



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

Matheus Eduardo Souza Cardoso

**AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DOS SOLOS EM ÁREA DE ASSENTAMENTO NO
MUNICÍPIO DE MARABÁ**

MARABÁ – PA

2021



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

Matheus Eduardo Souza Cardoso

**AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DOS SOLOS EM ÁREA DE ASSENTAMENTO
NO MUNICÍPIO DE MARABÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia do Campus Universitário de Marabá, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Professor Doutor Renato Alves Teixeira

MARABÁ – PA
2021

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

Cardoso, Matheus Eduardo Souza

Avaliação da fertilidade dos solos em área de assentamento no município de Marabá / Matheus Eduardo Souza Cardoso ; orientador, Renato Alves Teixeira. — Marabá : [s. n.], 2021.

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, 2021.

1. Fertilidade do solo – Marabá (PA). 2. Levantamento do solo. 3. Solo - Qualidade. 4. Solos - Análise. 5. Assentamentos humanos. I. Teixeira, Renato Alves, orient. II. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. III. Título.

CDD: 22. ed.: 631.422098115

Elaborada por Adriana Barbosa da Costa - CRB2/994

DEDICATÓRIA

Dedico todo meu esforço e forças empregados nesse trabalho, *in memoria*, à minha mãe que sempre me encorajou e me ensinou a ser a pessoa que sou hoje, sem ela eu não estaria nessa posição.

“Mãe, obrigado! Entrei na universidade planejando esse momento do seu lado, conseguindo uma das minhas maiores metas, que era te dar orgulho, espero que de onde a senho esteja consiga ver quem você criou dando os melhores frutos”.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela oportunidade de viver esse momento único, secundamente a meu orientador Renato Alves Teixeira que se fez muito solícito a todo momento de construção do trabalho e todos os professores da FCAM que me deram embasamento durante o curso, auxiliando na construção desse futuro profissional.

Agradeço a banca avaliadora composta por Dra. Andrea Hentz de Mello e Dr. David Cardoso Dourado pela disposição em acrescentar ao trabalho.

Obrigado ao Laboratório de solos da SEAGRI, em especial a Marcilene por disponibilizarem os dados das análises de solos.

Aos meus familiares, em especial minha irmã, meus sobrinhos, meu pai, minha mãe, meu irmão e minha sogrinha, que sempre se fizeram presentes e estenderam a mão me apoiando e me dando base pra sempre permanecer em pé mesmo em momentos tão difíceis que se passaram.

Em agradecimento também aos meus amigos que sempre me deram a contribuição de felicidade essencial pra viver, em especial ao Caio, Malthus, David, Gabriel e Ruan, juntamente aos meus colegas de curso que sempre juntaram forças para superar os obstáculos e dificuldades do curso.

E por último, agradeço ao amor da minha vida Jhessica Malvina que primeiramente é um dos pilares da minha vida e me ajuda como ninguém todo o tempo que está do meu lado, ela sem dúvidas tem grande parcela nos meus sucessos e me faz um bem imensurável, obrigado por ter entrado na minha vida.

Sumário

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1. ASSENTAMENTOS DA REGIÃO DE MARABÁ.....	8
2.2. FERTILIDADE DO SOLO.....	10
2.3. PRINCIPAIS TIPOS DE SOLO DA AMAZÔNIA COM ENFOQUE NA BACIA DO RIO TOCANTINS	12
3. OBJETIVOS	14
3.1. OBJETIVO GERAL	14
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA	15
4.2. AMOSTRAGEM DO SOLO	15
4.3. ANÁLISES QUÍMICAS DO SOLO.....	16
4.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	16
4.5. CLASSIFICAÇÃO	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5.1. AVALIAÇÃO QUÍMICA DOS SOLOS DE ASSENTAMENTOS DO PARÁ.....	17
5.2. CÁLCIO	18
5.3. MAGNÉSIO.....	18
5.4. POTÁSSIO.....	19
5.5. SOMA DAS BASES	19
5.6. SATURAÇÃO POR BASES	20
5.7. CAPACIDADE DE TROCAS CATIONICAS EFETIVA	21
5.8. CAPACIDADE DE TROCAS CATIONICAS POTENCIAL.....	21
5.9. FÓSFORO.....	22
5.10. ALUMÍNIO	23
5.11. MATÉRIA ORGÂNICA	24
5.12. PH.....	25
6. CONCLUSÃO	25
7. REFERÊNCIAS	26

RESUMO

A fertilidade do solo é um dos fatores mais importantes para a produtividade agrícola. Os solos do estado do Pará apresentam sérias limitações quanto fertilidade que podem dificultar ou restringir a produção em propriedades agrícolas familiares. O objetivo foi avaliar a qualidade do solo em áreas de assentamento no município de Marabá em relação aos atributos físicos e químicos do solo. Foram coletadas 53 amostras na profundidade de 0 a 0,2 m. As amostras coletadas foram analisadas em relação aos teores trocáveis de Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+} , foram determinados também os teores disponíveis de P, a matéria orgânica (MO), o pH e o Al^{+} . De posse desses resultados foi calculado a soma de bases, saturação por bases, capacidade de troca de cátions efetiva e potencial. Os resultados mostraram teor médio de Ca classificado em faixa baixa, teores médios de Mg, Soma das Bases, Saturação por Bases, CTC efetiva, CTC potencial, P, Ale Ph classificados em faixa média e em faixa alta encontrou-se o teor médio de M.O e K. Em suma, os dados apresentados corroboram em partes com estudos das áreas do Pará, evidenciando o teor médio de Cálcio que destuou dos demais estando em classe baixa, ressaltando a necessidade de adoção de estratégias de manejo e conservação dos solos.

Palavras- Chave: Baixa fertilidade, Solos do Pará, Qualidade do solo

ABSTRACT

Soil fertility is one of the most important factors for agricultural productivity. Soils in the state of Pará have serious fertility limitations that can hinder or restrict production on family farms. The objective was to evaluate the soil quality in settlement areas in the municipality of Marabá in relation to the physical and chemical attributes of the soil. 53 samples were collected at a depth of 0 to 0.2 m. The collected samples were analyzed in relation to the exchangeable contents of Ca⁺², Mg⁺² and K⁺, the available contents of P, organic matter (OM), were also determined. pH and Al⁺. With these results, the sum of bases, base saturation, effective and potential cation exchange capacity were calculated. The results show that in general The results showed average content of Ca classified in low range, average content of Mg, sum of bases, base saturation, effective CTC, potential CTC, P, Al and Ph classified in medium range and high range the averagecontent of MO and K was found. In short, the data presented corroborate in parts with studies from the areas of Pará, showing the average content of calcium that differed fromthe others being in the lower class, highlighting the need to adopt strategies for soil management and conservation.

Keywords: Low fertility, Soils of Pará, Soil quality

1. INTRODUÇÃO

O Brasil vem passando por diversas mudanças tecnológicas agrícolas nos últimos anos, que viabilizam um aumento de produtividade e produção na agricultura. Com isso ocorre um aumento da demanda pelo consumo de produtos agrícolas e florestais e elevação da renda dos países em desenvolvimento resultaram em sucessivas pesquisas para inovações tecnológicas no campo que propiciem a melhoria da qualidade do solo, tudo isso deve ser empregado corretamente e para que isso seja possível deve-se ter estudos da fertilidade do solo.

Como resultado, a melhoria das condições do solo resultam em maiores resultados produtivos de uma parcela de área cultivada do que na expansão de mais áreas para cultivo. Para LOPES et al (2007), aumento da produtividade, em decorrência de investimentos em tecnologias mais eficientes, incluindo melhor manejo da fertilidade do solo, evitou o desmatamento do equivalente a 80 milhões de hectares. Para as pequenas propriedades as vantagens são na maioria das vezes a manutenção da fertilidade existente com poucos gastos e grande ganho de produção.

A avaliação da fertilidade do solo envolve, em síntese, processos de amostragem, métodos de análise, técnicas de diagnóstico dos resultados e modelos de interpretação e de recomendação de corretivos e fertilizantes (CANTARUTTI et al., 2007).

Para os assentamentos a qualidade do solo a qual eles utilizam é exponencial para alcançar os seus objetivos produtivos e poderem entrar na cadeia produtiva de onde foram instalados, logo o conhecimento da química do solo e como trabalhar sobre ela para usufruir corretamente conseguindo alcançar o máximo de produtividade respeitando os pilares da sustentabilidade.

Em suma, a fertilidade do solo pode influenciar diversos setores da sociedade, pois, a prática de aumento da fertilidade do solo está diretamente inserida nos conceitos de sustentabilidade a qual os assentamentos priorizam, e em que, a qualidade do solo promove a conservação ambiental, o aumento do agronegócio e do setores de produção florestal, impulsionam a economia brasileira e, promovem o desenvolvimento social com políticas públicas de incentivo a produção para a agricultura familiar e grandes produtores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Assentamentos da região de Marabá

A agricultura familiar é um dos pilares da segurança alimentar do país, a sua

produção comumente é de alimentos básicos que sempre estão presentes no cotidiano da alimentação brasileira e está atrelada a pequenas propriedades. Para que a produção consiga atingir bons resultados são necessários políticas de incentivo e de disponibilidade de técnicas e tecnologias que através de boas condições edafoclimáticas o pequeno produtor consiga crescer suas formas de cultivos existentes (OLIVEIRA; PEREIRA, 2010).

A dinâmica econômica que esses assentamentos rurais apresentam em relação a região onde se estão localizados vai muito além das questões de produções rurais, pois ocorre também no urbano, no que se refere às questões que envolvem produção, emprego, qualidade de vida, etc., (GOMES DA SILVA, 1996).

Para Leite et al.(2004) a criação dos assentamentos rurais trouxe novas possibilidades de melhorias, alternativas e oportunidades de trabalho para uma parte da população excluída dos centros urbanos, que ao se tornarem assentados criam novas estratégias de reprodução familiar e de sustento no próprio lote, complementarmente lançando mão de outras fontes de renda e de trabalho fora de sua área, de seu lote.

Logo, a implantação de assentamentos se faz de grande importância social para o país, dando a possibilidade de inclusão social e econômica e melhoria de vida para famílias que estavam excluídas do mercado do trabalho e do acesso a terra, transformando um amplo setor de “excluídos” em sujeitos políticos.

Na porção econômica, os assentamentos tenderam a promover um rearranjo do processo produtivo nas regiões onde se instalaram, muitas vezes anteriormente caracterizadas por uma agricultura com baixo dinamismo. A diversificação da produção agrícola, a introdução de atividades mais lucrativas e em alguns casos mudanças tecnológicas refletiram-se na composição da receita dos assentados, afetando o comércio local, a geração de impostos, a movimentação bancária etc., (MEDEIROS; LEITE, 2004).

Os assentamentos da região de Marabá tem marcos históricos de conflitos, se formando em meio a grandes dificuldades de demarcações e incentivos, hoje se faz

necessário políticas públicas e necessariamente formento para a agropecuaria implantada nas propriedades (MEDEIROS, 2008).

A superintendencia SR-27 do Inca registra 514 assentamentos em toda região sul do Pará totalizando 4.282.244,54 ha de área e 72.162 famílias assentadas, em Marabásão 77 assentamentos com 416.465,22 ha e 7.059 famílias. O primeiro assentamento foi registrado em 25 de outubro de 1988 o PA geladinho e o ultimo o PA Santa Rita em 28 de dezembro de 2009 (INCRA, 2017).

A totalidade dos 514 assentamentos estão localizados em áreas de Amazônia legal sendo que 455 desses são territorios da cidadania que é uma estrategia dedesenvolvimento regional sustentavel e de garantia de direitos sociais às famílias desses assentamentos (INCRA, 2017).

São inumeras as dificuldades encontradas pelos assentados, como a comercialização da produção, dificuldade técnica e incentivo fiscal, destacando-se a ausência de transporte adequado às necessidades específicas de cada produção das propriedades, que viabilize o processo. Esses, entre outros aspectos dificultam a comercialização dos produtos, conseqüentemente, a lucratividade e a acumulação de renda (BERGAMASCO, 1999).

A agricultura familiar, consegue se manter como sistema produtivo e social, subsidiando o sustento e a reprodutibilidade das famílias que a praticam e, ainda, produzindo excedentes para os centros urbanos (Pedroso 2000). Deste modo, as dificuldades inerentes ao processo produtivas enfrentadas pelos agricultores familiares como solos de baixa fertilidade devem ser diminuídas, no sentido de garantir maior produtividade agrícola e para garantir uma maior produção e comercialização dos alimentos.

2.2. Fertilidade do solo

O solo é um componente ambiental complexo, suas variações, no que se refere às propriedades físicas, químicas e biológicas são definidoras de padrões ecológicos e do próprio uso da terra, cujo potencial, a humanidade busca aproveitar para erguer as bases da sobrevivência, mas, nem sempre de forma sustentável. O solo, como recurso para produção agrícola e pecuária, pressupõe, no mínimo, uma visão global de suas características, principais limitações, susceptibilidade à erosão e áreas de ocorrências (MOREIRA; VASCONCELOS, 2007).

Fertilidade do solo, conceitualmente, é sua capacidade de fornecer nutrientes, em quantidade e proporção adequadas às plantas, na ausência de elementos tóxicos, para o seu desenvolvimento e produtividade; essencialmente, um conceito restrito às condições químicas do solo, definição que foi reafirmada por Raij (1981) e Braga (1983) e é amplamente usada mais de 3 décadas depois. O estudos da área de fertilidade está diretamente ligada à produtividade, pois, o conhecimento da fertilidade do solo permite a utilização de práticas mais confiáveis de manejo de corretivos e fertilizantes (SANZONOWICZ, 2004).

A capacidade de fornecer nutrientes, deve ser mantida durante todo o crescimento e desenvolvimento da planta, mesmo que esta deixe de absorver ou utiliza-los, em determinada fase de seu ciclo. A produtividade, portanto, esta diretamente relacionada a fertilidade do solo, variável determinante de seu dimensionamento (RAIJ, 1981).

A formação do solo com tudo e de sua fertilidade inicia-se com o intemperismo do material de origem dos solos, ou seja, são fenômenos físicos, químicos e biológicos que agem sobre o material de origem e por isso a causa dos diferentes tipos de solo. Dentre os principais aspectos que afetam a fertilidade do solo se tem o material de origem que são rochas ou resíduos vegetais, clima da região, relevo, organismos, tempo, mineralogia, morfologia, física, química e manejo antropico (RAIJ, 1981).

Entender a fertilidade do solo é entender cada um dos componetes dela, os nutrientes no solo apresentam comportamentos diversos, e o conhecimento das especificidades de cada um possibilita a previsão desses comportamentos em cada cenário de manejo. Os nutrientes que se encontram no solo podem seguir diversas rotas, tais como: serem perdidos por erosão, lixiviação, volatilização, fixação nas argilas do solo, imobilização e absorvidos pelas plantas, desempenhando, nesse caso, seu principal papel. Associado a isso, a exportação dos nutrientes absorvidos pelas culturas juntamente com o produto para fora das áreas de cultivo contribuem para aumentar a complexidade às suas dinâmicas (SIQUEIRA., et al 1999).

A perda de fertilidade do solo pode ter tanto causas naturais quanto antrópicas, como por causas naturais, a gênese do solo, as condições de intemperismo intenso e os minerais que contribuem para o enriquecimento da fertilidade do solo são eliminados do sistema, causando baixa fertilidade (CORREIA et al., 2004).

A ocorrência dessa situação pode estar ligada à ocupação não planejada e pouco sustentável. Com isso, o solo manifesta desequilíbrio nutricional, queda da atividade

biológica, compactação e pulverização, perda da estrutura, acidificação, salinização, diminuição dos níveis de matéria orgânica e da permeabilidade, entre outros (VALE et al., 2008)

Diversos estudos apontam que o déficit anual médio de nutrientes no Brasil encontra-se entre 25 e 35 kg.ha⁻¹ de N + P₂O₅ + K₂O, ou seja, o estoque de nutrientes do solo está sendo esgotado ano após ano (LOPES; GUILHERME, 2007). Isso pode levar os solos a tornarem-se inférteis, tendo, assim, sua capacidade produtiva prejudicada.

Em decorrência dos fatores edafoclimáticos os solos amazônicos apresentam baixa fertilidade predominando características como: extrema pobreza em fósforo, acidez elevada, saturação por alumínio alta, baixa CTC, pobreza em macro e micronutrientes, reduzida fixação de fósforo, lençol freático elevado na grande maioria dos solos; densidade do solo elevada; adensamento e susceptibilidade à compactação; susceptibilidade a erosão nos solos de relevo movimentado e erosão laminar ligeira nas áreas de Savana em Roraima (RODRIGUES et al., 2007).

Em geral o P dos solos da Amazônia concentra-se na superfície, tornando-se um dos grandes fatores limitantes a produção agrícola, sendo associada à sua baixa mobilidade, a natureza ácida dos solos e a pobreza química do material de origem, uma vez que parte do P se encontra na biomassa vegetal (RODRIGUES et al., 2007).

Na região de Marabá passivos ambientais são provenientes principalmente pela prática de corte e queima para limpeza de área e implantação de sistemas de cultivo e criação apoiado na implantação de pastagens para adoção da pecuária de forma extensiva. A prática agrícola resulta em depauperamento do solo, com decréscimo da produção após as queimadas (REDIN et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2017; REGO; KATO, 2018;).

A agricultura brasileira é altamente dependente do uso de fertilizantes, visto que o país ocupa o quarto lugar no ranking mundial de consumo de NPK, sendo que, aproximadamente, 76 % dos fertilizantes consumidos no país são importados (IFA, 2016; ANDA; 2018). Com isso se tem uma dependência da compra de insumos por parte dos produtores que para os pequenos se torna mais uma dificuldade para uma boa produção principalmente pelos gastos econômicos.

2.3. Principais tipos de solo da Amazônia com enfoque na bacia do rio Tocantins

A Amazônia apresenta solos que são naturalmente heterogêneos devido à diferença na composição do material de origem e dos processos pedogenéticos que

atuaram em sua formação (QUESADA et al., 2009), resultando em alterações nos atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos (LIMA et al., 2006).

Predominam na região dois tipos de ambientes fisiográficos: áreas de terra firme, que representam aproximadamente 80% da região, não sofrem inundações e geralmente apresentam solos profundos e muito intemperizados e os ambientes de várzea, que correspondem à planícies as margens dos rios, sujeitos a elevação do nível do lençol freático e inundação periódica (MOREIRA & FAGERIA 2009; LIMA et al., 2006).

Os solos de terra firme são caracterizados como de baixa fertilidade natural, baixa capacidade de troca catiônica, argila de baixa atividade e baixo pH. Os solos de várzea, normalmente possuem teores elevados de silte e de areia fina, elevada capacidade de troca de cátions e argila de atividade alta (LIMA et al., 2006), nestes dois ambientes predomina mineralogia de fração argila caulínica e oxídica (FALESI, 1986).

As classes de solos se distribuem conforme as condições dos fatores de formação, seguindo em ordem decrescente de área ocupada, os Latossolos, Argissolos e Plintossolos, predominando o caráter distrófico. Com exceção dos Luvisolos e Cambissolos eutróficos mapeados no estado do Acre, as pequenas manchas de solos eutróficos (Nitossolos, Chenossolos, Luvivossolos) mapeadas em outros estados são pequenas inclusões. Quando se sobrepõe as terras indígenas da Amazônia Legal sobre o mapa de solos, verifica-se que se distribuíram sobre as melhores manchas de solos (Rodrigues et al., 2007).

Na região de Marabá os plintossolos não estão tão presentes e se encontram Latossolos e Argissolos em proporções parecidas segundo mapa cartográfico da (EMBRAPA, 2018).

Os Latossolos ocupam cerca de 41,05% dos solos da Amazônia (EMBRAPA 2018) são profundos, bem drenados, sem impedimento à mecanização agrícola e de baixa fertilidade natural. Com as técnicas de correção e adubação química adequadas são focos contínuos de interesse agrônomo (LOPES, 1983).

Os Argissolos são solos minerais com nítida diferenciação entre as camadas ou horizontes, reconhecida em campo especialmente pelo aumento, por vezes abrupto, nos teores de argila em profundidade. Podem ser arenosos, de textura média ou argilosos no horizonte mais superficial. E apresentam cor mais forte (amarelada, brunada ou avermelhada), maior coesão e maior plasticidade e pegajosidade em profundidade, devido

o maior teor de argila. A fertilidade dos Argissolos é variável, dependente principalmente de seu material de origem (LOPES,1983), ocupam cerca de 32,94% dos solos da região (EMBRAPA 2018).

Já os Plintossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico ou litoplíntico ou concrecionário iniciando dentro de 40 cm, ou dentro de 200 cm quando imediatamente abaixo do horizonte A ou E, ou de outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade abundante e representam 7,34% dos solos amazônicos (EMBRAPA 2018).

A bacia do Tocantins-Araguaia apresentam grande diversidade de solos, 9 classes dentre as principais os Argissolos e Latossolos que também são os predominantes na Amazônia. Esses solos tem como principais usos e ocupações a pastagem com manejo, áreas agrícolas, silvicultura e mosaico de ocupações em área florestal (SILVA et al., 2021).

Os latosssolos de forma geral, possuem baixa fertilidade natural, a capacidade de troca de cátions é igual ou menor que 17 cmolc kg^{-1} (Embraba 2018), isto ocorre devido ao avançado estágio de intemperismo, com mineralogia, na qual predomina caulinita e óxidos de ferro (KER, 1997).

Os argissolos, por sua vez, são solos que possuem avançado estágio de desenvolvimento e se diferenciam dos Latossolos por não terem sofrido processo completo de ferratização, logo é possível encontrar argilas de baixa e alta atividade, no entanto, sempre conjugada com baixa saturação por bases (EMBRAPA, 2018).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar a qualidade do solo em áreas de assentamento no município de Marabá em relação aos atributos físicos do solo.

3.2. Objetivos específicos

- Avaliar o status da fertilidade do solo em relação aos macronutrientes fósforo, potássio, cálcio e magnésio.
- Avaliar atributos químicos indicadores da fertilidade do solo em áreas sob diferentes usos, comparando-os com a condição de floresta amazônica nativa.
- Avaliar a capacidade de trocas catiônicas efetiva e total, saturação e soma por bases.

- Apontar as principais potencialidades e limitações da fertilidade do solo na região dos assentamentos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área estudada

A área de análise do trabalho abrange assentamentos do município de Marabá, PA's 1° de março; 26° de março; Escada alta; Sarandi; Grande Vitoria; Cedrinho; Alegria; Maravilha; Piquiá; Lajedo; que se localiza no sudeste do Pará, na confluência de dois rios – Itacaiúnas e Tocantins – com extensão de área de 15.157,9 quilômetros quadrados. Localizado geograficamente com latitude de 5° 22' 12" Sul e longitude de 49° 7' 1" Oeste, com altitude média de 84 metros. O clima é classificado como, equatorial, quente e úmido, segundo Koppen, com temperaturas médias anuais de 26°C e precipitação média anual de 1901 mm (ALMEIDA, 2007).

As formas de relevo encontradas na região vão de plano a ondulado, enquanto a vegetação natural predominante é bastante diversificada, entretanto, a Floresta Densa Submontana em relevo aplainado a sub-região da superfície arrasada da Serra dos Carajás, ao Norte do Município e da sub-região da superfície dissecada do Araguaia a Sudeste (TAVARES, 2016).

Segundo a base cartográfica contínua do Brasil - IBGE em 2016 na região do município onde se tem os assentamentos os solos geralmente apresentados são os argissolos que são constituídos por material mineral, apresentam horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, possuem avançado estágio de desenvolvimento e diferenciam-se dos Latossolos por não terem sofrido processo completo de ferralitização (KER, 1997).

Também se encontra Latossolos com avançado estágio de intemperização. Esses solos possuem mineralogia relativamente simples havendo o predomínio de caulinita, óxidos de ferro e alumínio e em menor proporção outros componentes (KER, 1997), os dois tipos têm como ocupação silvicultura, pastagem com manejo, ocupações em área florestal e vegetação florestal (IBGE 2018).

4.2. Amostragem do solo

A amostragem de solo foi realizada na profundidade de 0-0,2 m, sendo coletadas três amostras simples para compor uma amostra composta em cada área. Foram coletadas 57 amostras compostas de solo nos assentamentos PA's 26 de Março; Cupú; Cabanagem;

1° de Março; Maravilha; Cedrinho; Grande Vitoria; Alegria; Escada Alta; Lajedo; Piquiá e Rubiatabano e município de Marabá.

As amostras foram coletadas utilizando trado holandês de aço inoxidável a fim de evitar contaminação, as amostras foram secas ao ar e peneiradas a 2 mm, homogêneas e armazenadas em sacos de polipropileno até as análises.

4.3. Análises químicas do solo

Os atributos químicos do solo relativos à fertilidade foram realizados conforme Embrapa (2011). O fósforo (P) e o potássio (K) foram extraídos por Mehlich 1. O P determinado por espectrofotometria do ultravioleta visível. O K foi determinado por fotometria de chama. O cálcio (Ca), o magnésio e o alumínio (Al) foram extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ e determinados por titulometria.

O pH em água foi obtido mediante utilização de peagâmetro imerso em suspensão solo/água na proporção de 1:2,5, sendo a leitura realizada diretamente no aparelho (EMBRAPA, 2011). O teor de matéria orgânica foi determinado com base no teor de carbono orgânico do solo, segundo Quaggio & Raij (1979). O teor de carbono orgânico total obtido foi então multiplicado pelo fator 1,724, obtendo-se, assim, o teor matéria orgânica, expresso em g/dm³.

A soma de bases (SB) trocáveis foi determinada a partir da seguinte equação: $SB = Ca + Mg + K + Na$, sendo o resultado expresso em cmolc/dm³ (EMBRAPA, 2011). A saturação por bases trocáveis foi determinada a partir da seguinte equação: $V = S.B. \times 100 / T$, sendo o resultado expresso em porcentagem (%) (EMBRAPA, 2011). O cálculo da capacidade de troca catiônica efetiva foi determinado a partir da seguinte equação: $t = S.B. + Al$, sendo o resultado expresso em cmolc/dm³ (EMBRAPA, 2011). O cálculo da capacidade de troca catiônica à pH 7,0 foi determinado a partir da seguinte equação: $T = S.B. + H + Al$, sendo o resultado expresso em cmolc/dm³ (EMBRAPA, 2011).

4.4. Análise estatística

Os dados foram processados para obtenção da análise estatística descritiva com intuito de evidenciar a variação e a média dos teores das análises de solo e com isso criar gráficos diagrama de caixa (Boxplot) para cada conjunto de dados analisados.

4.5. Classificação

O teor de nutrientes, saturação de bases, capacidade de troca de cátions foram classificados em baixo, médio e alto seguindo os limiares propostos pela EMBRAPA 2020 e ALVAREZ 1999, e estão apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Classificação de teores dos nutrientes

Elemento	Faixa de teores		
	Baixa	Média	Alta
Cálcio (cmol_c Kg⁻¹)	≤2,0	2,1 - 5,0	>5,0
Magnésio (cmol_c Kg⁻¹)	≤0,5	0,6 – 1,5	>1,5
Potássio (cmol_c Kg⁻¹)	≤0,15	0,16 – 0,23	>0,23
Fósforo (mg/dm³)	≤ 8,0	8,1 – 15	>16,0
Alumínio (cmol_c Kg⁻¹)	≤ 0,3	0,3 – 1,0	>1,0

Fonte: EMBRAPA 2020

Tabela 2: Classificação dos teores de SB, V, T e t.

Elemento	Faixa de teores		
	Baixa	Média	Alta
SB (cmol_c Kg⁻¹)	≤1,8	1,81 – 3,6	>3,6
V (%)	≤40	40,1 – 60	>60
t (cmol_c Kg⁻¹)	≤2,30	2,31 – 4,6	>4,6
T (cmol_c Kg⁻¹)	≤4,3	4,31 – 8,6	>8,6
PH	≤5,4	5,5 – 6,0	>6,1
M.O (g Kg⁻¹)	≤20,0	20,1 – 40,0	>40,1

Fonte: ALVAREZ et al 1999. SB: Soma de bases, V(%) saturação de bases, t: Capacidade de troca cátionica efetiva, T: Capacidade de troca cátionica potencial, PH: Potencial hidrogeniônico, M.O: Matéria Orgânica.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliação química dos solos de assentamentos do Pará

Os resultados da caracterização química dos solos estão representados nos gráficos boxplot (diagrama de caixa) individuais em cada tópico apresentando máximos; mínimos; média; mediana e outliers. Foram encontrados alguns outliers na maioria dos gráficos.

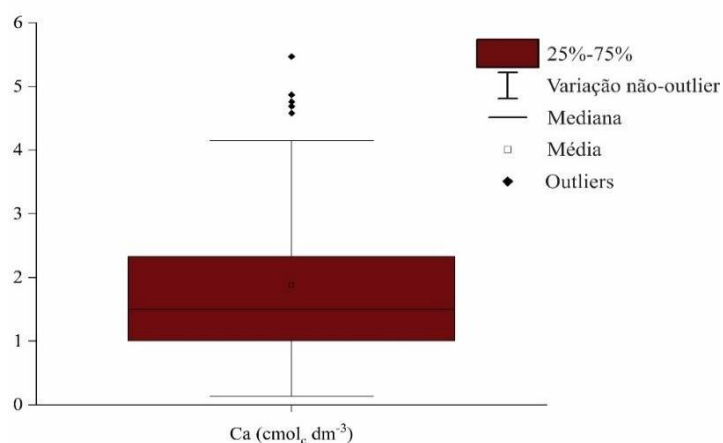
Os outliers não possuem definição linear, sendo prioritariamente denominados como dados discrepantes, estranhos, aberrantes, anormais ou de acordo com Barnett e Lewis (1978), observações inconsistentes com os dados, podendo assim serem explicados dentro de uma análise de solo, erro laboratorial, de coleta, de armazenagem podendo também ter uma das possíveis causas do surgimento destes valores a variabilidade natural (MACHADO, 1997).

5.2. Cálcio

Os teores de cálcio variaram entre 0,13 e 4,15 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ (Gráfico 1) esses teores são considerados médios ou baixos, conforme os limiares propostos por Embrapa 2020 (tabela 1). O teor médio de Ca foi considerado baixo, 1,4 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ segundo a mesma classificação.

Em áreas de vegetação natural no estado do Pará os teores de Ca variaram entre 0,21 e 6,47 (Souza et al., 2015), os solos da região são em geral Argissolos e Latossolos, classes de solos com avançado estágio de intemperismo sendo o Latossolo de mineralogia simples havendo predominio de caulinita e óxidos de ferro e alumínio, enquanto nos argissolos pode se encontrar argila de alta atividade, no entanto, conjugada com baixa saturação de bases, sendo, portanto, ambos de baixa fertilidade natural (KER., 1997).

Figura 1: Teores de cálcio em solos do município de Marabá

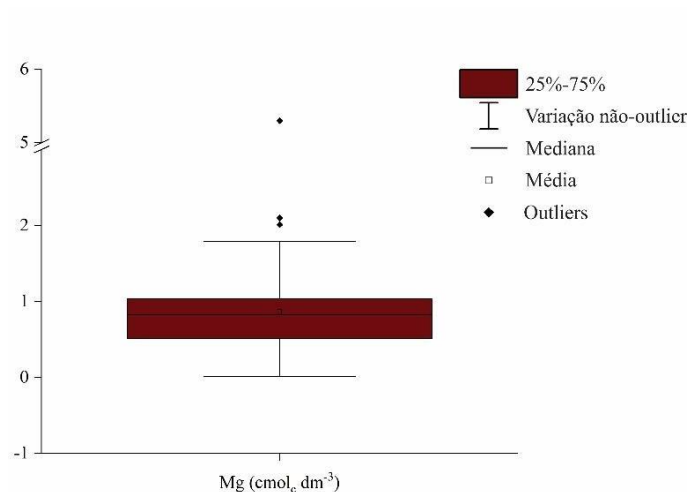


5.3. Magnésio

Os teores de magnésio (Mg) variaram entre 0,6 e 1,1 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ sendo a média de 0,9 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ (Figura 2). Os teores de Mg encontrados são considerados médios (EMBRAPA 2020).

Em solos de área de Floresta no estado do Pará os teores encontrados variaram entre 0,07 a 1,79 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$, com média de 0,16 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$.

Figura 2: Teores de magnésio em solos do município de Marabá

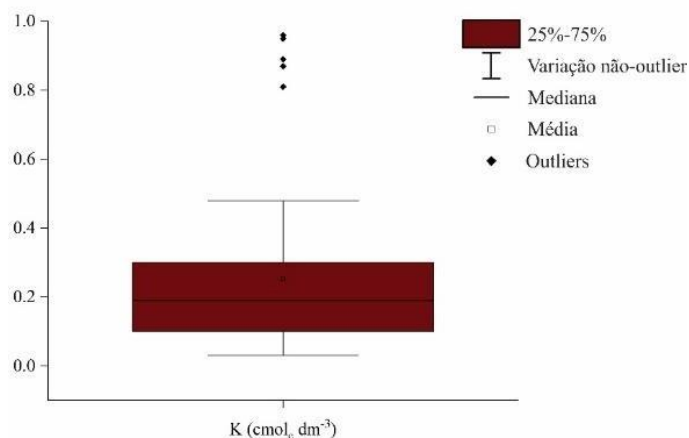


5.4. Potássio

Para o potássio as análises apresentaram dados com alta variação entre 0,05 e 0,5 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ (Figura 3)(Embrapa 2020) esses teores são considerados baixo e Alto respectivamente (tabela 1). A média de 0,25 é considerada alta seguindo os mesmos limiares de classificação.

Os dados obtidos se distanciam aos de Souza et al., (2015), onde a média apresentada foi de somente 0,01 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ e máxima de 0,03.

Figura 3: Teores de potássio em solos do município de Marabá

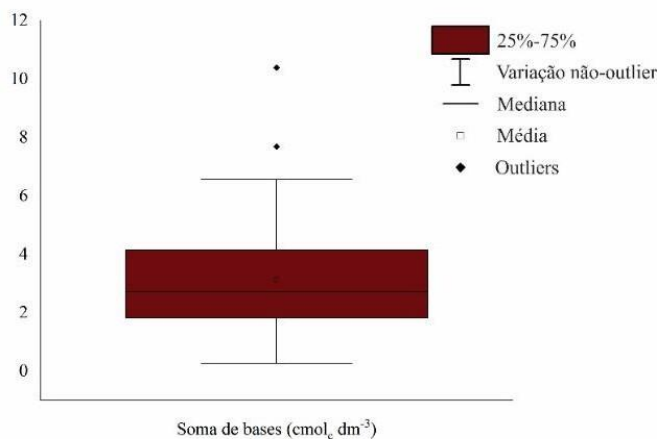


5.5. Soma das Bases

Na figura 4 observa-se média de 3,2 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ para a SB, com variação dos dados entre 0,5 e 6,5 , esses teores são considerados baixo e alto respectivamente segundo a Alvarez 1999 (tabela 2), onde a média é considerada uma faixa de teor médio.

A soma de bases apresenta números entre 0,29 e 7,69 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ em áreas de vegetação natural no estado do Pará (Souza et al., 2015),

Figura 4: Teores de soma das bases em solos do município de Marabá

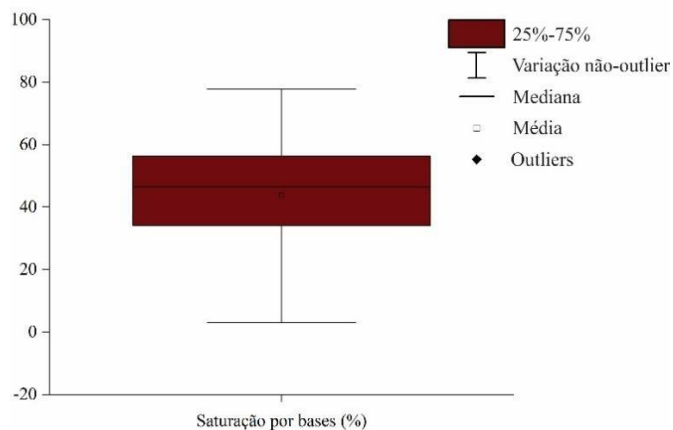


5.6. Saturação por Bases

A média dos dados de saturação por base encontra-se na parte superior da variação com 45% (Figura 5), esse número está dentro da faixa média da classificação de Alvarez (1999) na tabela 2.

Segundo Souza et al., (2015) a média da saturação por bases se encontra com 9,1% bem a baixo dos teores encontrados nos solos dos assentamentos,

Figura 5: Percentual da saturação por bases em solos do município de Marabá



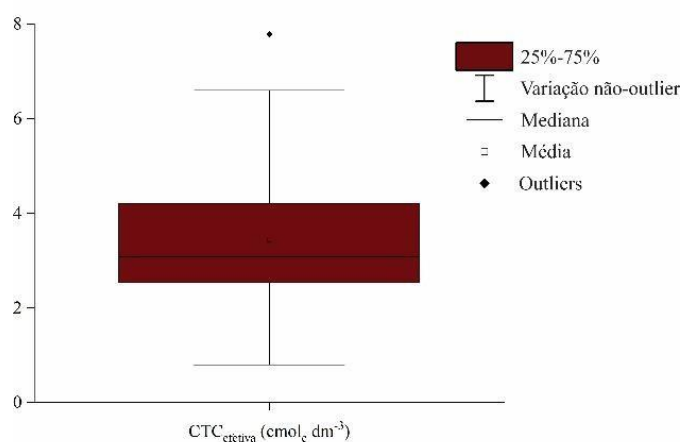
5.7. Capacidade de trocas catiônicas efetiva

Solos com baixa CTC possuem menor capacidade de retenção de cátions (Ca, Mg e K) nos sítios de troca, assim, os nutrientes adicionados por meio da calagem, gessagem e adubações apresentam maior suscetibilidade de lixiviação.

Para a capacidade de trocas catiônicas efetiva obteve uma média de $3,34 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ com variação de dados entre 0,83 a 6,72 (Figura 6) o que para Alvarez et al. (1999) a variação abrange toda as faixas de teores, porém a média geral estaciona na faixa média de teores (tabela 2).

Esses dados corroboram em parte com os dados apresentados por Souza et al., (2015) que apresentou variação entre 0,5 e $7,7 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ porém a média de seus dados apresentou-se inferior à dos assentamentos com $2,14 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$

Figura 6: Teores de Capacidade de trocas catiônicas efetiva em solos do município de Marabá

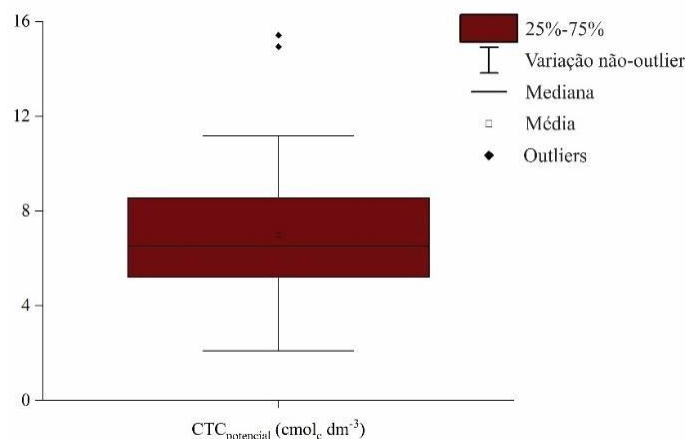


5.8. Capacidade de trocas catiônicas potencial

Na figura 7 evidenciou-se uma média de teores de CTC potencial de $6,41 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$, sendo classificada como faixa média (Alvarez et al.), todavia os dados variaram por todas à faixas de teores (2 a 10) $\text{cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ seguindo a mesma classificação.

Os dados de Souza et al., (2015) para solos do estado do Pará com vegetação natural alcançaram números médios de $6,21 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$

Figura 7: Capacidade de trocas catiônicas potencial em solos do município de Marabá



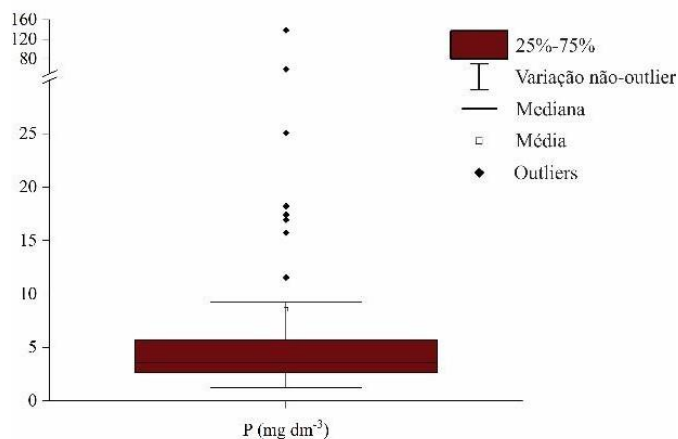
5.9. Fósforo

O teor médio de P observado foi de 9,1 mg kg⁻¹, sendo os teores de todas as amostras consideradas não outliers foram baixos (Embrapa 2020). Os solos brasileiros são conhecidos pela carência em fósforo, devido principalmente ao material de origem e a forte interação deste elemento com o solo (RAIJ, 1991). O fósforo, portanto, é o elemento químico considerado de grande essencialidade importância para as plantas, sendo componente das moléculas transportadoras de energia, como a ATP, e também dos nucleotídeos do DNA e RNA.

Esse é um elemento com pouca mobilidade resultado da sua absorção aos colóides de forma não trocável, ou seja, não disponível às plantas, e mesmo na forma trocável sua liberação ocorre lentamente (TOMÉ JÚNIOR, 1997). Logo segundo Novais e Smyth (1999) o fósforo é considerado como nutriente mais limitante para produção de biomassa nos solos tropicais e em resultado a isso esses baixos teores de P podem ser um grande limitante para a produção agrícola dos assentamentos.

Os teores encontrados em solos de áreas florestais no estado do Pará são de 7,1 mg kg⁻¹ de P, sendo que Latossolos e Argissolos, principais classes de solos da região de Marabá, os teores médios observados são de 4,6 e 5,9 mg kg⁻¹ respectivamente (Souza et al., 2015) evidenciando o baixo teor natural deste elemento em solos da região.

Figura 8: Teores de fósforo em solos do município de Marabá



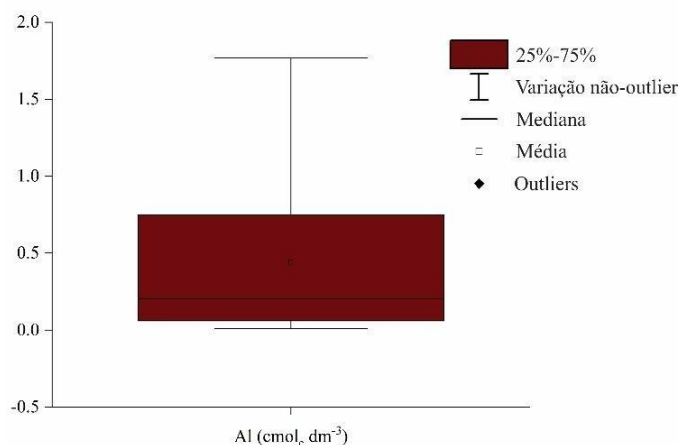
5.10. Alumínio

Os teores de alumínio (Al) variaram entre 0,1 e 1,7 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, sendo o valor médio observado de 0,5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (figura 9) de maneira geral esses teores são considerados médios e altos. Os teores médios de Al observados por Souza et al (2015) foram superiores aos encontrados neste trabalho, com média de 1,26.

O Al é um dos fatores que causam maiores problemas de toxicidade em solos com pH abaixo de 5,0, a sua presença reduz o crescimento e o desenvolvimento das raízes e diminui a absorção de nutrientes, o que é desfavorável para o desenvolvimento de plantas sensíveis a esse elemento. Isso afeta a produção que, para conseguir altos rendimentos, necessita de substratos que possibilitem o desenvolvimento das raízes sem obstáculos químicos ou físicos (ECHART; CAVALLI-MOLINA, 2001).

As plantas que são afetadas por essa toxicidade apresentam com frequência sintomas de déficit nutricional (fósforo, potássio, cálcio, magnésio e molibdênio), uma vez que ele interfere no processo de absorção, translocação e transporte de nutrientes (SIVAGURU; HORST, 1998). O alumínio se torna tóxico em situação em que sua solubilidade aumenta acentuadamente e representa mais de 50% da CTC do solo, que acontece principalmente em pH abaixo de 5 (Evans e Kamprath, 1970).

Figura 9: Teores de alumínio em solos do município de Marabá



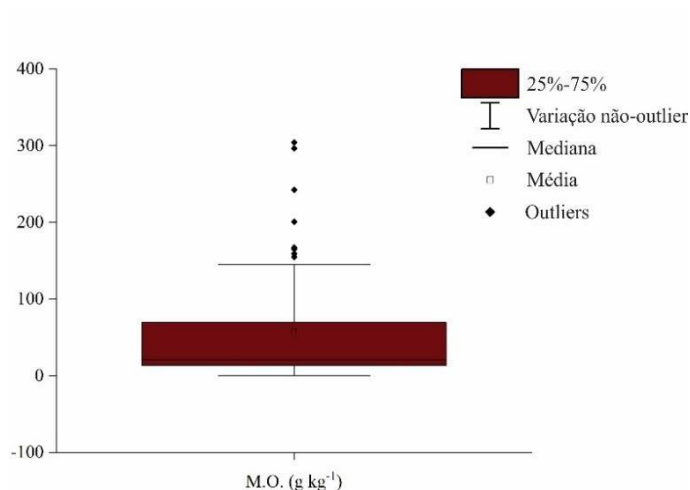
5.11. Matéria orgânica

O teor médio de matéria orgânica encontrado foi de 75 g kg⁻¹, segundo a classificação de Alvarez et al (1999) é considerado alto (figura 10). Em Latossolos e Argissolos da região os teores encontrados foram 17,9 g kg⁻¹ e 14,8 g kg⁻¹ respectivamente (Souza et al., 2013) Solos do assentamento 26 de março em Marabá/Pa apresentaram matéria orgânica com média de 14,1 g kg⁻¹ em cultivo de pastagem e 8,2 em áreas de preservação permanente (OLIVEIRA 2020).

A matéria orgânica traz grande benefícios para qualidade do solo, melhorando tanto atributos físicos quanto químicos. Do ponto de vista físico está relacionada ao aumento da agregação e porosidade, de modo que que é responsável por fenômenos e mecanismos como a retenção e fluxo de água e ar no solo. A estabilidade dos agregados e infiltração de água no solo são condições físicas importantes para qualidade ambiental dos ecossistemas (REINERT; REICHERT, 2006). A M.O pode reter até vinte vezes a sua massa em água, sendo parte retida na estrutura interna, com baixa disponibilidade às plantas (KLEIN, 2015).

No que se refere aos atributos químicos a matéria orgânica nos solos brasileiros é essencial, pois os solos tropicais apresentam-se em elevado estado evolutivo e com baixa fertilidade, assim ela é responsável por fornecer quantidade gradativa e importante de nutrientes à nutrição mineral de plantas, se fazendo assim de grande importância para pequenos produtores que precisam de um ciclagem natural de nutrientes para a menor necessidade de adubações externas e com elas gastos de produção a (MENDONÇA, 2010).

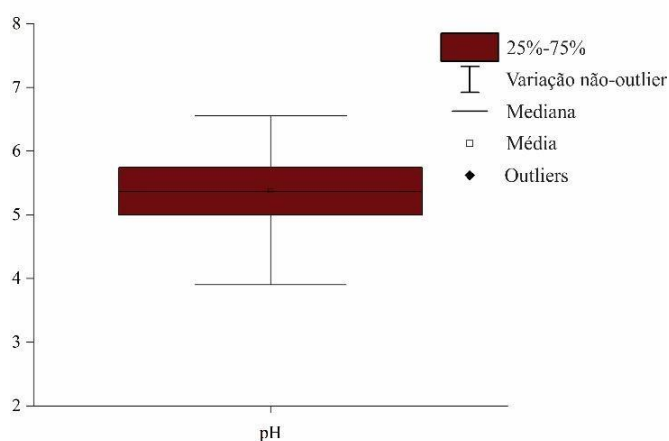
Figura 10: Teores de matéria orgânica em solos do município de Marabá



5.12. pH

Na figura 11 temos os dados referente ao potencial hidrogeniônico, obteve-se média de 5,5 e variação entre 4 e 6,5 valores considerados médio, baixo e alto respectivamente segundo Alvarez et al (1999).

A média encontrada foi ligeiramente maior do que a encontrada por Birani (2015) de 4,43 e que Souza (2015) de 4,0 em solos do estado do Pará e bem próximo aos dados apresentado por Oliveira (2020) de 5,2 em áreas de pastagem no assentamento 26 de março.



6. CONCLUSÃO

Os solos dos assentamentos estudados possuem baixos teores de Ca, teores elevados de Al e pH ácido. Esses resultados indicam problemas relacionados a fertilidade do solo e a nutrição e plantas, devido a toxidez de Al às plantas cultivadas e a capacidade de solos ácidos em tornar indisponíveis nutrientes.

Os solos da região apresentaram fertilidade menor que a esperada para áreas agrícolas, no entanto, dentro da faixa observada para áreas de floresta nativa esses resultados indicam a necessidade de adoção de sistemas de cultivos conservacionistas no que se refere a manutenção da fertilidade.

7. REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F. de; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. **Interpretação dos resultados das análises de solos**. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 32.

ALVAREZ V., V.H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO, A.C. & SOUZA,R.B. **Uso de gesso agrícola**. In., eds.**Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.p.67-78

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA A DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA -. **Estatísticas indicadores: Principais Indicadores do Sector de Fertilizantes**, [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <http://anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00>. Acesso: 18 jun. 2021.

BARNET, V.; LEWIS, T. **Outliers in Statical Data**.University of Sheffield. p. 188, 1977

BENEDETTI, U; VALE JÚNIOR, J. F.; SCHAEFER, C. E. G.R.; MELO, V. F.; UCHÔA, S. P. **Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos pliopleistocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, norte Amazônico**. *Revista brasileira de ciências do solo*, 35:299-312, 2011

BERGAMASCO, S. M. P. P.; NORDER, L. A. C. **Os impactos regionais dos assentamentos rurais em São Paulo (1960-1997)**. In: MEDEIROS, L. S.; LEITE, S. (Orgs). *A formação dos assentamentos rurais no Brasil: processos sociais e políticas públicas*. Porto Alegre/Rio de Janeiro: Ed.Universidade/UFRGS/CPDA, 1999.

BIRANI, Sannah Mohamed et al. **Available contents of potentially toxic elements in soils from the Eastern Amazon**. ELSEVIER, [S. l.], p. 1-9, 5 dez. 2014.

BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo (ensaios de campo)**. Viçosa, Impr. Univ., UFV, 1983. 101 p.

CORREIA, J. R., REATTO, A., SPERA, S. T. **Solos e suas relações com o uso e o manejo**. Capítulo 1. In.: LOBATO, E., SOUSA, D. M. (Ed.). *Cerrado correção do solo e adubação*. Brasília, p 29-62, 2004.

EDIN, M.; SANTOS, G. F.; MIGUEL, P.; DENEGA, G. L.; LUPATINI, M.; DONEDA, A.; SOUZA, E. L. **Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo**. *Ciência Florestal*, v.21, p.381-392, 2011. Disponível em:

<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/3243/1884> Acesso em 12 de jul. 2021. doi:<https://doi.org/10.5902/198050983243>

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2018. **Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa – CNPS, 353 p.

EVANS, C. E.; KAMPRATH, E. J. **Lime response as related to percent Al saturation, solution Al, and organic matter content**. Soil Science Society of America Proceedings, v. 34, p. 893-896, 1970.

FALESI, I. C. **Solos da Rodovia Transamazônica**. Belém: IPEAM. Boletim Técnico, n 55. 1986. p 196.

GOMES DA SILVA, J. **A reforma agrária brasileira na virada do milênio. Reforma Agrária/ABRA**. Campinas, 1996.

HARTMAN, C.; TESSIER, D.; PÉDRO, G. **Changes in sandy Oxisols microfabric after mechanical up-rooting of an oil palm plantation**. In: RINGROSE-VOASE, A.J.; HUMPHREYS, G.S. (Eds) Soil Micromorphology: studies in management and genesis. Amsterdam: Elsevier. 1994. p. 687-696

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil 2014-2016. Rio de Janeiro, 2018. 32p

INCRA., **Painel de Assentamentos: SR-27 Marabá/Pará**. Painel de Assentamentos, Incra, 2017. Disponível em: incra.gov.br. Acesso em: 13 jul. 2021.

INTERNATIONAL FERTILIZER INDUSTRY ASSOCIATION - IFA. **Historical production, trade and consumption of N, P₂O₅ and K₂O**, 2016. Disponível em: <http://ifadata.fertilizer.org/ucSearch.aspx>. Acesso em: 18 jun. 2021.

KER, J.C., 1997. **Latossolos Do Brasil: Uma Revisão**. *Geonomos*, v. 5, n. 1, p. 17–40.

KLEIN, V. A. **Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo**. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – ReGet. e-issn 2236 1170 - V. 19, 2015, p.21-29

LEITE, S. P. et. al. **Impactos dos assentamentos rurais: um estudo sobre o meio rural brasileiro**. São Paulo: Editora da Unesp, 2004.

LIMA, H. N.; MELLO, J. W. V.; SCHAEFER, C. E. G. R.; KER, J. C.; LIMA, A. M. N. **Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental**. R. Bras. Ci. Solo, 30: 59-68, 2006.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. A. G. **Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária. Associação nacional para difusão de adubos e corretivos agrícolas**. Boletim técnico n° 5. São Paulo, 2a ed., 1994, 62p.

- LOPES, A. SCHEID. **Solos Sob Cerrado –caraterisiticas , Propriedades e manejo.** Instituto da Potassa& Fosfato: InstitutoInternacional da Potassa,. 162p, 1983.
- MACHADO, H. C. **Deteccção de Dados Atípicos e Métodos de Regressão com Alto Ponto de Ruptura.** 1997, Campinas, UNICAMP, Dissertação Mestrado em Estatística.
- MEDEIROS, Leonilde Sérvo de; LEITE, Sérgio. **Assentamentos rurais e mudanças locais: uma introdução ao debate.** In: MEDEIROS, Leonilde Sérvo de; LEITE, Sérgio (Orgs.). Assentamentos rurais: mudança social e dinâmica regional. Rio de Janeiro: Mauad, 2004.
- MELO, V. F. etal. **Caracterização física, química e mineralógica de solos da Colônia Agrícola do Apiaú sob diferentes usos e após queima.** Revista brasileira de ciência do solo, 30:1039-1050, 2006.
- MELO, V. F. **Solos e indicadores de uso agrícola: Áreas Indígena Maloca do Flechal e de Colonização do Apiaú. Viçosa, UFV.** 2002. 145p. (Tese de Doutorado).
- MENDONÇA, J. F. B. **Solo: substrato da vida.** 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2010. 129 p.
- MOREIRA, A.; FAGERIA N. K. **Soil Chemical Attributes of Amazonas State, Brazil.** Comm. Soil Sei. Plant Anal.40: 2912-2925, 2009.
- NOVAIS, F.R.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa: UFV, 1999. 399 p.
- OLIVEIRA, A. P.; POSSAS, H. de M.; SILVA, C.B.; MELLO, A. H.; CORREIA, M.A.; SOUZA, A.L.N.C.; PINTO, P. D.; LIMA, A. S. do N. **Das lógicas de dominação dos Outros aos processos de (re) existência: a educação como movimento cultural emancipatório na região Sudeste do Pará.** BrazilianJournalofDevelopment, v.6, p. 37756-37766, 2020. Doi: 10.34117/bjd6n6-535
- OLIVEIRA, Anastacia Pavão et al. **Característica química e textural de solos sob diferentes manejos em área de assentamento no sudeste paraense.** Agroecosistemas, [S. l.], p. 1-11, 24 set. 2020.
- QUESADA, C. A.; L. LOYD, J.; ANDERSON, L. O.; FYLLAS, N. M.; SCHWARZ. M; CZIMCZIK, E. C. I. **Soils of Amazônia with particular reference to the rainfor sites.** Biogeosciences, 6:3851-3921, 2009.
- RAIJ, B. VAN. **Avaliação da fertilidade do solo.** Piracicaba, Instituto de Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.
- RAIJ, B.VAN. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Agrônômica Ceres, 1991. 343 p
- REGO, A. K. C.; KATO, O. R. **Agricultura de corte e queima e alternativas agroecológicas na Amazônia.** Novos Cadernos NAEA, [S.l.], v. 20, n. 3,2018. doi.org/10.5801/ncn.v20i3.3482
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades física do solo.** Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria, 2006.

RODRIGUES, T. E.; SILVA, R. C.; SILVA, B. N. R.; SILVA, J. M. L.; VALENTE, M. A.; DARIVA, T. A.; SOUTO DE JESUS, A. A.; VENTURIERI, A. **Caracterização, mapeamento e classificação dos solos da área de influência da BR-163 (Cuiabá-Santarém) e da BR-230 (Transamazônica), no Estado do Pará.** In: Embrapa Amazônia Oriental, ed. Zoneamento-Ecológico Econômico da área de influência da rodovia BR-163 (Cuiabá-Santarém). Belém, PA., 2007. P. 403- 571.

SANZONOWICZ, C. **Amostragem de solos, corretivos e fertilizantes.** Capítulo 2. In.: LOBATO, E., SOUSA, D. M. (Ed.). Cerrado correção do solo e adubação. Brasília, p 63-80, 2004.

SCHAEFER, C. E. G. R.; RESENDE, S. B.; CORREIA, G. F., LANI, J. L. **Características químicas e pedogênese de solos afetados por sódio do nordeste de Roraima.** Revista brasileira de ciência do solo, 17:431- 438. 1993.

SCHAEFER, C. E. R; DALRYMPLE, J., **Landscape evolution in Roraima, North Amazonia: Planation, paleosols and paleoclimates.** Zeitschrift für Geomorphologie, 39(1):1- 28,1995

SILVA, DANIEL C.V.R *et al.* **Bacia Amazônica no Pará: Principais impactos e perspectivas.** Separata de: SILVA, Daniel C.V.R; SOUZA, Edna S.; BEIROZ, Wallace; TEIXEIRA, Renato A. **Recurso Água:** Tecnologias e pesquisas para o uso e conservação de ecossistemas. [S. l.: s. n.], 2021. cap. XV, p. 549-558.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIN, V.; FURTINI, A.E.; CARVALHO, J.G. (Eds.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas.** Viçosa/Lavras: UFV/UFLA, 1999.

SIVAGURU, M.; PALIWAL, K. **Differential aluminum tolerance in some tropical rice cultivars. II.** Mechanism of aluminum tolerance. Journal of Plant Nutrition, v. 16, p. 1717-1732, 1998.

SOUZA, Edna Santos. **Atributos dos solos do estado do Pará e teores naturais de elementos potencialmente tóxicos em solos no entoreno da rodovia transamazônica, amazônia-oriental.** Ufra, [S. l.], p. 1-65, 31 jul. 2021.

TOMÉ JUNIOR, J.B. **Manual para interpretação de análise de solo.** Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p

VALE JUNIOR J. F.; SCHAEFER, C. E.R.; COSTA, J. A. V. **Etnopedologia e transferência de conhecimento: diálogos entre os saberes indígena e técnico na terra indígena malacacheta, Roraima.** Revista brasileira de ciência do solo, 31:403-412, 2007.

VALE, José; SOUZA, Maria; NASCIMENTO, Pedro; CRUZ, Diego. **Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável.** Revista Agro@mbiente Online, Boa vista - Roraima, 2008. Disponível em: www.agroambiente.ufr.br. Acesso em: 19 jun. 2021.

VIANA, J.H.M; FERNANDES FILHO, E.I.; SCHAEFER, C.E.G.R. **Efeitos de ciclos de umedecimento e secagem na reorganização da estruturamicrogranular de Latossolos.** R.Bras.Ci.Solo, 28: 11-19, 2004.

CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. de; MARTINEZ, H.E.P.; NOVAIS, R.F. **Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes.** In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.; V.H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds) Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo,

Viçosa, MG; 2007. 1017p.: il. cap. 13, p. 769-850.