

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WILLIAM MENDONÇA DE OLIVEIRA

ANÁLISE DE DEFICIÊNCIA QUÍMICA DO SOLO EM ÁREAS DE PASTAGEM
NO MUNICÍPIO DE ALTAMIRA - PARÁ

CURITIBA

2021

WILLIAM MENDONÇA DE OLIVEIRA

ANÁLISE DE DEFICIÊNCIA QUÍMICA DO SOLO EM ÁREAS DE PASTAGEM
NO MUNICÍPIO DE ALTAMIRA - PARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná como requisito para obtenção de certificado de Especialização.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Verediana Fernanda Cherobim

CURITIBA

2021

Peça a Deus que abençoe os seus planos, e eles darão certo.

(Provérbios 16:3)

RESUMO

As pastagens compõem a base da produção de bovinos no Brasil, sendo um sistema de exploração mais produtivo e economicamente mais barato. Apesar disso a degradação de áreas de pastagem diminui a produtividade das forragens, ocasionando perdas na produtividade (produção de carne a pasto) e consequentemente a rentabilidade econômica. Geralmente a implantação das pastagens no Estado do Pará é realizada após a derrubada da mata e logo em seguida essas áreas são queimadas para posteriormente ser realizado o plantio de capim. Após esse processo raramente é realizado algum tipo de correção do solo e/ou adubação para repor nutrientes. Neste contexto a fertilidade química do solo tem papel importante para manter a capacidade de suporte de animais. O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos químicos de solos em áreas de pastagem no município de Altamira – PA, a fim de verificar a deficiência de macro e micronutrientes utilizando estes parâmetros como forma de recuperação das áreas de pastagem. Foram analisadas 54 amostras de solo, na profundidade de 0-20 cm, em áreas de pastagem com cultivo de gramínea *Brachiaria brizantha*. A avaliação da fertilidade do solo foi determinada utilizando os seguintes atributos e nutrientes: pH em água, potássio (K), fósforo (P), alumínio (Al) trocável, bases trocáveis (Ca e Mg), micronutrientes ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), boro (B) e cobre (Cu) e Saturação de Base (%). Após as análises foram constatados que os parâmetros analisados estão com níveis abaixo do recomendado para o Estado. A adesão da prática de análise do solo a fim de verificar a fertilidade é importante e necessária para que ocorra a correta reposição e manutenção dos nutrientes através da correção e adubação do solo e consequentemente estas práticas tendem a manter a produtividade e rentabilidade da pastagem.

Palavras-chave: Análise de solo, Degradação de pastagem, Fertilidade do solo.

ABSTRACT

Pastures form a basis for cattle production in Brazil, being a more productive and economically cheaper exploitation system. Despite this, the degradation of local pasture areas to forage, causes losses in productivity (pasture meat production) and, decrease economic profitability. Transforming the implantation of pastures in the State of Pará was carried out after the felling of the forest and soon after these areas were burnt to be later planted with grass and after this developed process some type of soil correction and/or fertilization was carried out for Replenish nutrients. In this context, the chemical fertility of the soil plays an important role in maintaining the support capacity of animals. The objective of this work was to evaluate the chemical attributes of soils in pasture areas in the municipality of Altamira - PA, in order to verify the macro and micronutrient deficiency using these parameters as a way of recovering pasture areas. 54 soil orphans were analyzed, at a depth of 0-20 cm, in pasture areas with *Brachiaria brizantha* grass cultivation. For the evaluation of soil fertility, the following attributes and nutrients were determined: pH in water, potassium (K), phosphorus (P), exchangeable aluminum (Al), exchangeable bases (Ca and Mg), micronutrients iron (Fe) , zinc (Zn), manganese (Mn), boron (B) and copper (Cu) and Base Saturation (%). After the analysis, it was found that the distribution parameters are at levels below the recommended for the State. Adherence to the practice of soil analysis in order to verify fertility is important and necessary for the correct maintenance of nutrients to occur through correction and fertilization of the soil and, consequently, these practices tend to maintain the productivity and profitability of the pasture.

Keywords: Soil analysis, Pasture degradation, Soil fertility.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Degradação de Pastagem	11
2.2 Amostragem de solo.....	13
2.3 Correção de Solo	14
2.4 Adubação.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	19
5 CONCLUSÕES.....	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS.....	27
ANEXO 1 - Resultados das amostras de solo da pesquisa	33

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Censo Agropecuário Brasileiro (IBGE, 2017), o rebanho bovino no Brasil possui aproximadamente 173 milhões de cabeças, sendo que deste total 14,3 milhões são criados no estado do Pará.

Das áreas desmatadas no território Amazônico, 45% deste total foram substituídas de áreas de vegetação nativa para pastagens, sendo que o estado do Pará se destaca como um dos três estados com maiores índices de desmatamento (GOMES, 2018).

Além do fator ambiental, outro fator importante que merece destaque são as áreas com pastagem já implantadas e que possuem um elevado grau de degradação (por infestação de planta daninha ou baixa fertilidade de nutrientes no solo). A maioria dos solos cultivados com pastagens são pobres (geralmente solos ácidos, pobres em nutrientes) e necessitam de adequada correção para que possam fornecer os nutrientes necessários para a pastagem ao longo do seu período de exploração (CAMPOS, 2017).

Nas regiões tropicais e subtropicais é comum a ocorrência de solos ácidos, os quais, geralmente, apresentam baixos teores de cálcio e de magnésio trocáveis, teores elevados de alumínio trocável e de manganês disponível e baixa porcentagem de saturação por bases (ALVAREZ et al., 1996).

Estimativas recentes sugerem que pelo menos a metade das áreas de pastagens em regiões ecologicamente importantes, como a Amazônia e o Brasil Central, estariam em degradação ou degradadas (DIAS-FILHO, 2007).

A manutenção da capacidade produtiva de pastagens cultivadas na Amazônia tem sido um dos principais desafios das instituições de pesquisa que atuam na região, em face do elevado grau de degradação apresentado por essas pastagens (DIAS-FILHO; ANDRADE, 2006).

A produtividade das pastagens, semelhante a qualquer agrossistema, tende a declinar com o passar do tempo, inicialmente de forma lenta e, depois, o declínio na produtividade pode ser mais rápido, levando a necessidade de adubações periódicas para a reposição dos nutrientes perdidos (DIAS-FILHO, 2007).

Apesar do papel relevante da fertilidade do solo para manter e recuperar áreas de pastagens, o uso de corretivos e fertilizantes ainda é muito baixo na região. O fator econômico é um dos principais responsáveis por isso, visto que o preço

desses insumos na região é mais elevado do que no Centro-Sul do Brasil, principalmente devido ao preço do frete ao passo que os preços dos produtos da pecuária (carne e leite) são mais baixos.

Outro fator que tem desestimulado pecuaristas a utilizarem esses insumos em pastagens na região são as recomendações de doses elevadas que, em alguns casos, vêm produzindo resultados insatisfatórios em termos de aumento da produção das pastagens.

A avaliação de pastos em diferentes graus de degradação relacionados aos atributos do solo, é útil na identificação de parâmetros que apresentam maior expressão nos modelos quantificadores da degradação ambiental. A identificação desses elos entre o definhamento da pastagem e a perda de qualidade do solo pode ajudar na eficiência da tomada de decisão e ações de curto, médio e longo prazo (VIRÁGH et al., 2011).

Diversos trabalhos têm mostrado baixa fertilidade natural dos solos da Amazônia principalmente nos teores de alguns nutrientes minerais essenciais para a nutrição das pastagens cultivadas (BENDAHAN; VEIGA, 2003).

Para que um elemento seja classificado como essencial, deve satisfazer alguns critérios (ARNON & STOUT, 1939): a) A ausência do elemento impede que a planta complete seu ciclo; b) A deficiência do elemento é específica, podendo ser prevenida ou corrigida somente mediante seu fornecimento; c) O elemento deve estar diretamente envolvido na nutrição da planta, sendo que sua ação não pode decorrer de correção eventual de condições químicas ou microbiológicas desfavoráveis do solo ou do meio de cultura, ou seja, por ação indireta.

Epstein (1975), de maneira simples e direta, funde os dois últimos critérios em apenas um, mais objetivo: O elemento faz parte da molécula de um constituinte essencial à planta.

Embora nos primeiros anos após a implantação os pastos apresentem elevados níveis nutricionais, devido ao processo de queima da biomassa da floresta, em cerca de cinco anos os níveis ou a disponibilidade de alguns nutrientes começa a decair. Em Uruará - PA, na região da Transamazônica, foi constatado solos com teores adequados de potássio (K) e baixos teores de todos os outros minerais (VEIGA; BITTENCOURT, 2003).

Carvalho (2010), em um assentamento próximo à Marabá, constatou a necessidade de adubação fosfatada em todas as parcelas estudadas. Dias-filho

(2007), aponta que estes nutrientes saem do sistema, principalmente pela erosão ou lixiviação, rápida ciclagem dos nutrientes processados pelo gado, que ficam concentrados em alguns locais dos pastos ou saem do sistema na forma de produtos bovinos.

Conforme constatado por Costa et al. (2007), ainda hoje a carência de informações sobre os aspectos fisiológicos e de condições nutricionais das plantas limitam as ações técnicas adotadas pelos pecuaristas nos manejos das pastagens.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos químicos de solos em áreas de pastagem no município de Altamira – PA, a fim de verificar o nível de deficiência de macro e micronutrientes utilizando estes parâmetros como forma de recuperação das áreas de pastagem, além de discutir sobre a importância da adubação das pastagem como forma de recuperação química dessas áreas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A pastagem deve ser considerada um ecossistema formado pela interação solo-planta-animal-clima e o homem que a explora. A inter-relação desses componentes abióticos e bióticos no ecossistema pastagem é complexa e requer muita atenção, pois o grau de interação entre os fatores componentes, definem a resiliência, limites de resistência e flexibilidade de uso dessa pastagem (SILVA, NASCIMENTO JÚNIOR & EUCLIDES, 2008). Sendo assim, o entendimento desses aspectos e suas respostas é essencial para o planejamento e definição de práticas eficientes e sustentáveis de manejo (SILVA et al., 2008).

Os solos do Brasil são, na sua maioria, intemperizados e ácidos, com baixa capacidade de troca de cátions (CTC), alto poder de fixação de P e elevada acidez trocável (Al^{3+}), e apresentam baixos teores de macronutrientes primários (N, P e K) e secundários (Ca, Mg e S) e de micronutrientes (B, Zn e Cu) (GOEDERT et al., 1985; BERNARDI et al., 2002). Sendo assim, a elevação e a manutenção dos níveis de fertilidade do solo dependem da reciclagem de nutrientes e da adição de mais insumos ao sistema.

Os sistemas de produção animal em pastagens na região amazônica são caracterizados pelo baixo uso de insumos externos (adubos e corretivos) e pela baixa eficiência de uso da terra (baixa capacidade animal por área).

A retirada da floresta, a fragilidade dos solos e a expansão da fronteira agrícola sem o devido conhecimento da vocação agroecológica da região, são fatores a serem considerados na análise sobre a expansão das áreas degradadas da Região Amazônica (TOLEDO; SERRÃO, 1984, citados por COSTA, 2004).

É de fundamental importância relacionar a degradação do pasto com a degradação do solo através de um método de aplicação rápida e prática (análise química de solo).

A avaliação de pastos em diferentes graus de degradação relacionados aos atributos do solo, é útil na identificação de parâmetros que devam apresentar maior expressão nos modelos quantificadores da degradação ambiental.

A identificação desses elos entre o definhamento da pastagem e a perda de qualidade do solo pode ajudar na eficiência da tomada de decisão de ações de curto, médio e longo prazo (VIRÁGH et al., 2011).

2.1 Degradação de Pastagem

Na literatura são encontradas várias definições para degradação de pastagem: Spain & Gualdrón (1991) definiram degradação de pastagem como uma diminuição considerável na produtividade potencial para as condições bióticas e abióticas a que a forrageira está submetida. Segundo Meirelles (1993), ocorre degradação de pastagem quando a produção de forragem é insuficiente para manter determinado número de animais no pasto por um determinado período.

Já para Macedo & Zimmer (1993) e Macedo (1999), a degradação das pastagens é processo evolutivo de perda de vigor, de produtividade, de capacidade de recuperação natural das pastagens para sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelos animais, assim como, o de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras, culminando com a degradação avançada dos recursos naturais, em razão de manejos inadequados.

Segundo Costa (2004), as áreas de pastagens geralmente, são manejadas inadequadamente com baixa oferta de forragem sob lotação contínua, implicando em altas pressões de pastejo, com a utilização de períodos de descanso da forragem menores do que o recomendado (Tabela 1), incompatíveis com a manutenção do equilíbrio do complexo solo-planta-animal no longo prazo, o que tem contribuído para um rápido e crescente processo de degradação, e comprometendo o processo produtivo.

Tabela 1 - Períodos de descanso recomendados para o manejo das principais gramíneas forrageiras, sob lotação rotativa, nas condições edafoclimáticas de Amazônia.

Gramíneas	Períodos de descanso (dias)
<i>A. gayanus</i> cv. Planaltina	28 – 42
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu, Xaraés	28 – 35
<i>B. decumbens</i> , <i>B. ruziziensis</i>	24 - 35
<i>B. dictyoneura</i> , <i>B. humidicola</i>	21 - 28
<i>C. dactylon</i> , <i>C. nlemfluensis</i>	21 - 28
<i>P. maximum</i> cvs. Tobiata, Mombaça	28 - 42
<i>P. maximum</i> cvs. Tanzânia, Centenário, Vencedor	28 - 35
<i>P. maximum</i> x <i>P. infestum</i> cv. <i>Massai</i>	28 - 35
<i>P. atratum</i> cv. Pojuca	21 - 28
<i>P. purpureum</i> cvs. Cameroon, Pioneiro	35 - 49
<i>S. sphacelata</i>	35 - 42

Fonte: Townsend (2012).

Para Carvalho (2003) ocorre degradação de pastagens quando ocorre redução da produção da forragem, bem como, do seu valor nutritivo, mesmo em épocas favoráveis ao crescimento. Dias-Filho (2007), por sua vez, definiu

degradação de pastagem como área com acentuada diminuição da produtividade agrícola (capacidade de suporte ideal) que seria esperada para aquela área, podendo ou não ter perdido a capacidade de manter a produtividade, do ponto de vista biológico (acumular carbono).

A degradação de pastagem está baseada em um processo contínuo de alterações que tem início com a queda do vigor e da produtividade da forrageira, consequência em grande parte da ausência de reposição dos nutrientes exportados do solo (CAMPOS, 2017).

É possível comparar o processo a uma escada, onde no topo estariam as maiores produtividades com a utilização da pastagem e, à medida que se desce os degraus, avança-se no processo de degradação (MACEDO & ARAÚJO, 2012).

Dentre os principais fatores que propiciam e/ou intensificam o processo de degradação, podem-se elencar os seguintes, em ordem de importância (ZIMMER et al., 2012): Excesso de lotação e manejo inadequado das pastagens, falta de correção e adubação na formação e, principalmente, falta de reposição de nutrientes pela adubação de manutenção; espécie ou cultivar inadequada, não adaptada ao clima, solo e objetivo da produção; preparo de solo e técnicas de semeadura impróprias; ausência ou falta de práticas conservacionistas do solo; uso de sementes de má qualidade e origem desconhecida; uso de espécies forrageiras não adaptadas e resistência ao pastejo (Figura 1).

Figura 1 - Desenho esquemático do processo de degradação da pastagem em função do período de exploração



Fonte: Macedo et al. (1999)

Resumidamente as principais causas de degradação das pastagens no Brasil são o excesso de lotação e a falta de reposição de nutrientes, porém os demais

fatores também são relevantes e contribuem conjuntamente para a degradação. Presença de plantas daninhas invasoras, pragas, doenças, compactação do solo, erosão, etc. muitas vezes são apontados como causadores da degradação, mas, na realidade, são efeitos que surgem em decorrência dos fatores acima descritos.

2.2 Amostragem de solo

A análise de solo é o método que permite o conhecimento adequado da capacidade de um solo suprir nutrientes para as plantas (AGUIAR & CASETA, 2012). Essa é uma tecnologia simples, relativamente barata e de importância estratégica.

A amostragem do solo se dá a partir da coleta de 15 a 20 amostras simples por área, dependendo da homogeneidade da área, para compor uma amostra composta.

O procedimento para a coleta das amostras de solo no campo consiste em percorrer uma área homogênea em caminhamento ziguezague, remover a cobertura morta da superfície e amostrar o solo. Não é indicado realizar coletas próximo a casas, brejos, voçorocas, árvores, sulcos de erosão, formigueiro e cupinzeiro, estradas de pedestres e de animais, malhadouros, próximo a cochos de suplementos e fontes de água, bem como não utilizar recipientes sujos ou de metal para coletar as amostras de solo. Por fim, não se deve enviar as amostras em sacos sujos ou úmidos ao laboratório.

A amostra deve ser proveniente de um mesmo tipo de solo, ou seja, mesma cor, textura, topografia, vegetação natural, drenagem e manejo anterior desse solo. No caso de áreas de pastagens, deve-se observar os tipos de forrageiras presentes na área, a idade do pasto e o manejo adotado.

Em geral, para a análise de rotina, a amostra deve ser retirada da camada superficial, na profundidade de 0 a 20 cm, por ser a camada do solo onde se concentra o maior volume das raízes e maior atividade química e biológica, da maioria das plantas cultivadas. Entretanto, determinadas situações exigem uma amostragem em outras profundidades, a fim de se conhecer limitações que podem afetar a produtividade.

A análise química do solo é o principal instrumento utilizado para avaliação da fertilidade e para a recomendação de corretivos e adubos (RAIJ, 1991). Nesse tipo

de análise, são avaliadas a disponibilidade de nutrientes e a presença de elementos tóxicos no solo, que podem prejudicar o crescimento das plantas e, conseqüentemente, a produtividade das forrageiras. Rotineiramente são feitas as seguintes análises: pH, matéria orgânica, fósforo disponível, potássio, cálcio e magnésio trocáveis, acidez potencial (ou H+Al), alumínio trocável e os micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn.

O conjunto dessas análises, aliado a uma boa interpretação dos resultados, é ferramenta de extrema importância dentro do contexto agropecuário, tanto para o aumento da produtividade, quanto para o manejo dos insumos agrícolas, de forma a evitar e diminuir os impactos ambientais e aumentar o retorno econômico do empreendimento.

2.3 Correção de Solo

A acidez do solo se caracteriza pela substituição de cátions adsorvidos aos minerais de argila e matéria orgânica do solo por alumínio e hidrogênio não dissociado (RAIJ, 2011). Solos ácidos reduzem o desenvolvimento das raízes das plantas, que irão absorver menos água e nutrientes.

Conforme Sousa & Lobato (2004), a acidez do solo é influenciada pelos tipos de materiais de origem do solo (rochas básicas ou rochas ácidas); a chuva por afetar o pH do solo através do processo de lixiviação de nutrientes; o tipo de vegetação existente durante a formação do solo; a extração de nutrientes catiônicos por razão das colheitas; a adubação nitrogenada; entre outros.

A primeira etapa para ajustar a fertilidade, a fim de atender as exigências da espécie é corrigir as deficiências do solo. O conjunto de práticas a serem implementadas nessa etapa são denominadas práticas corretivas. Essas práticas devem ser adotadas quando se deseja recuperar pastagens degradadas, por ocasião da implantação de uma nova espécie forrageira em um solo de baixa fertilidade, ou se a pastagem já formada não recebe nenhum tipo de correção e adubação há algum tempo (PEREIRA, 2018).

A calagem é uma prática agrônômica muito utilizada na agricultura brasileira, devido à elevada acidez da maioria dos solos tropicais.

A calagem e adubação são técnicas de recuperação de pastagens que estão quimicamente degradadas. Podem consistir simplesmente em adubação corretiva,

utilizando-se calcário, associada à adubação com nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes, em quantidades que foram determinadas pela análise química do solo (SOARES FILHO et al., 1992a).

A calagem consiste na aplicação de calcário, com a finalidade de elevar os teores de cálcio e magnésio, neutralizar o alumínio tóxico às plantas e corrigir o pH do solo até os 20 cm de profundidade.

É por meio da calagem que a acidez do solo é corrigida, essa prática proporciona melhoria nas condições de cultivo, aumentando a eficiência de uso de fertilizantes, garantindo maior retorno econômico.

A quantidade de calcário a ser utilizada em determinada área depende do tipo de solo do sistema de produção a ser desenvolvido.

A forma mais comum de aplicação é distribuir o produto uniformemente na superfície do solo e, em seguida, incorporar. Se houver necessidade de utilizar doses elevadas (maiores que 5 t/ha), recomenda-se o parcelamento (SOUSA & LOBATO, 2004).

A incorporação do calcário é impossibilitada em pastos já formados, portanto, a aplicação deve ser realizada em superfície. Dessa forma, as doses devem ser um pouco menores para que não haja problemas, pois como o calcário é pouco móvel no solo e tende a se concentrar nos primeiros centímetros de profundidade, pode elevar demasiadamente o pH e afetar a disponibilidade de micronutrientes.

Na Amazônia, são poucos os estudos sobre calagem, destacando-se o de Bastos e Smyth (1984), que obtiveram resultados significativos do efeito do calcário em Latossolo Amarelo muito argiloso, na redução da saturação de alumínio de 42% para 16% e na produção de grãos de milho.

2.4 Adubação

As adubações, por aumentarem a produção e a qualidade da forragem, atuam, positivamente, sobre os dois determinantes primários de produtividade animal em pastagens: a taxa de lotação e o desempenho dos animais (MARTHA JÚNIOR & VILELA, 2007).

A adubação de pastagens é constituída por duas fases: a adubação de formação ou de estabelecimento, que visa ao fornecimento dos nutrientes para o

desenvolvimento da pastagem e que corrige as deficiências do solo no suprimento de nutrientes, e a adubação de manutenção, que visa ao fornecimento ou à reposição dos nutrientes extraídos ou perdidos durante o pastejo (Tabela 2).

Tabela 2 -Recomendação de adubação para pastagem em sistema de pastejo rotativo semi-intensivo e intensivo, em função da análise do solo.

Época	N (Kg ha ⁻¹)	P no solo (mg dm ⁻³)*			K no solo (mg dm ⁻³)*		
		0 - 10	11 - 20	> 20	0 - 40	41 - 70	> 70
		P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)			K ₂ O (Kg ha ⁻¹)		
Plantio	100	80	60	-	60	40	-
Manutenção (Anual)	60	80	60	-	60	40	-

Fonte: Recomendações de adubação para o Estado do Pará (Embrapa, 2020).

Por exemplo, o capim-braquiária suporta acidez do solo muito intensa (pH em CaCl₂ de até 3,5), e uma saturação por bases (inclui Ca e Mg) de até 8%, embora seu ideal esteja em torno de 40%, mas não suporta teores de magnésio e de cálcio abaixo do nível crítico (PRIMAVESI et al., 2004). Isso porque o cálcio é necessário para formar a parede das células da forrageira, e o magnésio é essencial para que ocorra a fotossíntese.

As partículas do solo (matéria orgânica + argila), de acordo com Rajj (1991) e Tisdale et al. (1995), têm cargas negativas que atraem elementos com carga positiva, ou seja, os cátions (K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ principalmente). O conjunto dos elementos carregados positivamente (exceto H e Al) origina a soma de bases do solo. O número dessas cargas aumenta com o pH, em especial das cargas covalentes ocorrentes na matéria orgânica. O solo também possui cargas positivas que atraem elementos com cargas negativas, como o fósforo e o enxofre. Quanto mais baixo o pH (maior acidez), maior o número dessas cargas.

A quantidade de cargas negativas ocupadas por cátions define a capacidade de troca catiônica - CTC ou T do solo que cresce com o teor de matéria orgânica e de argila. Para calcular a CTC a pH 7,0 adicionam-se os valores de H+Al à soma de bases (a CTC efetiva ou t é calculada adicionando-se o valor de Al à soma de bases). A saturação por bases (V%) representa a porcentagem da CTC que é ocupada por bases (Ca, Mg e K).

atributos/nutrientes: pH em água (relação solo:água 1:2,5), potássio (K) disponível (extração: HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹), fósforo (P) disponível (extração: HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹), alumínio (Al) trocável (extração: KCl 1mol L⁻¹), bases trocáveis (Ca e Mg) (extração: KCl 1mol L⁻¹), e os micronutrientes ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), boro (B) e cobre (Cu) - extração: HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹, além disso Saturação de Base (%).

Apenas de não ter sido realizada análise da textura do solo as amostras coletadas tinham como características solos arenosos.

A escolha do atributo químico do solo como método avaliativo da pesquisa foi devido à importância desses parâmetros e elementos na fertilidade do solo e desenvolvimento do cultivo das culturas.

Para o parâmetro comparativo das amostras analisadas foi utilizado o Manual de Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará, este manual apresenta aspectos gerais dos solos do Pará, e considerando a baixa fertilidade e a elevada acidez da maioria dos solos do estado, possui grande relevância para interpretação de análises de solo.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A lei do mínimo, formulada por Liebig em 1862, diz que a produção das culturas é limitada pelo nutriente em menor disponibilidade no solo, mesmo que todos os outros estejam disponíveis em quantidades adequadas.

Nas análises de solos avaliadas, levando em consideração a média das 54 áreas, foram observados baixos teores de: P, K, Ca, Mg, B, Cu, Zn e Saturação de Base, teor médio de Al e teores altos de Fe e Mn (Tabela 3). Os resultados para cada área podem ser explorados no anexo 1.

Tabela 3. Resultado das análises para o comparativo.

Nutriente	Média das 54 áreas	Nível de Fertilidade
pH (H ₂ O)	5,08	Baixo
Fosforo (P) mg dm ⁻³	2,18	Baixo
Potássio (K) mg dm ⁻³	35,22	Baixo
Cálcio (Ca) + Magnésio (mg) cmol dm ⁻³	1,09	Baixo
Magnésio (Mg) cmol dm ⁻³	0,20	Baixo
Alumínio (Al) cmol dm ⁻³	0,56	Médio
Boro (B) mg dm ⁻³	0,50	Baixo
Cobre (Cu) mg dm ⁻³	0,69	Baixo
Ferro (Fe) mg dm ⁻³	394,58	Alta
Manganês (Mn) mg dm ⁻³	17,96	Alta
Zinco (Zn) mg dm ⁻³	0,61	Baixo
Saturação de Bases (%)	23,82	Baixo

Fonte: Autor

O nível de pH das áreas em estudo apresentou uma média de 5,1 com um valor mínimo de 4,5 e valor máximo de 5,7, indicando alta acidez para os solos avaliados (Tabela 4), sendo que em 1,8% das amostras o valor de pH foi muito baixo e 51,99% valor médio.

O pH do solo é um indicativo da sua fertilidade atual, isto é, da forma química em que o alumínio se encontra (tóxico (Al³⁺) ou precipitado (Al(OH)₃)), do nível de solubilidade dos macro e micronutrientes e da atividade de micro-organismos no solo. O pH mede a acidez ativa do solo que é a atividade de H⁺ presente na solução do solo (PREZOTTI, 2013).

A redução do pH do solo diminui a disponibilidade dos micronutrientes Cl, Mo e B e dos macronutrientes e aumenta a solubilidade de Al³⁺, forma tóxica do alumínio.

Tabela 4. Interpretação dos níveis de pH (acidez) da camada arável de solo.

Acidez	pH em CaCl₂	Classificação Agrônômica	pH em água
Muito Alta	Até 4,3	Muito baixo	< 4,5
Alta	4,4-5,0	Baixo	4,5 - 5,4
Média	5,1-5,5	Bom	5,5 - 6,0
Baixa	5,6-6,0	Alto	6,1 - 7,0
Muito Baixa	>6,0	Muito alto	> 7,0

Fonte: Adaptado de Raij *et al.* (1997) e Alvarez V. *et al.* (1999).

Em solos com pH superior a 6,5 ocorre a redução acentuada na disponibilidade dos micronutrientes Zn, Cu, Fe e Mn. Por essas razões, o pH do solo considerado adequado para o crescimento e desenvolvimento das plantas situa-se entre 6,0 e 6,5. Nessa faixa de pH não há presença de Al³⁺ (forma tóxica) e há boa disponibilidade de nutrientes. Em pH acima de 6,5, a solubilidade do Fe decresce aproximadamente mil vezes para cada unidade de aumento do pH do solo. Na faixa de pH de 4 a 9, a solubilidade de Mn diminui 100 vezes, para cada unidade de aumento do pH do solo (PREZOTTI, 2013).

Solos com características arenosas possuem baixa capacidade tampão, sendo relacionado aos baixos teores de argila e de matéria orgânica, geralmente apresentam baixa capacidade de retenção de nutrientes e de água.

Os teores de P observados no estudo, mostram que o nível de disponibilidade do P é baixo, em média 2,18 mg dm⁻³ (Tabela 3), sendo que os valores encontrados nas áreas analisadas oscilaram entre 1,0 a 6,0 mg dm⁻³ (Anexo 1), em 100% das amostras o teor de P foi considerado baixo em comparação com Manual de adubação para o estado do Pará.

As classes de interpretação de P, para fins de recomendação de adubação fosfatada, encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Classes de interpretação da disponibilidade de fósforo no solo definidas, em função da textura do solo.

Textura/teor de argila * (%)	Disponibilidade de P (mg dm⁻³) *			
	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Argilosa (> 35)	≤ 5	6 – 10	11 – 15	>15
Média (15 – 35)	≤ 8	9 – 15	16 – 20	>20
Arenosa (< 15)	≤ 10	11 – 18	19 – 25	>25

Fonte: Recomendações de adubação para o Estado do Pará (Embrapa, 2020)

Segundo Dias-Filho (2011), de todos os nutrientes essenciais para as plantas, o P é geralmente considerado o mais limitante para a produtividade primária em

ecossistemas tropicais, sendo que a manutenção dos níveis adequados de fósforo disponível no solo é um dos maiores desafios para quem maneja pastagem.

Em relação ao K, os níveis observados variaram de 10,00 mg dm⁻³ a 180,00 mg dm⁻³ (Anexo 1) com teor médio de aproximadamente 35,22 mg dm⁻³ (Tabela 3), sendo que a disponibilidade de K foi baixa para 68%, média para 22% e alta e muito alta para 10% das áreas avaliadas, segundo o manual de adubação para o Estado do Pará (Tabela 6).

De acordo com Vilela; Martha Júnior & Sousa (2007), a maioria dos solos contém grandes quantidades de potássio, mas apenas uma pequena porcentagem é disponível para as plantas.

Tabela 6. Classes de interpretação da disponibilidade de potássio (K) no solo definidas, em função da textura do solo.

Disponibilidade de K (mg dm ⁻³)			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
≤ 40	41 – 60	61 – 90	>90

Fonte: Recomendações de adubação para o Estado do Pará (Embrapa, 2020)

Mattos & Monteiro (1998) verificaram efeitos positivos de doses de K na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, no número de perfilhos e na concentração de K em *Brachiaria brizantha*, ou seja, o solo precisa estar bem suprido deste nutriente para garantir que as plantas tenham a quantidade exigida durante os seus vários estágios de crescimento.

A fonte mais disponível no mercado é o cloreto de potássio (KCl) e sua aplicação pode ser feita a lanço (VILELA et al., 2004).

Em relação a Ca + Mg, o teor médio obtido foi de aproximadamente 1,09 cmol dm⁻³ (Tabela 3), sendo que os teores mínimo e máximo encontrados foram de 0,30 cmol dm⁻³ e 2,70 cmol dm⁻³, respectivamente (Anexo 1), cerca de 85% das amostras tiveram teores baixos e 15% teores médios de Ca e Mg. Os teores de Ca e Mg estão diretamente relacionados com a acidez dos solos (Tabela 7).

Tabela 7. Classes de interpretação para cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al) no solo.

Determinação	Faixa de Teores (cmol dm ⁻³)		
	Baixa	Média	Alta
Ca + Mg	≤ 2	2,0 – 5,0	>5
Mg	≤ 0,5	0,5 – 1,5	>1,5
Al	≤ 0,3	0,3 – 1,0	>1,0

Fonte: Recomendações de adubação para o Estado do Pará (Embrapa, 2020).

Ca e Mg, são os elementos que mais influenciam na porcentagem de Saturação de bases (V) em razão da sua maior taxa de ocupação da Capacidade de

Troca de Cátions a pH 7,0 (T). Geralmente solos ácidos apresentam baixos teores de Ca e de Mg, sendo que seus teores são aumentados com a aplicação de calcário, que, por sua vez, eleva a saturação por bases do solo, aumenta o pH e reduz a toxidez do Al (PREZOTTI, 2013).

O Mg apresentou o mesmo comportamento do Ca, com nível baixo, aproximadamente $0,20 \text{ cmol dm}^{-3}$ (Tabela 3), em todas as amostras (100%) os teores de Mg foram considerados baixos.

A principal fonte de Ca e Mg para pastagens é o calcário, sendo que os calcários calcíticos contém, em média, 45% de CaCO_3 , e os dolomíticos, em média, 20 a 40% de MgO (GUIMARÃES JR. et al., 2013).

O teor de Al foi de aproximadamente $0,56 \text{ cmol dm}^{-3}$ (Tabela 3) e segundo o manual de adubação para o estado do Pará (EMBRAPA, 2020) esse teor é considerado médio, sendo que o teor máximo encontrado nas amostras foi de $1,30 \text{ cmol dm}^{-3}$ (Anexo 1), 39% das amostras tiveram resultado teores baixos, 57% teores médios e 4% teores altos de Al.

Os níveis de Al podem comprometer o crescimento vegetal, afetando o crescimento radicular e influenciando, de diversas formas, na absorção e disponibilidade de nutrientes sendo, por isso, um dos fatores que mais limitam o desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2004).

Tendo em vista que os solos tropicais possuem alta concentração do Al^{+3} tóxico, normalmente, o excesso de Al no solo promove a toxicidade nas plantas, constituindo o principal fator limitante à absorção de outros nutrientes (como P, Mg, Ca e K), além de afetar a germinação e crescimento de raízes.

Em relação aos parâmetros que refletem a acidez no solo (pH, Al e Ca + Mg), pode-se dizer que se mantiveram baixos, o que reflete um indicativo da baixa fertilidade nos solos estudados.

A perda de nutrientes e a acidificação são processos de degradação do solo e comprometem a produtividade e a sustentabilidade em áreas de pastagens (OLIVEIRA et al., 2005; 2003a).

Em decorrência da pouca disponibilidade de informações de pesquisa no estado sobre respostas das culturas aos micronutrientes, o estabelecimento das classes de teores foi baseado em informações existentes na literatura.

Para os micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn disponível (Tabela 3), as classes foram estabelecidas de acordo com os teores extraídos do solo pelo extrator Mehlich -1 (Tabela 8).

Os micronutrientes são essenciais para o desenvolvimento das plantas. Entretanto, em comparação com os macronutrientes, são requeridos em quantidades muito menores, além de apresentarem concentrações bem inferiores às dos macronutrientes nas plantas (VILELA et al., 2007).

Tabela 8. Classes de interpretação da disponibilidade dos micronutrientes

Nutriente	Disponibilidade de micronutrientes (mg dm ⁻³)		
	Baixa	Média	Alta
Boro	< 0,35	0,5 – 0,90	>0,90
Cobre	< 0,70	0,70 – 1,80	>1,80
Ferro	< 18	18 – 45	>45
Manganês	< 5	5 – 12	>12
Zinco	< 0,9	0,9 – 2,2	>2,2

Fonte: Recomendações de adubação para o Estado do Pará (Embrapa, 2020)

Para os micronutrientes apenas Fe e Mn obtiveram teores altos, sendo que para o Fe 100% das amostras tiveram níveis altos e para Mn 31,5% das amostras níveis baixos, 31,5% níveis médios e 37% níveis altos. Os níveis de B, Cu e Zn foram considerados baixos para B 28% das amostras tiveram níveis baixos, 65% níveis médios e 7% níveis altos; para as amostras de Cu 70% obtiveram níveis baixos, 24% níveis médios e 6% níveis altos e para Zn 72% das amostras tiveram níveis baixos e 28% médios.

Em pastagens de gramíneas tropicais, a resposta à aplicação de micronutrientes, de modo geral, não tem sido expressiva como aquela observada em culturas de grãos (VILELA et al., 2007), porém, uma mistura de micronutrientes que contenha 0,2; 2,0; 2,0; e 1,0 kg ha⁻¹, respectivamente, de Mo, Zn, Cu, e B, normalmente, satisfaz a exigência da maioria das plantas forrageiras (VILELA et al., 2004).

A saturação de bases indica a porcentagem do total de cargas negativas ocupadas por bases, o resultado obtido nas análises foi de 23,82% (Tabela 3), valor considerado baixo para o cultivo de pastagem.

Werner et al. (1996) sugeriram que a saturação por bases para o capim-braquiária (gramínea do grupo III, menos exigente) fosse de 40% na formação e na manutenção.

Com a calagem, busca-se elevar a saturação por bases do solo a valores adequados à exigência da cultura, ao se elevar a saturação por bases do solo com a calagem, há uma redução proporcional do H + Al, reduzindo-se assim a acidez do solo.

A calagem e a adubação melhoram a fertilidade do solo, promovem melhor estabelecimento da pastagem, aumentando a sua densidade, proporcionando, conseqüentemente, maior cobertura do solo, protegendo-o da erosão (PERON & EVANGELISTA, 2004).

A adubação tem como objetivo primordial manter ou aumentar no solo a disponibilidade dos nutrientes e o teor de matéria orgânica, já que a incorporação de elementos restitui aqueles perdidos pelo solo em processos de lixiviação, erosão, complexação, imobilização, fixação, volatilização e, de absorção pelas plantas (RUSSELL & RUSSELL, 1973; TISDALE & NELSON, 1975; SANCHEZ, 1981; THOMAS & HARGROVE, 1984).

A adubação é apontada como fator essencial para acelerar o processo de recuperação de pastagens de *Brachiaria brizantha* após ataque de cigarrinhas (D'AVILA et al., 2005).

Para Dias-Filho (2007), adubar significa promover a intensificação do manejo do pasto, devido ao aumento na produção de carne e leite sem a necessidade de aumentar a área plantada. Este autor fala da viabilidade econômica de uma adubação inicial leve no processo de renovação da pastagem e ressalta que, quanto antes se iniciar o processo de adubação de reposição, menor vai ser o custo, devido à menor necessidade de capital investido.

5 CONCLUSÕES

Quanto à caracterização das propriedades químicas do solo nas áreas analisadas, observou-se que a maioria dos nutrientes avaliados apresentaram teores baixos, com valores inferiores aos valores de referência estabelecidos como padrão para o solo, exceto para Fe e Mn (micronutrientes) que apresentaram teores altos.

Os solos das áreas analisadas, apresentaram pH ácidos e valores de saturação de base (V%) abaixo do recomendado para a cultura da pastagem.

Solos ácidos não permitem que boa parte dos nutrientes estejam disponíveis para as plantas, o que resulta em baixo potencial de crescimento do pasto. Isso demonstra a necessidade da realização de recuperação das áreas de pastagem com calagem e adubação.

Geralmente solos da Região Amazônica onde existem pastagens implantadas, são solos que não apresentam propriedades químicas satisfatórias, isto pode ser considerado com um dos principais fatores da degradação das pastagens nas áreas avaliadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recuperação de áreas de pastagens degradadas (via adubação química) corresponde a prática de manejo cujo objetivo principal é restaurar a produtividade e vigor da pastagem, e para que isso ocorra a manutenção da fertilidade do solo é fundamental.

Uma área de pastagem degradada quimicamente tem como principal característica a baixa disponibilidade de nutrientes provenientes do solo. A adubação de pastagem irá repor ao solo os nutrientes que as plantas absorvem e são exportados pelos animais em forma de carne, leite, etc, além disso a reposição de nutrientes beneficia a manutenção da produtividade da pastagem, tornando-se uma prática indispensável para tal objetivo.

Ressalta-se que a correção e manutenção da fertilidade do solo (via adubação química) é apenas uma das medidas para mitigar degradação de pastagem.

Aliada a outras práticas como boa lotação animal por área, plantio de espécie de forragem adaptada a região, evitar queimadas e controle de plantas invasoras, a adequada fertilidade do solo beneficiará grandemente a produção de forragem e conseqüentemente mais produção animal e lucratividade para os produtores.

Considerando a importância da atividade pecuária para a região os dados obtidos foram eficientes para mapear as principais deficiências de nutrientes no solo, além disso os resultados apresentados neste estudo possuem potencial para contribuir para o aumento da produtividade das pastagens e conseqüentemente aumento da produção pecuária.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, V. H. et al. **Acidez e calagem do solo. In: Fertilidade e manejo do solo. Brasília: ABEAS, 67p. (Módulo, 4).1996.**

ANDRADE, C. M. S. **Calagem em pastagens cultivadas na Amazônia.** Rio Branco, AC: 29 p. Embrapa Acre, 2010.

ARAÚJO, R.; Goedert, W. J.; Lacerda, M. P. C. **Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, p.1099-1108, 2007.

ARNON, D. I. & STOUT, P. R. **The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper.** Plant physiol, Washington, 14 : 371-375, 1939.

BARIONI, L.G.; Martha Júnior, G.B.; Ramos, A.K.B.; Veloso, R.F.; Rodrigues, D.C.de; Vilela, I. **Planejamento e gestão do uso de recursos forrageiros na produção de bovinos em pastejo.** In. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, Anais. p.105-153. FEAIQ. Piracicaba. 2003.

BARIONI, L.G.; Ramos, AK.B.; Martha Júnior, G.B.; Ferreira, A.C.; Silva, FAM.; Vilela, I.; Veloso, R.F. **Orçamentação forrageiras e ajustes em taxas de lotação.** In Simpósio sobre Manejo de Pastagens. Anais. p.217-243. FEAIQ, Piracicaba. 2005.

BASTOS, J. B.; SMYTH, T. J. Efeito do calcário em Latossolo Amarelo muito argiloso na produção de culturas anuais. Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1984. 5 p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus.Pesquisa em andamento, 61).

BENDAHAN, A. B; VEIGA, J. B. da. Características das pastagens em propriedades leiteiras da microrregião de Castanhal, estado do Pará, Brasil. In: VEIGA, J. B. da; TOURRAND, J. F. (org.). Viabilidade de sistemas agropecuários na agricultura familiar da Amazônia. Embrapa Amazônia Oriental, p. 79-101.Belém: 2003.

BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A., SILVA, C. A. **Fertilidade do solo e demanda por nutrientes no Brasil.** In: MANZATTO, C. M.; FREITAS JÚNIOR, E.; PERES, J. R. R. **Uso agrícola dos solos brasileiros.** p. 61-77. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2002.

CAMPOS N.R.F.; THEODORO G.F; ARAÚJO, A.R.; BAPTAGLINMONTAGNER, D. **Aducação de Pastagens e Manejo do Pastejo como estratégias para intensificar a produção animal.** Anais da X mostra científica FAMEZ / UFMS, Campo Grande, 2017.

CANTARELLA, H.; Correa, L.A.; Primavesi, O.; Primavesi, A.c. **Fertilidade do solo em sistemas intensivos de manejo de pastagens.** In Simpósio sobre Manejo de Pastagens. Inovações tecnológicas no manejo de pastagens. Anais. P.99-131. FEALQ, Piracicaba, 2002.

CANTARUTTI, R.B.; Martins, C.E.; Carvalho, M.M.; Fonseca, D.M.; Arruda, M.L.; Vilela, H.; Oliveira, F.T.T. Pastagens. In: Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G.; Alvarez CARVALHO, A. D. R. **A busca da sustentabilidade das pastagens no assentamento Belo Horizonte I, são Domingos do Araguaia – Pa.** Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, 2010.

CARVALHO. W.T.V; Minighin, D. C; Gonçalves, L. C; Villanova, D. F. Q; Mauricio, R. M; Pereira, R. V. G. **Pastagens degradadas e técnicas de recuperação:** Revisão. PubVet. v. 11 No. 10 p. 0947-1073. 2017.

COSTA, N. de L. **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia.** 212p. Embrapa Rondônia, Porto Velho. 2004.

D'AVILA, H. M., et al. Influência da adubação e do controle da cigarrinha na morte da brachiaria brizantha cv. Marandu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia–GO. Anais..., 2005. [CD room].

DIAS; C. L.S. **Ocupação dos espaços, gestão e degradação das pastagens entre pecuaristas da microrregião de São Félix do Xingu – PA.** 164 f. Dissertação (mestrado) - Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação.** 3. ed. 190p. Embrapa Amazônia Oriental, Belém. 2007.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação.** 4. ed. 215p. Belém, 2011.

DIAS-FILHO, M.B. **Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira.** R. Bras. Zootec., v.40, p.270-279, 2011.

BRASIL E. C, CRAVO, M. S, VIÉGAS I. J. M. Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará – 2. ed. – Embrapa, Brasília, DF: 419 p. 2020.
EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas - Princípios e perspectivas**. Tradução e notas de E. Malavolta. São Paulo, Livros Técnicos e Científicos. Ed. S.A. 341 p. 1975.

FREITAS, G. A; BENDITO, B. P. C; SANTOS, A. C. M; SOUSA, P. A. **Diagnóstico Ambiental de Áreas de Pastagens Degradadas no Município de Gurupi -TO**. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n1p10-15>. Acesso em 26/07/2021 as 15:12h.

GALVÃO, A. K. L. **Degradação de pastagens em quatro municípios do Estado do Amazonas com base na infestação de plantas daninhas e nos atributos do solo**. UFAM, Manaus. 2011.

GOMES, T.O; BRITO, J. S; CAMPOS; M.V.A; SANTOS; S. F; PEREIRA, G.M. Características químicas de um latossolo sob pastagem no sudeste paraense. III Congresso Internacional das Ciências Agrárias, COINTER – PDVAGRO, 2018.

GUIMARÃES JÚNIOR, M.P.A.; SANTOS, A.C.; ARAÚJO, A.S. et al. Relação Ca:Mg do corretivo da acidez do solo e as características agronômicas de plantas forrageiras. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. Salvador, v.14, n.3, p.460-471.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Amostragem de solo para análise química: plantio direto e convencional, culturas perenes, várzeas, pastagem e capineiras. 28 p. Londrina, PR. 1996.

MACEDO, M.C.M. Degradação de pastagens: conceitos e métodos de recuperação. In: Anais do Simpósio de Sustentabilidade da Pecuária de Leite no Brasil.

MATIAS, M. I. A. S. Influência da cobertura vegetal na disponibilidade de nutrientes e na distribuição do sistema radicular em Latossolo Amarelo coeso de Tabuleiro Costeiro. 2003. 78f. - Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, Ba, 2003.

MATTOS, W.T.; MONTEIRO, F.A. Respostas de braquiária brizantha a doses de potássio. Sci. agric., v. 55, n. 3, p. 428-437, Piracicaba, 1998.

VILERA, D.; MARTINS, C.E.; BRESSAN, M.; CARVALHO, L.A. (Eds.). Embrapa Gado de Leite. P.137-150, 1999.

MACEDO, M.C.M.; ARAÚJO, A.R. **Sistemas de integração lavoura-pecuária: alternativas para recuperação de pastagens degradadas**. In: BUNGENSTAB, D.J. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Cap. 4. p. 28-48. Embrapa, Brasília: 2012.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Sistema pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. (eds.). SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 2. Anais. p. 216-245. FUNEP, UNESP, Jaboticabal. 1993.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L. Uso de fertilizantes em pastagens. In: MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. **Cerrado: Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Cap. 2. p. 43-68. Embrapa Cerrados, Planaltina: 2007.

NASCIMENTO, J. T.; Silva, I. F.; Santiago, R. D.; Silva Neto, L. F. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.3, p.457-462, 2003.

OLIVEIRA P. P. A.; Boaretto, A. E.; Trivelin, P. C. O.; Oliveira W. S.de; Corsi M. Liming and fertilization to restore degraded *Brachiaria decumbens* pastures grown on an entisol. *Scientia Agrícola*, v.60, n.1, p.125-131, 2003a.

OLIVEIRA P. P. A.; Ocheuze P. C. Trivelin, Oliveira W. S.; Corsi M. Fertilização com N e S na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. marandu em Neossolo Quartzarênico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.4, p.1121-1129, 2005.

PEREIRA, L. E. T. **Recomendações para correção e adubação de Pastagens tropicais**. 56 p.: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, Pirassununga, 2018.

PERON, A. J. & Evangelista, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. *Ciência e Agrotecnologia*, pag. 655-661. 2004.

PREZOTTI, L. C; MARTINS, A.G. Guia de interpretação de análise de solo e foliar – Incaper, 104 p. Vitória, ES: 2013.

PRIMAVESI, O.; Primavesi, A.c.; Corrêa, L.A.; Armelin, M.JA; Freitas, A.R. **Calagem em pastagem de *Brachiaria decumbens* recuperada com adubação nitrogenada em cobertura**. Circular Técnica, 37. Embrapa Pecuária Sudeste, (dez) 32p. (Embrapa Pecuária Sudeste,). São Carlos. 2004.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: 343p. Potafos, Ceres, 1991.

RAIJ, B. Van; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Boletim Técnico 100. 285p Instituto Agronômico/Fundação IAC, Campinas, 1997.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. IPNI, 420p. Piracicaba. 2011.

RUSSELL, E. W. & RUSSELL, E. J. Soil conditions and plant growth. 10th ed. London, Longmans Green, 1973. 849 p.

Sanchez, P.A. **Suelos dei Tropico**. Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura, 634p. Costa Rica. 1981.

SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. **Ecofisiologia de Plantas Forrageiras**. In: PEREIRA, O.G., OBEID, J.A., NASCIMENTO Jr., D. FONSECA, D.M., (Eds.). Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, III. Anais p.1-42, 430p. UFV, Viçosa: 2006.

SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.B.P. **Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo**. 115 p. Suprema, Viçosa - Mg: 2008.

SILVA, M. C.; Santos, M. V. F.; D. Júnior, J. C. B.; Lira, M. A.; Santana, D. F. Y.; Farias, I.; Santos, V. F. **Avaliação de métodos para recuperação de pastagens de Braquiária no agreste de Pernambuco**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.6, p.1999-2006, 2004.

SOARES FILHO, C.V.; MONTEIRO, F.A.; CORSI, M. **Recuperação de pastagens degradadas: 1. Efeito de diferentes tratamentos de fertilização e manejo**. Pasturas Tropicales, v.14, p.2-6, 1992.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2. ed. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, 2004.

THOMAS, G. W. & HARGROVE, W. L. The chemistry of soil acidity. In: F. ADAMS (ed). Soil acidity and liming. 2a ed. Madison. ASA, CSSA, SSSA , 1984. p. 3-56.

TISDALE, S. L. & NELSON, W. L. Soil fertility and fertilizer. 3a ed. New York, Collier Mc Millan International editions, 1975. 694 p.

TOWNSEND, C. R. **Recuperação e práticas sustentáveis de manejo de pastagens na Amazônia**. Documentos ISSN 0103-9865, 23 p. Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, 2012.

VENEGAS, V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5a Aproximação). p.332-341. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, Viçosa. 1999.

VILELA, L. et al. **Calagem e adubação para pastagens**. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Cerrado: Correção do solo e adubação. 2. ed. Cap. 14. p. 367-382. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília: 2004.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; SOUSA, D.M.G. **Adubação potássica e com micronutrientes**. In: MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. Cerrado: Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Cap. 8. p. 179-187. Embrapa Cerrados, Planaltina: 2007.

VIRÁGH, K.; Tóth, T.; Somodi, I. **Effect of slight vegetation degradation on soil properties in Brachy podium pinnatum grass lands**. Plant Soil, v.345, p.303-313, 2011.

WERNER, J. c.; Paulino, V. T.; Cantarella, H. **Recomendação de adubação e calagem para forrageiras**. In: RAIJ, B. van; SILVA, N.M.; BATAGLIA, o.c.. QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI, Jr., R.; DECHEN, A.R.; TRANI, PE Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. (Boletim Técnico, 100) p.263-271. IAC, Campinas: 1996.

ZIMMER, A. H.; CORREA, E. S. **A pecuária nacional, uma pecuária de pasto?** In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, Anais p.1-25. Instituto de Zootecnia. Nova Odessa: 1993.

ANEXO 1 - Resultados das amostras de solo da pesquisa

	UNIDADE	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Área 6	Área 7	Área 8	Área 9	Área 10	Área 11	Área 12	Área 13	Área 14	Área 15	Área 16	Área 17	Área 18	Área 19	Área 20
Fósforo Mehlich	mg/dm ³	2	2	1	2	6	2	2	3	3	2	5	1	2	2	2	2	1	2	2	2
Fósforo Remanescente	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo Resina	mg/dm ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potássio (K)	mg/dm ³	17	14	10	13	20	10	11	15	17	12	17	13	17	22	24	22	15	110	180	104
Enxofre (S)	mg/dm ³	5	3	4	3	7	3	4	3	4	4	3	3	9	24	18	4	3	14	16	30
Cálcio (Ca)	cmol c/dm ³	0,7	0,6	0,8	0,4	0,7	0,2	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,6	0,5	0,6	1,5	0,5	2	2,2	2
Magnésio (Mg)	cmol c/dm ³	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,4	0,5	0,3
Alumínio (Al)	cmol c/dm ³	0,4	0,4	0,3	1	0,2	0,4	0,8	0,6	1	1	0,6	1	1	0,4	0,5	0,1	1	1,3	0,3	0,4
H+Al	cmol c/dm ³	3,6	3,8	2,6	4	2,8	3,4	3,6	3,3	5	5	4,2	3,6	5,2	4,2	5	3,8	5	4	4,2	5
pH em H ₂ O	-	5,1	5,3	5,4	4,7	5,5	4,9	4,8	4,9	4,8	4,8	4,9	4,7	4,7	5,2	5	5,6	4,8	5,4	5,4	5,2
pH em CaCl ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH SMP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Matéria Orgânica	dag/kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2	3,2	3,7	2,9
Ferro (Fe)	mg/dm ³	394	337	479	503	432	373	417	450	418	499	281	443	464	365	434	215	400	281	305	256
Zinco (Zn)	mg/dm ³	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	1,3	0,2	1	1	0,7
Cobre (Cu)	mg/dm ³	1,5	1,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,2	0,2	1,1	1,4	1	0,3	0,5	0,1	1,9	3,1	1	0,5	0,5	0,2
Manganês (Mn)	mg/dm ³	7	3	3	2	14	6	5	3	3	4	6	3	3	3	7	102	3	36	29	22
Boro (B)	mg/dm ³	0,38	0,27	0,31	0,6	0,38	0,43	0,5	0,46	0,49	0,44	0,4	0,5	0,46	0,43	0,63	0,2	0,27	0,94	0,95	0,91
Sódio (Na)	mg/dm ³	8	3	3	6	4	2	2	2	4	3	4	3	3	3	5	4	2	5	6	4
Cloro (Cl)	mg/dm ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Relação Ca/Mg	-	3,5	6	8	4	3,5	2	3	3	5	4	2	3	6	2,5	3	5	5	5	4,4	6,7
Relação Ca/K	-	16,1	16,7	31,2	12	13,7	7,8	10,6	7,8	11,5	13	9,2	9	13,8	8,9	9,8	27	13	7,1	4,8	7,5
Relação Mg/K	-	4,6	2,8	3,9	3	3,9	3,9	3,5	2,6	2,3	3,3	4,6	3	2,3	3,5	3,3	5,3	2,6	1,4	1,1	1,1
Sat. Ca na CTC (T)	%	15,4	13,2	22,7	8,8	18,7	5,4	7,4	8	8,9	7,2	8,3	7,4	10,1	10,1	10,2	27	8,9	29,9	29,9	26,4
Sat. Mg na CTC (T)	%	4,4	2,2	2,8	2,2	5,3	2,7	2,5	2,7	1,8	1,8	4,1	2,5	1,7	4	3,4	5,3	1,8	6	6,8	4
Sat. K na CTC (T)	%	1	0,8	0,7	0,7	1,4	0,7	0,7	1	0,8	0,6	0,9	0,8	0,7	1,1	1	1	0,7	4,2	6,3	3,5
Índice saturação Na	%	0,7	0,3	0,3	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	0,2
Soma de Bases (SB)	cmol c/dm ³	1	0,7	0,9	0,6	1	0,3	0,4	0,4	0,7	0,5	0,7	0,4	0,8	0,8	0,9	1,9	0,6	2,7	3,2	2,6
CTC efetiva (t)	cmol c/dm ³	1,4	1,1	1,2	1,6	1,2	1	1,2	1	1,7	1,5	1,3	1,4	1,8	1,2	1,4	2	1,6	3	3,5	3
CTC a pH 7,0 (T)	cmol c/dm ³	4,6	4,5	3,5	4,6	3,8	3,7	4	3,7	5,7	5,5	4,9	4	6	5	5,9	5,7	5,6	6,7	7,4	7,6
Sat. Alumínio (m)	%	30	35	24	65	17	68	65	58	61	65	48	70	57	35	37	5	61	10	9	13
Saturação de bases	%	21,4	16,5	26,5	12,3	25,7	9	10,8	11,9	11,7	9,8	14	11	12,7	15,5	15	33	11,5	40,3	43,1	34,1

	UNIDADE	Área 21	Área 22	Área 23	Área 24	Área 25	Área 26	Área 27	Área 28	Área 29	Área 30	Área 31	Área 32	Área 33	Área 34	Área 35	Área 36	Área 37	Área 38	Área 39	Área 40
Fósforo Mehlich	mg/dm ³	2	3	2	3	2	4	6	2	2	2	3	2	3	2	3	1	2	2	2	2
Fósforo Remanescente	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo Resina	mg/dm ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potássio (K)	mg/dm ³	43	17	15	17	18	39	20	58	46	47	82	36	48	17	37	26	49	58	46	47
Enxofre (S)	mg/dm ³	5	10	16	9	11	8	9	20	18	17	17	7	3	8	8	6	9	20	18	17
Cálcio (Ca)	cmol c/dm ³	0,9	1,5	0,6	1	0,8	1,4	0,8	0,5	1,8	0,7	2	2	1,1	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	1,8	0,7
Magnésio (Mg)	cmol c/dm ³	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2
Alumínio (Al)	cmol c/dm ³	0,1	0,1	1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,6	0,3	0	0,7	1	0,7	1,2	1	0,2	0,3	0,6
H+Al	cmol c/dm ³	3,1	2,2	3,4	2,5	2	3,1	2,9	2,6	3,4	4,5	3,6	5	6,1	4,2	4	11	9,3	2,6	3,4	4,5
pH em H ₂ O	-	5,6	5,6	4,6	5,3	5,3	5,3	5,5	5,5	5,3	4,9	5,4	5,7	4,8	4,6	4,8	4,3	4,6	5,5	5,3	4,9
pH em CaCl ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH SMP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Matéria Orgânica	dag/kg	1,4	1,2	1,4	1,6	1,4	1,7	1,9	2,9	3,5	3,1	3,9	2,1	2,5	1,7	1,4	2,1	1,7	2,9	3,5	3,1
Ferro (Fe)	mg/dm ³	629	460	442	433	406	520	399	310	452	454	522	169	464	409	659	583	7,49	310	452	454
Zinco (Zn)	mg/dm ³	0,7	1,6	0,5	1,6	1	0,3	0,6	0,6	0,1	0,1	0,1	1,3	1	0,1	0,3	0,4	1,8	0,6	0,1	0,1
Cobre (Cu)	mg/dm ³	1,5	0,5	0,5	1,6	1,3	0,9	0,9	0,3	0,4	0,6	0,4	1,8	2,3	0,5	0,1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,6
Manganês (Mn)	mg/dm ³	15	31	7	46	25	27	33	19	11	6	9	247	19	3	2	8	15	19	11	6
Boro (B)	mg/dm ³	0,34	0,57	0,54	0,54	1,13	0,58	0,4	0,66	0,8	0,68	0,63	0,23	0,2	0,6	0,57	0,3	0,43	0,66	0,8	0,68
Sódio (Na)	mg/dm ³	3	3	3	6	5	6	5	4	6	5	7	9	25	15	22	17	23	4	6	5
Cloro (Cl)	mg/dm ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Relação Ca/Mg	-	3	7,5	3	3,3	2,7	7	8	5	6	3,5	5	6,7	5,5	7	6	5	6	5	6	3,5
Relação Ca/K	-	8,2	34,4	15,6	22,9	17,3	14	16	3,4	15	5,8	9,5	21,7	8,9	16	6,3	7,5	4,8	3,4	15	5,8
Relação Mg/K	-	2,7	4,6	5,2	6,9	6,5	2	2	0,7	2,5	1,7	1,9	3,3	1,6	2,3	1,1	1,5	0,8	0,7	2,5	1,7
Sat. Ca na CTC (T)	%	20,4	38	14,2	26	25,4	29,2	21	14,9	32	12,7	32,2	27,1	14,6	14	12,5	4,3	5,9	14,9	32	12,7
Sat. Mg na CTC (T)	%	6,8	5,1	4,7	7,8	9,5	4,2	2,6	3	5,3	3,6	6,4	4,1	2,7	2	2,1	0,9	1	3	5,3	3,6
Sat. K na CTC (T)	%	2,5	1,1	0,9	1,1	1,5	2,1	1,3	4,4	2,1	2,2	3,4	1,2	1,6	0,9	2	0,6	1,2	4,4	2,1	2,2
Índice saturação Na	%	0,3	0,3	0,2	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	1,3	1,1	1,7	0,6	0,9	0,5	0,4	0,4
Soma de Bases (SB)	cmol c/dm ³	1,3	1,8	0,9	1,4	1,2	1,7	1	0,8	2,2	1	2,6	2,4	1,5	0,9	0,9	0,7	0,9	0,8	2,2	1
CTC efetiva (t)	cmol c/dm ³	1,4	1,9	1,9	1,7	1,5	2	1,2	1	2,5	1,6	2,9	2,4	2,2	1,9	1,6	1,9	1,9	1	2,5	1,6
CTC a pH 7,0 (T)	cmol c/dm ³	4,4	4	4,3	3,9	3,2	4,8	3,9	3,4	5,6	5,5	6,2	7,4	7,6	5,1	4,9	12	10,2	3,4	5,6	5,5
Sat. Alumínio (m)	%	7	5	54	18	21	15	17	21	12	37	10	0	33	54	47	64	55	21	12	37
Saturação de bases	%	29,9	44,4	20	35,4	36,9	35,8	25	22,8	40	18,8	42,3	32,7	20,1	18	18,2	6,4	9,1	22,8	40	18,8

	UNIDADE	Área 41	Área 42	Área 43	Área 44	Área 45	Área 46	Área 47	Área 48	Área 49	Área 50	Área 51	Área 52	Área 53	Área 54
Fósforo Mehlich	mg/dm ³	3	2	2	1	1	2	1	3	2	2	2	2	2	2
Fósforo Remanescente	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo Resina	mg/dm ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potássio (K)	mg/dm ³	82	32	27	28	20	58	23	19	23	19	18	46	21	57
Enxofre (S)	mg/dm ³	17	7	6	4	8	8	9	8	8	4	8	11	10	7
Cálcio (Ca)	cmol c/dm ³	2	1	0,7	0,5	0,8	0,9	0,7	1,2	0,8	0,7	0,8	0,6	0,6	0,8
Magnésio (Mg)	cmol c/dm ³	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
Alumínio (Al)	cmol c/dm ³	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,8	1	0,4	0,4	0,8	1	1	0,7	0
H+Al	cmol c/dm ³	3,6	3,1	2,9	3,1	2,6	3,8	4,2	4,7	3,1	4	4	3,8	3,4	2,1
pH em H ₂ O	-	5,4	5,3	5,2	5	5,3	4,7	4,6	5,2	5,2	4,7	4,7	4,6	4,8	5,7
pH em CaCl ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH SMP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Matéria Orgânica	dag/kg	3,9	1,7	1,5	1,4	1,6	2	1,7	2,5	2,4	1,9	2,1	1,5	1,9	0
Ferro (Fe)	mg/dm ³	522	287	309	304	289	384	491	219	322	531	346	531	364	128
Zinco (Zn)	mg/dm ³	0,1	1,1	0,8	0,6	1,5	1,1	0,8	1,1	1,1	0,8	0,6	0,9	0,7	1
Cobre (Cu)	mg/dm ³	0,4	0,2	0,3	0,2	0,1	0,4	0,7	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	1
Manganês (Mn)	mg/dm ³	9	12	5	4	12	9	6	16	7	6	4	4	7	46
Boro (B)	mg/dm ³	0,63	0,3	0,49	0,35	0,42	0,33	0,44	0,52	0,32	0,3	0,27	0,46	0,37	0,29
Sódio (Na)	mg/dm ³	7	12	13	8	9	25	12	14	10	9	7	28	9	13
Cloro (Cl)	mg/dm ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Relação Ca/Mg	-	5	3,3	3,5	2,5	2,7	4,5	3,5	4	4	7	4	6	6	4
Relação Ca/K	-	9,5	12	10,1	4	15,6	6,1	11,9	24,6	13,6	14,4	17,3	5,1	11,1	5,5
Relação Mg/K	-	1,9	3,7	2,9	2,8	5,8	1,3	3,4	6,2	3,4	2,1	4,3	0,8	1,9	1,4
Sat. Ca na CTC (T)	%	32,2	22	18,1	12,9	21,3	17,8	13,6	19,2	19,2	14,4	15,9	13	14,4	24,6
Sat. Mg na CTC (T)	%	6,4	6,7	5,2	5,2	8	4	3,9	4,8	4,8	2,1	4	2,2	2,4	6,2
Sat. K na CTC (T)	%	3,4	1,8	1,8	1,9	1,4	2,9	1,1	0,8	1,4	1	0,9	2,6	1,3	4,5
Índice saturação Na	%	0,5	1,1	1,3	0,5	1	1,9	0,8	0,9	1	0,9	0,5	2,2	0,8	1,7
Soma de Bases (SB)	cmol c/dm ³	2,6	1,4	1	0,8	1,2	1,4	1	1,6	1,1	0,9	1,1	0,9	0,8	1,2
CTC efetiva (t)	cmol c/dm ³	2,9	1,7	1,4	1,3	1,5	2,2	2	2	1,5	1,7	2,1	2,2	0,8	1,2
CTC a pH 7,0 (T)	cmol c/dm ³	6,2	4,5	3,9	3,9	3,8	5,2	5,2	6,3	4,2	4,9	5,1	0,9	0,8	3,3
Sat. Alumínio (m)	%	10	18	29	39	21	39	51	21	27	49	49	1,9	1,5	0
Saturação de bases	%	42,3	32	26,1	20,6	31,4	26,3	19,4	25,5	26,2	18,2	21,2	19,8	18,9	36,4