. 16 de Novembro 594 ap 601

Município: Belém - PA

Propriedade:

Cultura: -

Telefone: 94-98181-7905

Fax: -

Data de entrada: 19/03/2019

CÓDIGO	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	DENSIDADE		ARGILA DISPERSA ⁴	UMIDADE ATUAL ³	GRANULOMETRIA						CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL ⁴		
		REAL	APARENTE			A areia muito grossa	A areia grossa	A areia média	A areia fina	A areia muito fina	A areia total		Silte	Argila ⁴
		--- g/cm ³ ---		--- g/kg ---	--- % ---	g/kg								
03191544	Procur.1 Parte Baixa	-	-	-	-	-	136	-	366	-	502	278	220	Franco Argilo-Arenoso
03191545	Procur.2 Parte Alta	-	-	-	-	-	440	-	288	-	728	72	200	Franco Argilo-Arenoso
03191546	Mensura	-	-	-	-	-	270	-	278	-	548	112	340	Franco Argilo-Arenoso

^{1/} Metodologia conforme EMBRAPA (1997) e IAC - Boletim Técnico 106 (2009);^{2/} Argila: Método do densímetro;^{3/} Umidade a 105-110°C;^{4/} Classificação textural de acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo;

Tamanho das partículas: Areia Muito Grossa (2,00 a 1,00 mm), Areia Grossa (1,00 a 0,50 mm), Areia Média (0,50 a 0,250 ou 0,250 mm), Areia Fina (0,250 ou 0,250 a 0,105 ou 0,106 mm), Areia Muito Fina (0,105 ou 0,106 a 0,053 mm), Areia Total (2,00 a 0,053 mm), Silte (0,053 a 0,002 mm) e Argila (< 0,002 mm);

Equivalência entre unidades: g/kg = % x 10.

Mensagem ao cliente:

- A FULLIN é uma empresa com CERTIFICAÇÃO da Qualidade;

- A alteração indevida deste documento estará sujeita a ação Judicial;

- Visite o site da FULLIN: www.fullin.com.br

Linhares-ES, 27/03/2019

Eli Antonio Fullin
Engenheiro Agrônomo
MSc. Solos e Nutrição de Plantas
CREA 3706 D/ES

ANEXO C: Resultado da análise química da 2ª amostra

FULLIN - LABORATÓRIO DE ANÁLISE AGRONÔMICA
E AMBIENTAL LTDA

Av. Samuel Batista Cruz, 1099 - Centro
CEP: 29000-100 Linhares - ES CNPJ: 03.190.851/0001-78
Telefone: (27) 3371-3450 - E-mail: atendimento@fullin.com.br



ANÁLISE QUÍMICA DE SOLOS

CLIENTE: Camilo da C. do Molo
ENDEREÇO: Zona Rural
MUNICÍPIO: Medianeira-PA
PROPRIEDADE: Fazenda Monozes

CULTURA: Mandioca
TELEFONE
FAX:
DATA ENTRADA: 27/08/2019

PARÂMETRO ANALISADO	UNID.	RESULTADO DA ANÁLISE				
		Amostra	1	2	3	4
Fósforo Mehlich 1/	mg/dm ³	2				
Fósforo Remanescente 2/	mg/L	-				
Fósforo Resina	mg/dm ³	-				
Potássio (K) 1/	mg/dm ³	21				
Enxofre (S) 3/	mg/dm ³	5				
Cálcio (Ca) 4/	cmol c/dm ³	1,9				
Magnésio (Mg) 4/	cmol c/dm ³	0,4				
Alumínio (Al) 4/	cmol c/dm ³	0,3				
H+Al 5/	cmol c/dm ³	5,5				
pH em H ₂ O 6/	-	5,4				
pH em CaCl ₂ 7/	-	-				
pH SMP 8/	-	-				
Matéria Orgânica 9/	dag/kg	2,5				
Ferro (Fe) 1/	mg/dm ³	420				
Zinco (Zn) 1/	mg/dm ³	0,2				
Cobre (Cu) 1/	mg/dm ³	0,1				
Manganês (Mn) 1/	mg/dm ³	16				
Boro (B) 9/	mg/dm ³	0,58				
Sódio (Na) 1/	mg/dm ³	6,0				
Cloro (Cl) 10/	mg/dm ³	-				
Relação Ca/Mg	-	4,8				
Relação Ca/K	-	35,3				
Relação Mg/K	-	7,4				
Sat. Ca na CTC (T)	%	24,2				
Sat. Mg na CTC (T)	%	5,1				
Sat. K na CTC (T)	%	0,7				
Índice saturação Na	%	0,3				
Soma de Bases (SB)	cmol c/dm ³	2,4				
CTC relativa (t)	cmol c/dm ³	2,7				
CTC a pH 7,0 (T)	cmol c/dm ³	7,9				
Sat. Alumínio (m)	%	11				
Saturação de bases	%	30,2				

1/ Titulação: HCl 0,05 mol/L + H₂SO₄ 0,025 mol/L.

2/ P na solução de equilíbrio, obtido com CaCl₂ 10mm/L.

3/ Titulação: Ca(OH)₂ 0,01 mol/L.

4/ Titulação: KCl 1mol/L.

5/ Solução Tampão SMP

6/ pH em H₂O 1:2,5

7/ pH em CaCl₂ 0,01 mol/L.

8/ Oxidação: Na₂O₂/Zn 25/50 + 4 mol/L H₂SO₄ 10 mol/L.

9/ Titulação: BaCl₂ 25/50 0,125N.

10/ Titulação: I₂O 1:5

- Análise não solicitada

Atenção: para verificar os níveis de referência de alguns dos resultados acima, consulte a página em anexo

Mensagem ao Cliente FULLIN:

- A análise depende da qualidade da amostragem;
- A alteração indevida deste documento estará sujeita à ação judicial;
- A FULLIN é uma empresa CERTIFICADA, conforme Norma ISO 9001:2015.

Linhares-ES, 06/09/2019

Eli Antônio Fullin
Eng. Agrônomo CREA: 37.06 D/ES
MSc. Solo e Nutrição de Plantas

**FULLIN - LABORATÓRIO DE ANÁLISE AGRONÔMICA
E AMBIENTAL LTDA**

Av. Samuel Batista Cruz, 1099 - Centro
CEP: 29900-100 Linhares - ES CNPJ: 03.190.851/0001-78
Telefax: (27) 3371-3460 - E-mail: atendimto@fullin.com.br


ANÁLISE QUÍMICA DE SOLOS

CLIENTE: Camilo da C. do Molo.
ENDEREÇO: Zona Rural
MUNICÍPIO: Modicilândia-PA
PROPRIEDADE: Fazenda Floresta Nativa

CULTURA:
TELEFONE:
FAX:
DATA ENTRADA: 27/08/2019

PARÂMETRO ANALISADO	UNID.	RESULTADO DA ANÁLISE			
		Pede Alta cmsoCaC	Pede Baixa cmsoCaC		
Fósforo Mehlich 1/	mg/dm ³	5	2		
Fósforo Remanescente 2/	mg/L	-	-		
Fósforo Resina	mg/dm ³	-	-		
Potássio (K) 1/	mg/dm ³	25	27		
Enxofre (S) 3/	mg/dm ³	5	4		
Cálcio (Ca) 4/	cmol c/dm ³	0,8	0,5		
Magnésio (Mg) 4/	cmol c/dm ³	0,2	0,2		
Alumínio (Al) 4/	cmol c/dm ³	1,0	1,6		
H+Al 5/	cmol c/dm ³	6,4	7,5		
pH em H ₂ O 6/	-	4,8	4,7		
pH em CaCl ₂ 7/	-	-	-		
pH SMP 8/	-	-	-		
Matéria Orgânica 9/	dag/kg	2,1	2,5		
Ferro (Fe) 1/	mg/dm ³	371	591		
Zinco (Zn) 1/	mg/dm ³	0,1	0,2		
Cobalto (Co) 1/	mg/dm ³	0,1	0,5		
Manganês (Mn) 1/	mg/dm ³	11	6		
Boro (B) 9/	mg/dm ³	0,54	0,60		
Sódio (Na) 1/	mg/dm ³	5,0	6,0		
Cloro (Cl) 10/	mg/dm ³	-	-		
Relação Ca/Mg	-	4,0	2,5		
Relação Ca/K	-	12,5	7,2		
Relação Mg/K	-	3,1	2,9		
Sat. Ca na CTC (T)	%	10,7	6,0		
Sat. Mg na CTC (T)	%	2,7	2,4		
Sat. K na CTC (T)	%	0,9	0,8		
Índice saturação Na	%	0,3	0,3		
Soma de Bases (SB)	cmol c/dm ³	1,1	0,8		
CTC relativa (t)	cmol c/dm ³	2,1	2,4		
CTC a pH 7,0 (T)	cmol c/dm ³	7,5	8,3		
Sat. Alumínio (m)	%	48	68		
Saturação de bases	%	14,5	9,6		

1/ Extração: HCl 0,05 mol/L + H₂SO₄ 0,025 mol/L.

2/ P na solução de equilíbrio, obtido com CaCl₂ 10mm/L.

3/ Extração: Ca(OH)₂ 0,01 mol/L.

4/ Extração: HCl 1mol/L.

5/ Solução Tampão SMP

6/ pH em H₂O ± 2,5

7/ pH em CaCl₂ 0,01 mol/L.

8/ Calibração: Na₂CO₃ 2500 + 4 mol/L H₂SO₄ 10 mol/L.

9/ Extração: BaCl₂ 2500 0,125%

10/ Extração: 100 1:5

- Análise não solicitada

Atenção: para verificar os níveis de referência de alguns dos resultados acima, consulte a página em anexo

Mensagem ao Cliente FULLIN:

- A análise depende da qualidade da amostragem;

- A alteração individual deste documento estará sujeita à ação judicial;

- A FULLIN é uma empresa CERTIFICADA, conforme Norma 9001:2015.

Linhares-ES, 06/09/2019


Eli Antônio Fullin
Eng. Agrônomo CREA: 07.06 D/ES
MSc. Solo e Nutrição de Plantas

ANEXO E: Normas da Revista Agroecossistemas

A Revista Agroecossistemas publica artigos científicos, notas científicas/técnicas e artigos de revisão (este último quando convidados pela Equipe Editorial), submetidos em Português e Espanhol, nas seguintes áreas/subáreas:

Ciências Agrárias: Agronomia/Engenharia Agrônômica, Engenharia Agrícola, Medicina veterinária e Recursos florestais e engenharia florestal, Zootecnia

Ciências Biológicas: Botânica/Ecologia

Economia: Economias agrária e dos recursos naturais

Interdisciplinar: Meio ambiente e agrárias

Geografia: Geografia agrária

Contribuições devem ser submetidas em formato eletrônico no site da revista, após a devida efetuação do cadastro do autor correspondente. O arquivo contendo o texto com tabelas e figuras deve ser salvo no formato doc ou docx (Microsoft Word).

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

1. O tamanho máximo do arquivo deve ser 3 MB.
2. O manuscrito deve ser acompanhado de uma carta de submissão (modelo) indicando que: a) Os dados contidos no trabalho são originais e inéditos; b) que todos os autores participaram do trabalho de forma substancial e estão preparados para assumir responsabilidade pública pelo seu conteúdo; c) a contribuição apresentada a Revista não está sendo publicada, no todo ou em parte em outro veículo de divulgação. A carta de submissão deve ser anexada no sistema de submissão no site da Revista Agroecossistemas como documento suplementar.
3. Os manuscritos são aceitos em português ou espanhol. A veracidade das informações contidas no texto submetido é de responsabilidade exclusiva dos autores.
4. A extensão máxima do trabalho é de 20 (vinte) páginas para artigos e revisões, 10 (dez) para notas científicas/técnicas, incluindo referências bibliográficas, tabelas, figuras e legendas. Tabelas e figuras devem ser inseridas no texto. Uma cópia das figuras deve ser submetida em

formato eletrônico editável na página da revista (ver itens referente a figuras) como documento suplementar.

5. Artigos científicos devem seguir esta ordem: Título, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Keywords, Título em espanhol, Resumen, Palabras clave, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos (incluído apoio financeiro) e Referências. Ver modelo de Artigo para a submissão.

6. As notas científicas/técnicas são redigidas em sequência única, sem separação em tópicos; porém, devem conter: Título, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Keywords, Título em espanhol, Resumen, Palabras clave e o texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências. Ver modelo de Nota científica/técnica para a submissão.

7. Nome(s) e instituição(ões) com o endereço completo, incluindo telefone, e-mail do autor responsável pela submissão e co-autores devem ser cadastrados no sistema da revista no ato da submissão. O número máximo de autores por manuscrito é cinco; não serão permitidas alterações (remoção, inclusão e substituição) na autoria dos manuscritos após o início do processo de avaliação. Solicitações de alteração de autoria implicam em arquivamento do artigo.

8. Os manuscritos devem ser elaborados usando o editor de texto Microsoft Word de acordo com o modelo escolhido para ser submetido (artigo ou nota científica/técnica)

9. Título. Deve ser centralizado, com todas as letras maiúsculas, com exceção os nomes científicos.

10. Resumo. Com até 250 palavras ou até 150 palavras no caso de notas, deve conter de forma sucinta, o objetivo, os materiais e métodos, os resultados e as conclusões. Os nomes científicos das espécies e demais termos em latim ou em outros idiomas devem ser escritos em itálico.

11. Palavras-chave. Devem ser em número de três a cinco. Cada palavra-chave pode conter dois ou mais termos.

12. Aspectos éticos e legais. Para estudos que exigem autorizações especiais deve-se informar o número do protocolo de aprovação.

13. Introdução. Esta seção deve enfatizar o propósito do trabalho e fornecer de forma sucinta o estado do conhecimento sobre o tema em estudo. Nesta seção devem-se especificar claramente os objetivos ou hipóteses a serem testados. Não incluir resultados ou conclusões nesta seção.

14. Material e Métodos. Esta seção deve ser organizada cronologicamente e explicar os procedimentos realizados, de tal modo que outros pesquisadores possam repetir o estudo. O procedimento estatístico utilizado deve ser descrito nesta seção. Procedimentos-padrão devem ser apenas referenciados. As unidades de medidas e as suas abreviações devem seguir o Sistema Internacional e, quando necessário, deve constar uma lista com as abreviaturas utilizadas. Equipamento específico utilizado no estudo deve ser descrito (modelo, fabricante, cidade e país de fabricação). Material testemunho (amostra para referência futura) deve ser depositado em uma ou mais coleções científicas e informado no manuscrito.

15. Resultados e discussão. Os resultados devem apresentar os dados obtidos com o mínimo julgamento pessoal. Não repetir no texto toda a informação contida em tabelas e figuras. Algarismos devem estar separados de unidades. Exemplo: 22 °C e NÃO 22° C, exceto para percentagem (Exemplo: 10% e NÃO 10 %). Utilizar unidades e símbolos do sistema internacional e simbologia exponencial (Exemplo: cmol kg^{-1} em vez de meq/100g).

16. Conclusões. Este item contém a interpretação dos resultados obtidos no trabalho. Podem ser apresentadas como um tópico separado ou incluídas na seção de resultados e discussão.

17. Agradecimentos. Só incluir se necessário. Devem ser breves e concisos, contendo o motivo do agradecimento, e iniciando-se com “Ao, Aos, À ou Às” (pessoas ou instituições, incluindo apoio financeiro).

18. Referências. Pelo menos 70% das referências devem ser de artigos de periódicos científicos. As referências devem ser preferencialmente dos últimos 10 anos. Os nomes dos autores devem ser citados em ordem alfabética. As referências devem se restringir a citações que aparecem no texto. Nesta seção, o título do periódico NÃO deve ser abreviado. As referências Devem ser elaboradas de acordo com as normas da ABNT (NBR 6023), com exceção a referências com mais de três autores que devem ser todos citados na mesma.

Referências da Web e Links de referência: Os autores devem assegurar-se de que os dados fornecidos nas referências sejam corretos. Observe que os sobrenomes incorretos, os títulos de revistas/livros, o ano de publicação e a paginação podem impedir a criação de links. A URL

completa deve ser informada junto a referência consultada e a data em que a referência foi acessada pela última vez. O uso do DOI é recomendado.

Verifique os exemplos abaixo:

a) Artigos de periódicos:

MIRANDA, R. da S.; HENTZ, A. M.; MANESCHY, R. Q.; MICHELOTTI, F. Produção de vermicomposto a partir da criação de minhocas *Eisenia foetida* como alternativa de produção para agricultura familiar. **Revista da Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá**, v.3, p.90 - 95, 2011.

SILVA, M. M. L. Crimes da era digital. **Net**, Rio de Janeiro, nov. 1998. Seção Ponto de Vista. Disponível em: <http://www.brazilnet.com.br/contexts/brasilrevistas.htm>. Acesso em: 28 nov. 1998.

TEICH, D. H. A solução veio dos emergentes. **Exame**, São Paulo, ano 43, n. 9, ed. 943, p. 66-67, 20 maio 2009.

b) Dissertações e teses:

MANESCHY, R. Q. **Potencial e viabilidade econômica dos sistemas silvipastoris no Estado do Pará**, Belém, 2008. 152 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2008.

COELHO, Ana Cláudia. **Fatores determinantes de qualidade de vida física e mental em pacientes com doença pulmonar intersticial: uma análise multifatorial**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16359/000695147.pdf?sequence=1>. Acesso em: 4 set. 2009

c) Livro:

BAUMAN, Zygmunt. **Globalização: as conseqüências humanas**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1999.

GOMES, A. C.; VECHI, C. A. **Estática romântica: textos doutrinários comentados**. Tradução Maria Antonia Simões Nunes, Duílio Colombini. São Paulo: Atlas, 1992. 186 p.

HENTZ, A. M.; MANESCHY, R. Q. (Org.) **Práticas Agroecológicas: Soluções sustentáveis para a agricultura familiar na região sudeste do Pará.** Jundiaí: Paco Editorial, 2011, v.1. 330. p.

d) Capítulos de livros:

RODRIGUES, Ana Lúcia Aquilas. Aspectos éticos. In: RODRIGUES, Ana Lúcia Aquilas. **Impacto de um programa de exercícios no local de trabalho sobre o nível de atividade física e o estágio de prontidão para a mudança de comportamento.** 2009. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Experimental) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. f. 19-20.

SILVA-PAUSE, A. G., MANESCHY, R. Q., MORORÓ, D. L., ARAÚJO JÚNIOR, L. M., LISBÔA, F. M. Utilização de práticas agroecológicas para produção animal em sistemas de produção familiar. In: HENTZ, A. M.; MANESCHY, R. Q. (Org.) **Práticas Agroecológicas: Soluções sustentáveis para a agricultura familiar na região sudeste do Pará.** Jundiaí: Paco Editorial, 2011, p. 269-287.

e) Citação de fonte eletrônica:

OLIVEIRA, M. V. N. Manejo de florestal em áreas de reserva legal para pequenas propriedades rurais. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Floresta/ManejoFlorestaSustReservaLegal/>. Acesso em: 24 mai. 2008.

f) Trabalho publicado em anais de evento:

HENTZ, A. M.; NASCIMENTO, S. F.; CORRÊA, H. S.; PEREIRA F. D.; BOFF, V. F. Diversidade de Esporos de Fungos Micorrízicos Arbusculares em Ecossistemas nos Projetos de Assentamento Araras e Palmares no Sudeste Paraense, 2009. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza. **Anais [...]** Fortaleza: SBCS, 2009. CD-ROM.

CONGRESSO INTERNACIONAL DO INES, 8.; SEMINÁRIO NACIONAL DO INES, 14., 2009, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Educação de Surdos, 2009. 160 p. Tema: Múltiplos Atores e Saberes na Educação de Surdos. Inclui bibliografia.

CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPE, 4., 1996, Recife. **Anais eletrônicos [...]**. Recife: UFPE, 1996. Disponível em: <http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm>. Acesso em: 21 jan. 1997.

19. No texto, citações de referências seguem a ordem cronológica de acordo com as normas da ABNT (NBR 10520), conforme os exemplos abaixo.

a) Um autor: Michelotti (2000) ou (MICHELOTTI, 2000).

b) Dois autores: Hentz e Maneschy (2011) ou (HENTZ; MANESCHY, 2011).

c) A partir de três autores: Hentz et al. (2009) ou (HENTZ et al., 2009).

d) Citações de anos diferentes (ordem cronológica): Michelotti (2000), Hentz e Maneschy (2011) ou (MICHELOTTI, 2009; HENTZ; MANESCHY, 2011).

e) Citações no mesmo ano (ordem alfabética): Hentz et al. (2011); Hentz e Maneschy et al. (2011); ou (HENTZ et al., 2011; HENTZ; MANESCHY, 2011).

Havendo duas ou mais obras citadas do mesmo autor e ano, indicar após a data a letra - a -; para a primeira e a letra - b -; para a segunda, e assim por diante. Ex.: Hentz (2009a). Hentz (2009b).

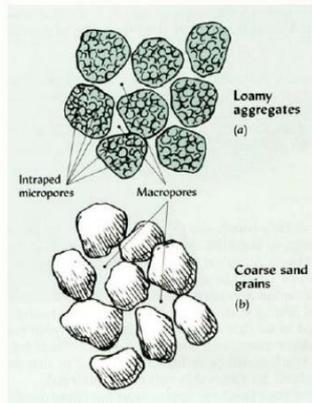
f) Sendo feita transcrição de parte de texto publicado, colocar texto reproduzido entre aspas no caso de reprodução de menos de três linhas. Quando forem mais de três linhas deve-se recuar 4 cm da margem esquerda e colocar texto em fonte menor (10 pt), sem aspas. Nos dois casos devem ser citados autores e página do texto original.

20. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A legenda da figura deve estar em posição superior a esta. Na borda da área de plotagem utilizar uma linha contínua e fina, porém NÃO usar uma linha de borda na área do gráfico. Evitar legendas na área de plotagem. Nas figuras, NÃO usar letras muito pequenas (< tamanho 10 pt), nos títulos dos eixos ou na área de plotagem. Nos eixos (verticais, horizontais) usar marcas de escala internas. NÃO usar linhas de grade horizontais ou verticais, exceto em mapas ou ilustrações similares. O significado das siglas utilizadas deve ser descrito na legenda da figura.

21. As figuras devem estar dimensionadas da seguinte forma: largura de uma coluna (8 cm) ou de uma página (17 cm) e permitir espaço para a legenda. As figuras podem ser redimensionadas durante a processo de produção para otimizar o espaço da Revista.

22. No texto, a citação das figuras deve ser com letra inicial maiúscula, na forma direta ou indireta (entre parêntesis). Exemplo: Figura 1 ou (Figura 1). Na legenda, a figura deve ser numerada seguida de hífen antes do título. Exemplo: **Figura 1** - Mapa de localização....
23. Para figuras não originais ou publicadas anteriormente, os autores devem informar a fonte utilizada.
24. As fotografias e ilustrações devem estar no formato Tiff ou Jpeg, em alta resolução (mínimo de 300 dpi). Em gráficos de dispersão ou de barras utilizar o formato Xls, Eps, Cdr, Ai ou Wmf. Cada uma das figuras inseridas no texto deve também ser carregada no sistema da Revista Agroecossistemas em arquivo separado, como um documento suplementar.
25. Serão aceitas fotografias em preto e branco, e coloridas.
26. Os autores podem ser convidados a enviar uma fotografia colorida, para ilustrar a capa da Revista. Nesse caso, não há custos para os autores e nem pagamento por parte da revista.
27. As tabelas devem ser organizadas e numeradas sequencialmente em algarismos arábicos. O número máximo de tabelas é de cinco para os artigos e de duas tabelas para as notas científicas/técnicas. A numeração e o título (breve e descritivo) devem estar em posição superior à tabela. A tabela pode ter notas de rodapé. O significado das siglas utilizadas na tabela (cabeçalhos, etc) deve ser descrito no título ou no rodapé.
28. As tabelas devem ser elaboradas em editor de texto Microsoft Word (doc ou docx) e não podem ser inseridas no texto como figura.
29. A citação no texto pode ser na forma direta ou indireta (entre parêntesis), por extenso, com a letra inicial maiúscula. Exemplo: Quadro 1 ou (Quadro 1). Na legenda, o quadro deve ser numerado seguido de hífen antes do título. Exemplo: **Quadro 1**. Dados secundários....

Porosidade



Porosidade de Solos Argilosos e Arenosos (UFRRJ, 2000).

Refere-se aos espaços vazios existentes no solo variando suas dimensões (macro e microporos);

Solos argilosos (a), apresentam grande quantidade de microporos e poucos macroporos;

Solos arenosos (b), apresentam grande quantidade de macroporos;