

631.452

B7326

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**BORO, ENXOFRE E P-REMANESCENTE EM SOLOS DE CAMPOS
DE MURUNDUS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUAPORÉ**

Autora: Ana Claudia Stoll Borges
Orientadora Profa. Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli

"Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Zootecnia, apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso Campus Universitário de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA".

UNEMAT	
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PONTES E LACERDA - MT	
BIBLIOTECA REGIONAL	
TOMBO Nº	00115.983
DATA	29 / 04 / 2016
CONTROLE:	92620829
() COMPRA (X) DOAÇÃO () PERMUTA	

PONTE E LACERDA MT
DEZEMBRO/2015

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**BORO, ENXOFRE E FOSFORO REMANESCENTE EM SOLOS DE
CAMPOS DE MURUNDUS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
DO GUAPORÉ**

Autora: Ana Claudia Stoll Borges



Orientadora: Profa. Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli



Membro: Prof. Dr. Eurico Lucas de Souza Neto



Membro: Prof. Me. Fernando Luiz Silva

PONTES E LACERDA
NOVEMBRO/2015

A minha família por todo o apoio e dedicação:

Ao José Sutério Borges, meu pai (in memória)

A Salete Stoll, minha Mãe

Aos meus irmãos Juliana e Claudemir

Ao meu esposo Thiago Wilton

Dedico-lhes de coração

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar a Deus pelo dom da vida, por estar comigo e me ajudar a superar os desafios que encontro em meu caminho, por não me deixar desistir. Obrigado por me dar oportunidade de receber o conhecimento, pois em ti confio sempre.

Ao Departamento de Zootecnia e aos professores do Curso de Zootecnia por tornar possível a realização deste trabalho de conclusão de curso, em especial aos professores por fizeram parte da minha formação, oferecendo todos os seus conhecimentos.

A professora Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli por aceitar me orientar e me acompanhar nesta caminhada. Por ter me concedido a bolsa iniciação científica na qual sob sua orientação e paciência pude apreender muito nesses dois anos de trabalho.

Aos meus pais pela educação, principalmente a minha mãe Salete que apesar de todas as dificuldades sempre me apoiou em toda minha vida, esse trabalho é nossa vitória mãe.

Ao meu irmão Claudemir e Juliana Stoll por fazer parte da minha vida e por todo o amor e cuidado em todos esses anos.

Ao meu esposo Thiago Wilton por todo o amor e paciência.

Aos meus amigos Dieferson, Patrícia, Silvana e Lorraine pelo companheirismo e alegrias.

A todos aqueles que fizeram parte do fechamento desta pesquisa principalmente, Fernando Luiz, pelo conhecimento das técnicas Laboratoriais e ajuda durante esses dois anos e por aceitar participar da banca.

Ao professor Eurico Neto por aceitar participar da banca.

Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.

Charles Chaplin

RESUMO

Os campos de murundus da bacia hidrográfica do Rio Guaporé (BHRG) são áreas úmidas utilizadas para pecuária extensiva. São constituídos de formações savânicas, que se distinguem por apresentar pequenas elevações do terreno denominadas de morretes ou murundus, não alagáveis circundado por uma área plana alagável. O local possui pastagens nativas e cultivadas utilizadas na alimentação dos animais. Objetivou-se avaliar os teores dos nutrientes boro, enxofre e fósforo remanescente (P-rem) em solos de campos de murundus localizados na BHRG a fim de subsidiar práticas de manejo para melhorar o desenvolvimento de pastagens nessas áreas. Nas respectivas área: área plana natural de referencia; área plana com pastagem nativa em uso; área plana de pastagem cultivada; área de murundu natural de referencia; área de murundu com pastagem nativa em uso; área de murundu com pastagem cultivada, foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-20 cm no murundu propriamente dito e na área plana circunvizinha para análise dos elementos de interesse. Os teores de enxofre e boro variaram de 3 a 7 e 0,13 a 0,27 mg dm⁻³, respectivamente. O P-rem variou de 7 a 18 mg L⁻¹. Os solos desses campos de murundus apresentam baixa disponibilidade de B e S, fato que compromete a qualidade das pastagens dessas áreas. O manejo utilizado nos solos de campos de murundus é um dos principais motivos do baixo teor de B e S. Por isso é interessante conscientizar os usuários dessas áreas para melhor aproveitamento desse recurso natural.

Palavras-chave: Área úmida. Nutrientes de Planta. Pastagem.

ABSTRACT

Mounds fields of watershed of the Rio Guaporé (BHRG) are wetlands used for extensive livestock farming. They consist of savanna formations, which are distinguished by having small ground elevations denominated morretes or mounds, not flooded surrounded by a flat area flooded. The site has native and cultivated pastures used in animal nutrition. Aimed to evaluate the levels of nutrients boron, sulfur and phosphorus remaining (P-rem) in mounds fields located in BHRG in order to support management practices to improve the development of pastures in these areas. In their respective areas: natural plain area of reference; plain area with native pasture in use; plain area of cultivated pasture; natural mound area of reference; mound area with native pasture in use; mound area with cultivated pasture, soil samples were collected at depths of 0-20 cm on the mound itself and the surrounding plain area for analysis of the elements of interest. Sulfur and boron contents ranged from 3 to 7 the 0.27 and 0.13 mg dm⁻³, respectively. The remaining phosphorus ranged from 7 to 18 mg L⁻¹. The soils of these mounds fields have low availability of B and S, a fact that compromises the quality of pastures in these areas. The management used in mounds of soil campus is one of the main reasons for the low level of B and S. So it's interesting educate users of these areas for better utilization of this natural resources.

Keywords: Wetlands. Plant Nutrients. Pasture

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Campos de murundus na região do Vale do Guaporé, entre os municípios de Vila Bela da Santíssima Trindade e Pontes e Lacerda-MT.....	12
Figura 2 - Localização dos campos de Murundus no Vale do Rio Guaporé.....	22
Figura 3 - Trincheira ilustrando solo na região Vale do Guaporé, entre os municípios de Vila Bela da Santíssima Trindade e Pontes e Lacerda-MT.....	23
Figura 4 – Caracterização do campo se murundus e área plana no entorno.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Granulometria, carbono orgânico (CO) e densidade do solo (Ds) nas profundidades de 0-0,10, 0,10-0,2 de solo de campos de murundus e áreas planas circunvizinhas (APC) na BHRG, sudoeste do Estado de Mato Grosso..... 24

Tabela 2 - Teores médios de S, B e P-rem na profundidade de 0-0,20 cm em solos de Campos de Murundus na bacia hidrográfica do Rio Guaporé..... 26

Tabela 3 - Apresenta os teores de estoque de B e S em solo de campos de murundus na Bacia hidrográfica do Rio Guaporé..... 29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 Áreas úmidas na bacia hidrográfica do rio Guaporé.....	12
2.2 Pastagens em áreas úmidas	13
2.4 Dinâmica do boro no solo	15
2.4.1 Adsorção do boro ao solo	16
2.4.2 Função do boro na planta	16
2.5 Dinâmica do enxofre no solo	17
2.5.1 Mineralização do enxofre	18
2.5.2 Adsorção do enxofre	19
2.6 Fósforo remanescente.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Área de Estudo	22
3.2 Coleta das Amostras de solo	23
3.3 Análises estatística	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5 CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Guaporé (BHRG) possui ambientes conhecidos como campos de murundus, os quais são áreas úmidas com inundações sazonais em decorrência do acúmulo das águas das chuvas ou elevação do lençol freático (SANCHES et al., 2012).

Segundo Araujo Neto (1981) os campos murundus ocorre em nascentes na qual a sua formação acontece pelo processo de erosão, formando pequenas elevações circulares com diâmetro de 4 a 6 m e 1m de altura. Para Oliveira-Filho (1992) os campos de murundus foram formados através das atividades de cupins na construção de ninhos e da erosão de cupinzeiros ao decorrer dos anos.

Os campos de murundus, também conhecidos como Parques de Cerrado, constituem-se de formações savânicas que se distinguem por pequenas elevações do terreno, conhecidas como monchões ou murundus, circundadas por uma área plana com vegetação de gramíneas (MARICATO, 2012).

De acordo com Neto e Pedreira (2004) a produção de ruminantes a pasto é a forma mais barata e eficiente para o desenvolvimento do rebanho, mas a falta de um manejo adequado tanto da fertilidade do solo como da gramínea implantada vem ocasionando degradação das pastagens no Brasil. Pastagens em estado de degradação apresentam queda contínua da produtividade e menor suporte de lotação.

De acordo com Martha Junior et al. (2007) baixos teores de enxofre (S) no solo afetam diretamente a produtividade, valor nutritivo e a digestibilidade de forrageiras produzidas no local, já na nutrição animal sua restrição causa redução nos teores de proteína verdadeira e um aumento significativo de nitrogênio não protéico. Novais et al. (2007) relataram um crescimento de 40% na parte aérea da *Brachiaria decumbens* adubada com doses adequadas de S. O S é um elemento essencial para a qualidade das pastagens, pois é fundamental para a formação de aminoácidos e proteínas. Segundo Gedi e Áureo (2007) a maior parte do S presente no do solo de regiões úmidas está integrado à matéria orgânica do solo (MOS), após a mineralização da MOS, permanecendo na solução do solo, o S se move com a água presente no solo, sendo de fácil lixiviação.

A relação enxofre do solo-nutrição animal é essencial, para aumentar a probabilidade de perda de amônia do rúmen se o S e o N não estiverem equilibrados (MARTHA JUNIOR et al. 2007). Também equilibra o excesso de proteína degradável no rúmen, causa excesso no gasto de energia em decorrência da conversão da amônia em ureia, e

posteriormente, da sua reabsorção no organismo animal, ou eliminação através da urina causando um desequilíbrio no organismo (MARTHA JUNIOR et al. 2007).

O boro (B) é um micronutriente de suma importância para o crescimento das plantas, apesar de ser requerida em pequenas quantidades, na maioria das vezes, a disponibilidade para as plantas esta ligada a MOS. Por isso fatores do solo que favorecem a MOS, tais como umidade do solo, calor, boa aeração e o aumento da atividade microbiana, aumentam significativamente os teores de B disponível na solução do solo (ABREU; LOPES; SANTOS, 2007). Por outro lado, segundo esses mesmos autores, em solos com textura arenosa com alta umidade, há perda de B por lixiviação, causando deficiência desse elemento no solo.

De acordo com Braga (2012) o fosforo remanescente (P-rem) é a quantidade de P na solução de equilíbrio, após a reação do solo com uma solução contendo 60 mg L^{-1} de P (ALVAREZ et al. 2000).

O P-rem é o índice da capacidade de retenção de P pelo solo, quanto maior for a capacidade de retenção de P, menor será o valor de P-rem, sendo relacionado ao teor de argila do solo (BRAGA, 2012). Para Alvarez e Fonseca (1990) o P-rem é importante para interpretar os teores de S nos solos bem como para recomendar a adubação fosfatada.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os teores de B, S e P-rem em solos de campos de murundus da BHRG, sudoeste do Estado de Mato Grosso, com o intuito subsidiar práticas de manejo do solo e da pastagem no local.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com Nogueira (2012) o Brasil possui cerca de 172 milhões de hectares de pastagens, deste modo a pecuária brasileira é quase exclusivamente a pasto, tendo gramíneas forrageiras como a principal fonte de alimento. O autor relata que devido à exploração dessas áreas é estimado que 60% das pastagens estejam em estado de degradação causando grandes problemas tanto econômicos como ambientais.

No Pantanal a bovinocultura é quase que exclusivamente a pasto, constituído de gramíneas nativas, geralmente de baixa produtividade e valor nutritivo, devido aos solos serem arenosos, e ocorrer alagamento temporário (COMASTRI FILHO; POTT, 1996).

2.1 Áreas úmidas na bacia hidrográfica do rio Guaporé

A bacia hidrográfica do Rio Guaporé possui áreas denominadas de campos de murundus (Figura 1), os quais são muito utilizados como pastagens nativas, de forma extrativista.



Figura 1- Aspecto geral de um campo de murundu mostrando o murundu propriamente dito, com vegetação arbórea, e a área plana circunvizinha, com gramíneas. Fonte: Arquivo Pessoal (2011).

Esses ambientes são caracterizados, de acordo com Santos et al. (2015) como áreas planas repletas de pontos elevados denominados murundus com altura média de 0,5 -1,2 m, na qual a baixa declividade (menor que 2%) e características edáficas como porosidade, adensamento e a presença de camadas subsuperficiais impedem a drenagem da água. Dessa forma, no período chuvoso essas áreas acumulam água na superfície plana que circundam os murundus.

De acordo com Jancoski (2010) os campos de murundus são descritos, como áreas planas com pequenas ilhas cobertas por vegetação de cerrado, e por gramínea nativa, essas áreas geralmente são afetadas por alagamentos sazonais, causados pela elevação do lençol freático ou alagamento no período chuvoso.

Segundo Magalhães et al. (2013) solos que são afetados pela exploração agrícola e pela pecuária e não passam por quaisquer reposição de nutrientes tem a fertilidade reduzida. De acordo com os autores a deficiência de decomposição da MOS impede sua estocagem pelo solo, assim como dos demais nutrientes que necessita da MOS para ser disponível no solo.

Em campos de murundus na bacia hidrográfica do Rio Guaporé, Santos et al. (2015) relataram maiores estoques de nutrientes nas camadas até 0,2 m. Segundo os autores, essas áreas apresentam solos de baixa fertilidade, altos teores de Al^{3+} e baixos teores de carbono orgânico.

2.2 Pastagens em áreas úmidas

O alagamento do solo é um problema constantemente enfrentado pelos produtores que cultivam pastagens nos campos de murundus, pois muitas áreas de pastagens são comumente localizadas em áreas marginais, não totalmente adequadas para o cultivo (DIAS-FILHO, 2005). Segundo Marques e Joly (2000) a inundação de solo com deficiência em drenagem, desencadeiam vários processos químicos e físicos, que afetam o desenvolvimento das plantas presentes no local.

De acordo com Dias-Filho (2012) quando a planta sofre com o excesso de umidade, as raízes são as primeiras a serem afetadas, seguido da parte aérea. O autor relata que na parte aérea as consequências do excesso de água é devastador causando murchamento prematuro, queda na capacidade fotossintética, do potencial hídrico, clorose e interrupção do crescimento.

Para Marques e Joly (2000) é importante que a espécie presente na área inundada seja adaptada ou tolerante ao excesso de água. Teixeira, Pires e Veloso, (2005) relataram que algumas gramíneas do gênero *Brachiaria* apresentam grande capacidade de adaptação a solos alagados.

Em experimento realizado no Pantanal, Crispim et al. (2005) relataram que, do gênero *Brachiaria*, as espécies que melhor se adaptaram a solo com textura arenosa e com

excesso de água foram: *B. humindicola*, *B. brizanta* e *B. decumbens*. Mattos, Gomide e Huaman (2005) também relataram que essas espécies apresentaram maior aparecimento de taxa foliar em solos encharcados.

Segundo Dias Filho (2005) a *Brachiaria arrecta* (capim tanner-grass), *Brachiaria humidicola* (quicuí-da-amazônia), *Brachiaria mutica* (capim-angola, bengô), *B. mutica* versos, *B. arrecta* (capim-tangola), *Hemarthria altissima* (capim-mimoso-de-talo, hemátria), *Panicum repens* (grama-castela, capim-furachão), *Setaria anceps* (*Setaria phacelata*) (capim-setária), são as espécies mais adaptadas para serem cultivadas em local úmido devido a alta adaptação fisiológica das plantas.

Segundo Cardoso et al. (2011) as pastagens nativas e cultivadas submetidas a pastejo contínuo no Pantanal, passam por problemas sérios de degradação devido a saturação do solo com água, decorrente de alagamento e esgotamento de nutrientes. Os mesmos autores relatam que em solos com pastagens não utilizadas por um período de três anos a fertilidade do solo torna-se mais elevada, devido ao acúmulo de MOS e da ciclagem dos nutrientes.

Segundo Andrades et al. (2008) em trabalhos realizados com o uso da espécie forrageira Canarana-Ereta-Lisa (*Echinochloa pyramidalis* Lam.) obtiveram resultados significativos em relação a adaptabilidade da planta em solos alagados, na qual apresentou uma produtividade de matéria seca de 15.315,00 kg há⁻¹ ano⁻¹.

De acordo com Dias-Filho (2008) a degradação das pastagens em ecossistemas tropicais e subtropicais é caracterizada pela diminuição da forrageira no local, podendo ser substituída por gramíneas nativas ou exóticas.

Segundo Pott (1982) em pesquisa realizada no Pantanal Mato-grossense, as principais espécies forrageiras presentes na região são *Axonopus purpusii* (capim-mimoso) *Mesosetum loliiforme* (sem nome popular) *Panicum laxum* (gramado-carandazal).

Junior e Vilela (2007) referem-se à pastagem em região dos Cerrados como uma atividade extrativista com baixa produtividade, sem qualquer manutenção do solo. Em decorrência desse fato ocorre um desbalanço nutricional nas plantas, já que a exigência nutricional de forrageiras tropicais é mais elevada, porém a baixa fertilidade da maioria dos solos dessa região, como, Neossolo Quartzarênico e Latossolos, restringe o crescimento das plantas.

Já os campos de murundus, apesar de serem muito utilizados como pastagem nativa no estado de Mato Grosso, são pouco estudados em seus aspectos edáficos e capacidade de suporte para a criação de bovinos (SANTOS et al. 2015).

2.4 Dinâmica do boro no solo

Segundo Silva (2007) as propriedades do solo e a cobertura vegetal mantêm um equilíbrio harmonioso necessário para a ciclagem dos nutrientes, depósito e decomposição da MOS, por isso é necessário um manejo sustentável das áreas cultivadas. Boom (2002) relata que poucos solos são capazes de manter um balanço de nutrientes com o qual as plantas e os animais se desenvolvam com todo seu potencial.

Aplicações de fertilizantes no solo além de serem importantes para a nutrição das plantas e o aumento da produtividade do pasto, também influenciam a saúde e o desempenho dos animais (BOOM, 2002).

Segundo Faquin (2005) os micronutrientes são exigidos em menor quantidade pelas plantas, a maior prova disso é a essencialidade de B, que em solos tropicais, sua deficiência é muito comum, principalmente por sua imobilidade.

Abreu, Lopes e Santos (2007) os micronutrientes são essenciais para o desenvolvimento das plantas, sendo a quantidade requerida menor em relação aos macronutrientes. Os mesmos autores relatam que o B é encontrado no solo em sua forma aniônica $B(OH)_4^-$ estando sempre em combinação com oxigênio.

O B, por ser encontrado em sedimentos rochosos, apresenta distribuição diferente dos outros micronutrientes, sendo um dos mais abundantes. Sua concentração no solo varia de 7 a 80 mg kg⁻¹ na forma de ácido bórico (H_3BO_3) (ABREU; LOPES; SANTOS, 2007). O pH tem papel importante na disponibilidade de B no solo sendo a mesma maior entre os pH 5 e 7 (ABREU; LOPES; SANTOS, 2007).

O B disponível também tem uma grande relação com a MOS sendo que em solos que tem maior taxa de decomposição da MOS possui teores maiores de B (ABREU; LOPES; SANTOS, 2007). Esses autores relatam que a MOS minimiza a lixiviação principalmente em solos arenosos ou com alagamentos temporários.

De acordo Fernandes (2006) o B disponível para as plantas esta na solução do solo como ácido bórico (H_3BO_3) sendo absorvido desta forma. Em condições de pH neutro, o teor de B é pequeno em torno de 0,1 a 3,0 mg kg⁻¹,

Segundo Boom (2002) as gramíneas tendem a ser tolerantes aos baixos teores de B no solo, enquanto os animais não necessitam de grandes quantidades deste elemento apesar do mesmo ter uma pequena influência na disponibilidade de cálcio e na redução dos níveis de nitrato. O B é prontamente complexado pela MOS e sua deficiência afeta a produtividade da pastagem, que será comprometida antes de se observar qualquer efeito negativo nos animais de produção em sistema extensivo e semi-extensivo (BOOM, 2002).

2.4.1 Adsorção do boro ao solo

Segundo Santos (2005) o B é disponibilizado no solo após a mineralização da MOS, a partir daí o B pode ser absorvido pela planta, ser lixiviado ou ser absorvido pelos colóides do solo. De acordo com Rosolem e Biscaro (2005) cinco processos são utilizados para explicar a adsorção do B ao solo: adsorção de ácido bórico, adsorção do íon borato, formação de complexos orgânicos, entrada do B nas grades cristalinas dos minerais de argila, precipitação de boratos insolúveis com alumina e sílica. Para Azevedo, Faquin e Fernandes (2001) a adsorção do B depende do pH, textura do solo, teor da MOS e da concentração de B na solução do solo.

De acordo com Rosolem e Biscaro (2005) a adsorção de B aumenta até pH 9, mas quanto menor o teor de B no solo, menor é a influência do pH na adsorção do B. Cruz (1987) em estudo realizado em Latossolo Vermelho-Escuro com textura média, relata que houve aumento na quantidade de B adsorvido em pH 4,2 a 5,6. Já em solos de várzea de Minas Gerais, Mariano et al. (1999) verificaram baixa adsorção de B, devido ao teor de MOS.

2.4.2 Função do boro na planta

De acordo com Dechen e Nachtigall (2007) na planta o B é translocado principalmente pelo xilema, onde se estabelece principalmente nas folhas mais velhas, apresenta teores mais altos do que o B presente nas raízes.

As quantidades de B na planta são relatadas por Dechen e Nachtigall (2007), onde os teores variam entre 10 a 50 mg kg⁻¹ de matéria seca, na qual o ideal de B para o crescimento normal das plantas é de 30 a 50 mg kg⁻¹.

Para Bastos e Carvalho (2004) o B é essencial para a germinação dos grãos de pólen e crescimento do tubo polínico, para o processo de florescimento, metabolismo fenólico e protéico, integridade e funcionamento das membranas celulares.

De acordo com Faquin (2005) as principais funções do B nas plantas são: facilitar o transporte de açúcares através das membranas; síntese da base nitrogenada Uracila; síntese da sacarose que é a forma mais importante de açúcar transportada na planta; síntese de ácidos nucleicos; síntese de proteínas. Além disso, o B é importante no metabolismo do DNA (ácido desóxiribonucleico), RNA (ácido ribonucleico) e AIA (ácido indol acético). A deficiência de B afeta a atividade hormonal (FERNANDES, 2006). O sintoma de sua deficiência é a morte do broto apical do ramo principal e à seguir dos ramos laterais (SENGIK, 2003).

2.5 Dinâmica do enxofre no solo

O S é um macronutriente secundário, essencial para a nutrição das plantas, sendo encontrado no solo em sua forma orgânica e inorgânica, apesar de sua grande abundância há deficiência de S em vários solos brasileiros principalmente de regiões temperadas e regiões tropicais (ALVAREZ et al., 2007)

Vitti, Lima e Cicerone (2006) relatam que há na crosta terrestre cerca de 1 g kg^{-1} de S, sendo que as rochas matrizes constitui a fonte primária deste elemento, as quais liberam o sulfeto metálico que, em solos arejados, se transforma em sulfato SO_4^{2-} . O S mineral se junta ao S orgânico proveniente de restos de animais e vegetais.

O S e seus compostos orgânicos e inorgânicos passam na natureza por uma série de reações químicas, de oxidação e redução (MALAVOLTA, 1952), principalmente mediadas por micro-organismos do solo.

Segundo Alvarez et al., (2007) o S do solo é originado de minerais primários principalmente sulfeto de (Fe) e gesso (CaSO_4), porém o intemperismo desses materiais são lentos e dependentes da matéria prima e das condições de oxirredução.

No solo 95% do S está interligada com os compostos orgânicos. Esses compostos podem ser agrupados em: ésteres de sulfato cuja origem é microbiana constituindo-se de 33% a 78% do S orgânico, facilmente mineralizado disponibilizando se assim S as plantas e micro-organismos; S diretamente ligado ao carbono, representado por aminoácidos originados dos vegetais e da biomassa microbiana sendo de 5% a 35% do S total,

apresentando alta energia de ligação devido a sua maior estabilidade; e o S inerte representando de 3 a 59% do S orgânico (AITA; GIACOMINI, 2007).

Segundo Costa (1980) o S orgânico é dividido em três frações, o S ligado ao oxigênio (O_2) que representa metade do S orgânico do solo, o qual varia de 36 a 70% em solos brasileiros; o S ligado ao carbono (C) e o S residual inerte. Teixeira (2004) relata que solos de regiões tropicais apresentam naturalmente baixa disponibilidade de S, isso ocorre devido a lixiviação do sulfato, a extração constante pelas plantas e o uso de fertilizantes NPK que, normalmente, não possui S, o uso de fertilizantes fosfatados ou nitrogenados sem S.

2.5.1 Mineralização do enxofre

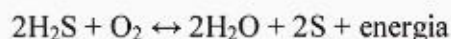
As raízes das plantas absorvem o S na forma inorgânica, por isso o processo de mineralização de S, que consiste na transformação do enxofre orgânico em inorgânico pela ação de microrganismos, é de crucial importância no controle da disponibilidade de S (PAIVA; NICODEMOS, 1994). Os autores relatam que o processo de mineralização é influenciado por múltiplos fatores como os componentes do material orgânico, temperatura, pH, umidade, aeração e a disponibilidade de nutrientes para microrganismos.

Segundo Machado et al. (2012) o S no solo passa pela ação de microrganismos, cuja função principal é a de realizar a oxidação e/ou redução química. Esses microrganismos decompositores agem diretamente sobre a palhada, na qual sua velocidade de degradação é regulada pela umidade, temperatura, manejo do solo, aeração e o material a ser decomposto. Os mesmos autores relatam que a atuação destes microrganismos regula a disponibilidade do S no solo, operando na liberação para o solo e posterior absorção pelas plantas.

O pH do solo é fundamental no controle da mineralização de S, devido ao seu efeito na população e na atividade dos microrganismos, na qual a faixa mais favorável à mineralização da MOS encontra-se próxima à neutralidade (COSTA, 1980). A mineralização é maior em condições de aerobiose e em solo com umidade equivalente a 60-80% da capacidade de campo (DORAN; ALEXANDER, 1977). Segundo Moreira e Siqueira (2006), a mineralização do S no solo é maior na temperatura de 20 a 40°C e pH em torno de 7,5 e a capacidade de retenção de água no solo de 60%.

De acordo com Vetti, Lima e Cicerone (2006) em solos de regiões temperada e úmidas estima-se que 1-3% do S total é mineralizado por ano. O processo de mineralização do S depende da sua relação C/S, sendo assim o sulfato SO_4^{2-} só será disponibilizado no solo, quando o S exceder a necessidade nutricional dos micro-organismos do solo. Normalmente o SO_4^{2-} é disponibilizado quando a relação C/S for acima de 400.

Em condições anaeróbias as bactérias autotróficas dos gêneros *Beggiatoa* e *Thiothrix*, fixam o S elementar no solo, já em condições aeróbias as bactérias do gênero *Thiobacillus* produzem H_2SO_4 no solo (VETTI; LIMA; CICERONE, 2006). O H_2S passa pelas seguintes reações



Em solos com boa aeração o S orgânico é mineralizado a SO_4^{2-} que é a forma absorvida pelas plantas, mas parte é assimilada pelos microrganismos sendo imobilizado. Quando a relação C/S for ≥ 400 (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Segundo esses autores a imobilização é temporária, pois com a morte dos micro-organismos o SO_4^{2-} é disponibilizado no solo.

2.5.2 Adsorção do enxofre

No solo o S é encontrado principalmente na forma orgânica que, por via microbiana, é transformado e disponibilizado para as plantas. Assim, a competência do solo em suprir a demanda da planta pelo nutriente está estreitamente relacionada ao teor de MOS e sua mineralização, que, gradativamente, disponibilizará o S na forma de SO_4^{2-} para a solução do solo,

O SO_4^{2-} será absorvido pelas plantas, mas a disponibilidade imediata do S é controlada pela ação de adsorção/dessorção do SO_4^{2-} , por meio do equilíbrio rápido entre aquele que está na solução e aquele da fase sólida do solo. A adsorção do SO_4^{2-} , depende principalmente dos teores e dos tipos de argilo-minerais e de óxidos presentes no solo (TIECHER et al. 2012).

De acordo com Costa (1980) o SO_4^{2-} pode ser adsorvido eletrostaticamente em superfícies que possuem cargas positivas, mas também pode passar por esse processo em

superfícies de cargas negativas onde passará por barreiras eletrostáticas para se ligar ao O_2 ou átomos de alumínio (Al) ou ferro (Fe) ou argila.

Contudo Álvares et al. (2007) solos tropicais ricos em óxidos e hidróxidos de Al e Fe apresentam grande capacidade de adsorção de SO_4^{2-} . Para Paiva e Nicodemo (1994) os solos de regiões tropicais apresentam maiores teores de óxidos de Fe e Al e argilas do tipo 1:1 (caulinita) que são os principais constituintes do solo, devido à maior intemperização e, por conseguinte, tem uma expressiva capacidade de adsorção de sulfato, o que não ocorre com os solos de região temperada.

Em solos que possuem altos teores de óxidos e hidróxidos de Al e Fe a presença da MOS pode dificultar a adsorção e fixação do SO_4^{2-} , devido as cargas negativas da MOS, mesmo em pH baixo (ÁLVARES et al. 2007).

De acordo Álvares et al. (2007) como a adsorção do S ocorre por adsorção eletrostáticas o S é considerado prontamente disponível para a planta. Por outro lado quando o SO_4^{2-} interage com cargas positivas geradas por protonação de grupos de OH e por compartilhamento de elétrons ou adsorção específica ele é menos disponível para a planta.

O processo de adsorção de SO_4^{2-} constitui-se em rápida estabilização entre a fase sólida e a solução do solo, sendo considerado um fator de controle da disponibilidade de S (PAIVA; NICODEMO, 1994). Alguns fatores influenciam a adsorção de SO_4^{2-} como o pH do solo, o tipo e o teor de minerais, a concorrência com outros ânions pelos sítios de adsorção e o tipo de cátion na solução, a adsorção é também dependente da concentração de SO_4^{2-} na solução (COSTA, 1980).

Para Uchôa et al. (2003) a quantidade de SO_4^{2-} no solo é dependente das ações de adsorção e dessorção, de mineralização e imobilização, de absorção pelas plantas e de lixiviação sendo assim o enxofre unido a compostos minerais e orgânicos que poderá chegar à solução do solo durante o ciclo vital da cultura ficará em parte em condições de ser absorvido pelas plantas. Os autores relataram que o S estabilizado e o S da solução do solo, é, formalmente, chamado de lábil, já o S não-lábil é atribuído às formas retidas pelos colóides inorgânicos ou orgânicos do solo e que não se encontram em equilíbrio com a solução do solo.

2.6 Fósforo remanescente

De acordo com Alvarez e Fonseca (1990) o fósforo remanescente (P-rem) é uma medida estreitamente correlacionada à capacidade máxima de adsorção e à capacidade tampão de fosfatos no solo, na qual é importante para interpretar os teores de S nos solos.

Melém Júnior et al. (2008) também relatam a importância do P-rem no auxílio da interpretação da disponibilidade do fósforo, uma vez que permite inferir sobre a capacidade tampão do solo.

Segundo Novais e Smyth (1999) a determinação de P-rem no Brasil é realizada utilizando solução de CaCl_2 10 mol L^{-1} contendo de 30 a 60 mg L^{-1} de P, com a concentração de 60 mg L^{-1} de P, segundo metodologia desenvolvida por Alvarez e Fonseca (1990).

O P-rem esta diretamente relacionada à capacidade máxima de adsorção e à capacidade tampão de fosfatos no solo. A adsorção do P pode ser afetada pelo teor de MOS devido a menor fixação de P principalmente em horizontes superficiais (ALMEIDA; TORRENT; BARRÓN, 2003; PEREIRA, 2010).

Segundo Donagemma et al. (2008) há menos adsorção do fosfato e maior teor de P-rem em solos com altos teores de MOS, devido a presença de ácidos orgânicos de baixo peso molecular, como malato, oxalato e citrato, os quais podem bloquear sítios de adsorção do fosfato.

Para Tirloni et al. (2009) o malato e oxalato em solos tropicais apresentam um comportamento de adsorção competitiva, esse processo também ocorre entre os ácidos húmicos, fúlvicos e fosfato. Esses autores verificaram, em solos tropicais, que ocorre uma diminuição significativa na adsorção de P, quando o teor de ácido húmico foi superior a 0,7 a 3,0% e uma redução de 68 e 48% na adsorção de P para o nível mais alto de ácido húmico (3%), em pH 4,6 e 5,1.

Segundo Donagemma et al. (2008) em experimento realizado em Latossolo do estado de minas gerais, obtiveram valores de P-rem na solução de equilíbrio extremamente baixo, na relação 1:10 para as frações argila e silte, onde apresentaram das frações argila e silte maior superfície de adsorção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado em campos de murundus associados ao Rio Guaporé, região sudoeste do estado de Mato Grosso (Figura 2), localizadas entre os municípios de Vila Bela da Santíssima Trindade e Pontes e Lacerda. O clima da região é Tropical Continental, com características de Úmido a Subúmido, o local é constituído de áreas planas, com altitudes em torno de 200 m sendo a geologia elaborada em sedimentos arenosos, siltico-arenosos e areno-conglomeráticos recentes da Formação Guaporé (SANTOS, 2013; SANTOS et al. 2015). Por ser uma área de baixa declividade há dificuldade de escoamento das águas, tornando essas áreas sujeitas a inundações periódicas ou permanentes.

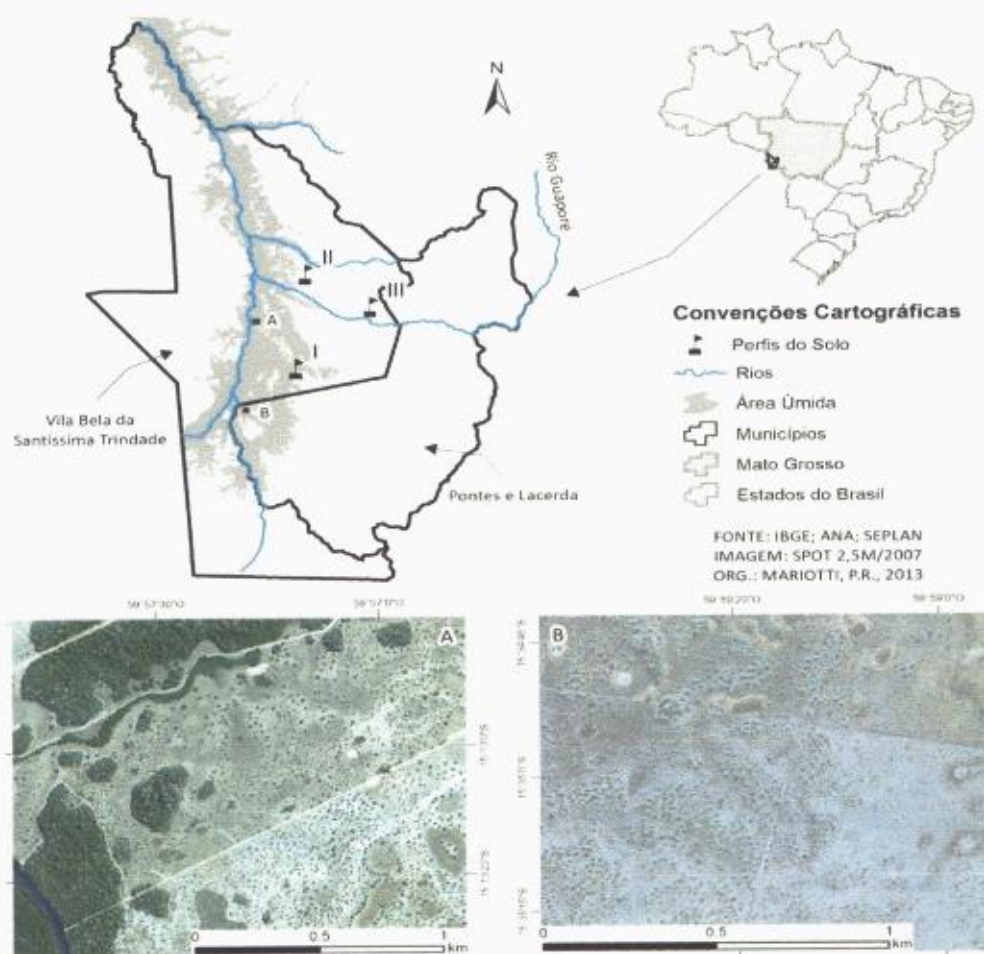


Figura 2 - Localização dos campos de Murundus no Vale do Rio Guaporé. Fonte: Santos et al. (2015).

Os solos predominantes são Plintossolos Álicos e Neossolo Quartzarênico recobertos por Savana Estépica e formações do contato Savana Arbórea Aberta/Savana Estépica (SANTOS et al. 2015).

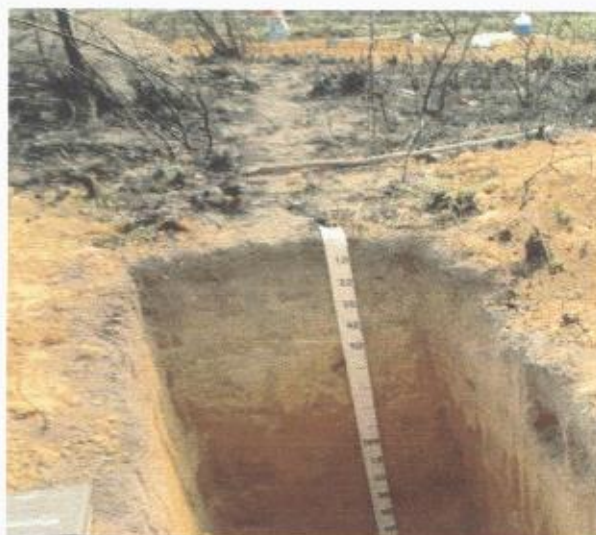


Figura 3-Trincheira ilustrando solo típicos da região. Fonte: Pessoal (2011)

3.2 Coleta das Amostras de solo

Foram selecionadas áreas alagáveis durante o período das cheias na região. As coletas das amostras de solo foram realizadas entre setembro e novembro de 2011, ao término do período de seca na região. Para amostragem do solo, os campos de murundus foram divididos em dois ambientes: os murundus propriamente ditos e as áreas planas no seu entorno considerando as observações da paisagem, tais como aspectos pedológicos como textura, coloração, e geomorfológicos que são o material de origem como ígneas ou magmáticas, sedimentares e metamórficas que são afetadas pelo clima e microrganismos, do local segundo critérios de Lepsch et al. (1991) (Figura 4).

Foram selecionadas três áreas de amostragem nos campos de murundus, cada uma com diferentes usos: pastagem nativa em uso, pastagem cultivada e sem antropização. Em cada área foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-20 cm, tanto no murundu quanto nas áreas planas circunvizinhas (Figura 3), totalizando 54 amostras. Após as coletas as amostras foram conduzidas ao Laboratório de Solos da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) onde passaram por processos de secagem ao ar. Logo após a secagem, as amostras foram peneiradas em malha de 2 mm, para em seguida realizar as análises.

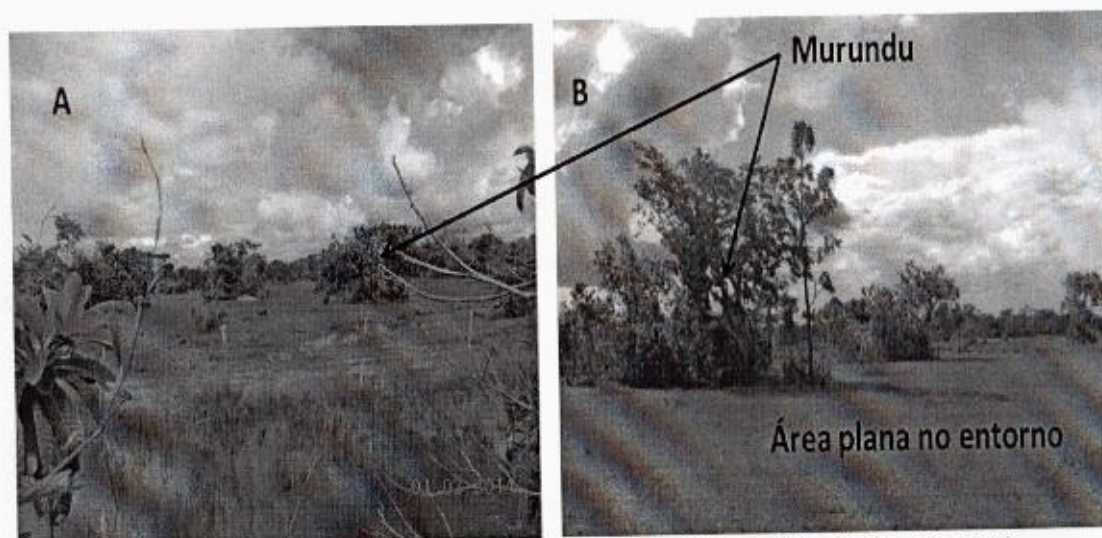


Figura 4 – Campo se murundus e área plana no entorno, na bacia hidrográfica do Rio Guaporé.
Fonte: Arquivo pessoal.

A determinação dos teores de enxofre foi realizada de acordo com Embrapa (1997). As análises de boro foram realizadas conforme Embrapa (1999). As análises de P-rem foi realizada de acordo com a marcha analítica de Alvarez et al. (2000).

Também foram calculados os estoques dos nutrientes B e S no solo com a seguinte equação $EE = CE \times Ds \times E \times 10$, onde, EE significa estoque do elemento (kg ha^{-1}); CE é o teor do elemento no solo (mg kg^{-1}); Ds é a densidade do solo (Mg m^{-3}); E a espessura da camada (m). A fim de padronizar a massa de solo para o cálculo foi considerado como valor de Ds a média entre murundu e área plana (Tabela 1) (SANTOS et al. 2015 apud ELLERT; BETTANY, 1995).

Tabela 1. Granulometria, carbono orgânico (CO) e densidade do solo (Ds) nas profundidades de 0-0,10, 0,10-0,2 de solo de campos de murundus e áreas planas circunvizinhas (APC) na BHRG, sudoeste do Estado de Mato Grosso.

Ambiente e estatística	Areia	Argila	Silte g kg^{-1}	CO	DS Mg m^{-3}
	0,0-0,10 m				
APC	681,66	182,54	135,78	13,76	1,53
MURUNDU	575,16	241,92	182,88	15,42	1,46
P	0,0030 ⁽²⁾	0,0186 ⁽¹⁾	0,0361 ⁽²⁾	0,1497 ⁽¹⁾	0,0151 ⁽¹⁾
	0,10-0,20m				
APC	640,91	219,88	139,5	8,75	1,63
Murundu	549,91	258,06	192,01	9,52	1,57
P	0,099 ⁽¹⁾	0,1666 ⁽¹⁾	0,0342 ⁽²⁾	0,2326 ⁽¹⁾	0,0271 ⁽¹⁾

Fonte: Santos et al. (2015). Adaptado: Pela Autora. ⁽¹⁾Teste t($p < 0,05$); ⁽²⁾Teste U de Mann-Whitney($p < 0,05$). APC; área plana cultivada.

3.3 Análises estatísticas

Todas as variáveis foram submetidas à análise estatística usando-se o software Sisvar considerando os ambientes; murundus, plano e em uso, como fontes de variação (Ferreira, 2004).

Para comparação das variáveis foi utilizado o teste t, o que consiste na realização de um teste para cada par de médias a uma taxa de erro por comparação. Usando esse teste, o nível de significância da família é no máximo α , para qualquer configuração (formação) das médias da população. Dessa forma, temos que o teste de Bonferroni protege a taxa de erro da família dos testes. Isso ilustra a taxa de erro conhecida como taxa de erro por família, que como vimos representa o valor esperado de erros na família (GIRARDI; CARGNELUTTI; STORCK, 2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de B e S são mostrados na (Tabela 2). Nos ambientes: área plana natural, plana cultivada, os teores de S no solo estão baixos, no entanto os ambientes plana em uso, murundus natural, murundus em uso, os teores de S no solo são médios no solo (RIBEIRO et al., 1999). Segundo Ribeiro et al. (1999), para solos com valores de P-rem variando de 10 a 19 mg L⁻¹, os teores de S considerados adequados estão entre 7 e 10 mg kg⁻¹.

Segundo Osório Filho et al. (2007) a baixa disponibilidade de S no solo esta relacionada com baixos teores de MOS e da grande exigência das gramíneas, principalmente em pastejo contínuo, com retiradas constantes de nutrientes. Costa (2004) em seu trabalho relaciona a baixa disponibilidade de S em solos arenosos a grandes perdas por lixiviação e baixos teores de MOS.

Carmona et al. (2009) verificaram em áreas com solo arenoso, e com baixo teor de MOS o solo apresentou menor teor de S. Essa deficiência segundo os autores esta relacionada ao cultivo contínuo do local.

Tabela 2 – Teores médios de S, B e P-rem na profundidade de 0-0,20 cm em solos de Campos de Murundus na BHRG.

Ambientes	Elementos		
	Boro (mg dm ⁻³)	Enxofre (mg dm ⁻³)	Prem (mg L ⁻¹)
Plana natural	0,25 ⁽²⁾	2,9 ⁽¹⁾	17,46 ⁽²⁾
Plana cultivada	0,13 ⁽¹⁾	4,6 ⁽¹⁾	18,47 ⁽²⁾
Plana em uso	0,25 ⁽²⁾	5,1 ⁽²⁾	11,63 ⁽¹⁾
Murundus natural	0,21 ⁽¹⁾	5,5 ⁽²⁾	9,95 ⁽¹⁾
Murundus em uso	0,27 ⁽¹⁾	7,0 ⁽³⁾	7,75 ⁽¹⁾
Murundus cultivado	0,26 ⁽²⁾	5,8 ⁽²⁾	17,12 ⁽²⁾

Teste t (p<0,05) de Bonferroni. Através do teste t foi possível obter números de comparação dos ambientes

Entretanto, os teores de B foram menores nos ambientes APPC, AMPNU, AMNR em relação às demais áreas (Tabela 2). Mas de acordo com Ribeiro et al. (1999), tanto nas áreas planas quanto nos murundus, os teores de B são considerados baixos.

Os baixos teores de MOS e argila desses campos de murundus (SANTOS et al. 2015) ajudam a explicar os baixos teores de S e B verificados nesse estudo. Segundo Novais et al. (2007) a disponibilidade de B e S no solo estão associados aos teores de MOS e aos teores de argila no solo. O baixo teor de B na APPC é também pode ser pela exploração contínua

da pecuária continua do local com pastagens cultivadas sem qualquer manejo de reposição dos nutrientes (PEREIRA et al. 2009).

Contudo Ferreira (2013) em experimento realizado nos campos de murundus obteve valores maiores de MOS na camada superficial de 0,0-0,10m, devido ao acúmulo de resíduos orgânicos na superfície solo.

Em experimento realizados em solos do estado do Ceará, Ferreyra e Silva (1999) encontraram teores de B solúvel, considerando todas as amostras sem distinção de classes de solos, variaram de 0,17 a 1,09 mg kg⁻¹, com média de 0,40 mg kg⁻¹ para a água quente. Silva e Ferreyra (1998) acharam correlação positiva e significativa (0,619) entre os teores de MOS e do B extraído pela água quente.

De acordo com Abreu, Lopes e Santos (2007) a MOS está relacionado com a disponibilidade de B, por maximizar a lixiviação desse elemento e mantê-lo na forma relativamente disponível para a planta. Lopes (1999) condições de alta pluviosidade e altos graus de perdas por lixiviação diminuem a disponibilidade B, sobretudo com solos com textura mais arenosos. Contudo Resende (2003) relata que a remoção do B para fora da zona crescimento radicular pela lixiviação do solo causando deficiência na planta.

A oscilação nos teores de B entre os ambiente pode ser explicado devido ao pH do solo dessas áreas. Santos et al. (2015) em estudo realizado nesses campos de murundus obtiveram resultados de pH em água de 4,97 nas áreas planas e 4,66 nos murundus. Abreu, Lopes e Santos (2007) relatam que a maior disponibilidade de B está em pH 5 e 7. Cruz, Nakamura e Ferreira (1987) em experimento observaram menor disponibilidade de B em pH 4,6 a 5,2, o qual afetou diretamente o B dissolvido.

Os resultados obtidos nas análises do P-rem são mostrados na Tabela 2. Segundo Santos et al. (2015) as áreas planas circunvizinhas às amostras de solo foram classificadas como de textura franco-arenosa e franco-argilo-arenosa nas profundidades de 0-0,2 m, respectivamente. Já o murundu apresentou textura franca-arenosa e franco-argilosa nas profundidades de 0-0,1 e 0,1-0,2 m, respectivamente. Apesar disso, esses solos apresentaram valores baixos de P-rem, haja vista que do P adicionado para as análises (60 mg L⁻¹), 77%, em média, ficou retido no solo. Os valores observados permitem afirmar que esses solos possuem poder tampão médio a alto, (RIBEIRO et al. 1999).

As áreas, plana natural, plana cultivada, plana em uso, apresentaram teores mais elevados de P-rem, já os ambientes, murundus natural, murundus em uso, murundus

cultivado, apresentaram teores de P-rem menores, isso devido à textura do solo ser mais franco-argilo-arenosa em relação às demais (SANTOS et al. 2015).

Segundo Moreira et al. (2006) solos arenosos possuem menor capacidade de adsorção por isso possui maior teores de fósforo disponível, ou seja, menores valores de P-rem. Pereira et al. (2010) obtiveram resultados parecidos em experimento realizado com amostras de 0-0,20 m de profundidade com textura do solo arenosa.

Em experimento realizado em Latossolo Vermelho, Pereira et al. (2010) em estudo, em solo de cerrado sob sistema de plantio direto com pastagens *brachiaria* x cultura agrícola, apresentou valores de P-rem 9,4 mg L⁻¹ parecidos com os apresentados no presente estudo, nas profundidades de 0-0,0-5m. Contudo Fontana et al. (2013) encontraram diferentes valores de P-rem em horizontes A, entre 13 e 31 mg L⁻¹ (média 24) e entre 4 e 24 mg L⁻¹ (média de 13) nos horizontes B+C, indicando padrões diferenciados na adsorção de P.

Souza et al. (2006) analisaram teores P-rem entre 8,3 e 26,8 mg L⁻¹ nos horizontes A, sendo os menores teores verificados em Latossolo Vermelho e os maiores em Neossolo Quartzarênico.

De acordo com Braga (2012) quanto mais argiloso for o solo, maior será a adsorção de fosfatos e menor os teores de P-rem. Valladares et al. (2003) relatam que os teores menores de P-rem em solos mais argilosos é devido ao fato do fósforo ficar retido na fase sólida do solo não sendo liberado na solução do solo, ficando assim disponível para as plantas.

Contudo Tucci (1991) averiguou que o aumento dos teores de argila aumenta capacidade máxima de adsorção de fósforo em solos de Manaus. Eberhardt et al. (2008) obtiveram relação negativa entre o teor de argila, óxidos de ferro obtiveram maiores teores de P-rem em Latossolo com 37% e Vertissolo com 29%, a menos de argila em relação aos observados em Argisolo.

Em relação ao armazenamento dos nutrientes B e S é mostrado na (Tabela 3). Os teores de B nos dois ambientes de referencia: área plana e murundus apresentaram resultados médios, na qual apenas a área plana cultivada apresentou menor teor de B no solo. Entretanto o teor de S nas áreas planas tanto cultivada como natural foram relativamente menor em relação os murundus.

O baixo teor de armazenamento de nutrientes nos campos de murundus pode estar relacionado à vegetação presente em cada ambiente: espécies arbustivas-arbóreas, típicas

do Bioma Cerrado no murundu (MARIMON et al. 2012). Para Haridasan (2000) fatores edáficos como profundidade efetiva, presença de concreções no perfil, proximidade à superfície do lençol freático, drenagem, causam variações na fertilidade e nas características físicas dos solos.

Tabela 3 – Apresenta os teores de estoque de B e S em solo de compôs de murundus na Bacia hidrográfica do Rio Guaporé.

Ambientes	Estoque	
	-----kg/ha-----	
	0-0, 20m	
	Boro	Enxofre
Plana natural	0,73 ⁽¹⁾	9,16 ⁽¹⁾
Plana cultivada	0,42 ⁽¹⁾	14,53 ⁽¹⁾
Plana em uso	0,82 ⁽²⁾	16,11 ⁽¹⁾
Murundus natural	0,66 ⁽¹⁾	16,61 ⁽²⁾
Murundus em uso	0,85 ⁽²⁾	21,14 ⁽²⁾
Murundus cultivada	0,82 ⁽²⁾	17,516 ⁽²⁾

Teste t ($p < 0,05$) de Bonferroni. Através do teste t foi possível obter números de comparação dos ambientes.

Magalhães et al. (2013) em estudo realizados em diferentes ambientes de mata nativa obtiveram maior estoque de nutrientes. Andréa et al. (2004) em Latossolo Vermelho distrófico típico de diferentes ambientes do cerrado, apresentou que, independente do ambiente ser nativo ou com forrageira implantada não causou alterações no armazenamento de nutrientes.

De acordo com Santos et al. (2015) apesar do baixo armazenamento de nutrientes, os mesmos são suficiente para manter a vegetação nativa, na qual a intervenção com o objetivo de melhorar a fertilidade do solo pode causar profundos desequilíbrios, devido a fragilidade do ambiente.

5 CONCLUSÕES

Os valores de P-rem do solo foram baixos, mostrando que o solo possui capacidade tampão de P e S de média a alta.

Os campos de murundus associados ao Vale do Rio Guaporé apresentam baixos teores de B e S.

O manejo da MOS é de suma importância para manter os teores adequados de B e S no solo. É importante que se inicie um manejo das pastagens, como o método rotacionado, assim o solo e a planta terá um espaço de tempo, para realizar a ciclagem de nutrientes no solo e posteriormente o desenvolvimento da planta.

Por serem áreas alagáveis mais indicada para a preservação ambiental, o manejo dessas pastagens deve ser de baixa intensidade, com períodos de pousio para permitir a reciclagem e armazenamento dos nutrientes no solo.

Um projeto informativo a respeito das características edáficas dessas áreas seria interessante para as comunidades que utilizam esses campos de murundus.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. MICRONUTRIENTES. IN: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, Minas Gerais, 2007. p.724.
- ALMEIDA, J. A.; TORRENT, J.; BARRÓN V. Cor de solo, formas do Fósforo e Adsorção de Fosfatos em Latossolos Desenvolvidos de Basalto do Extremo-Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 2003. p 985-1002
- ALVAREZ, V. V. H.; ROSCOE, R.; KRIHARA, C. H.; PEREIRA, N. F. ENXOFRE. IN: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, Minas Gerais, 2007, p 595-635.
- ALVAREZ, V.H.V.; NOVAIS, R.F.; DIAS, L.E.; OLIVEIRA, J.A. Determinação e uso do fósforo remanescente. **Boletim informativo**, v. 25, n.1., 2000. p. 32
- ALVAREZ V., V.H.; FONSECA, D.M. da. Definição de doses de fósforo para determinação da capacidade máxima de adsorção de fosfatos e para ensaios em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, 1990. , p.55
- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Matéria orgânica do solo, nitrogênio e enxofre nos diversos sistemas de exploração agrícola. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. **Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2007.p. 3 a 45.
- ANDRADE, A. C.; RODRIGUES, B. H. N.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; MAGALHÃES, J. A.; CARVALHO, K. S. Características Morfológicas da Canarana-Ereta-Lisa (*Echinochloa pyramidalis* Lam.) em Diferentes Idades de Rebrotação. **Revista. Ciências**. n 4.91, 2008. p.1.307
- ANDRÉA, A. F. D'.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; GUILHERME, L. R. G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.39, n.2, 2004. p.186
- ARAÚJO NETO, M. D. Solos, água e relevo dos Campos de murundus na fazenda Água Limpa, Distrito Federal. Dissertação de mestrado em Ecologia, 1981. Instituto de Ciências Bio-lógicas-UnB. p 124.
- AZEVEDO, R.A.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L.R. Adsorção de boro em solos de várzea do Sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, 2001. p 964
- BASTOS, A. R. R.; CARVALHO, J.G. Absorção Radicular e Redistribuição do Boro pelas Plantas, e seu Papel na Parede Celular. **Revista. Universal. Rural, Série. Ciência. Vida**. v. 24, n.2, 2004. p. 66.

BRAGA, G. N. M. Fósforo remanescente, nível crítico, fósforo relativo. 2012. Disponível em: <http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2012/03/fosforo-remanescente-nivel-critico.html>. Acesso em: 30/10/2015.

CARMONA, F. C.; CONTE, O.; FRAGA, T. I.; PULVER, T. B. E.; ANGHINONI, I. Disponibilidade no solo, estado nutricional e recomendação de enxofre para o arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 2009. 33pg.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; FREITAS, D. A. F. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no pantanal sul-mato-grossense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, 2011. p. 613-622.

COMASTRI FILHO, J. A.; POTT, A. Introdução e Avaliação de Forrageiras em Cordilheira Desmatada na Sub-Região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense.: Embrapa-CPAP. **Boletim de Pesquisa**. Corumbá, MS, 1996. p 47.

CORRÊA, E. S.; VIEIRA, A.; COSTA, F. P.; CEZAR, I. M. **Sistema semi-intensivo de produção de carne de bovinos nelores no Centro Oeste do Brasil**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, 2000. p 49

COSTA, C. A. S. Mineralização do Enxofre Orgânico Adsorção de Sulfatos em Solos. 1980. 72pg Dissertação de mestrado em agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dez. 1981.

COSTA, N. L. **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. pg 219.

CRISPIM, S. M. A.; BRANCO, O. D. Aspectos gerais das Braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal. Embrapa Pantanal. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. III Série, 2002. p 25

CRUZ, M.C.P.; NAKAMURA, A.M.; FERREIRA, M.E. Adsorção de boro pelo solo: efeito da concentração e o pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, 1987. p 621-626

DANTAS, J.P. Boro. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. **Micronutrientes na agricultura**.: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato/CNPq. Piracicaba, 1991. p 130.

DECHEN, A. D.; NACHTIGALL. Elementos requeridos na Nutrição de Plantas. In NOVAIS, R. F.; ÁLVARES, V. H. V; BARROS, N. F; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p 91-132.

DIAS-FILHO, M. B. Alternativas para recuperação de pastagens degradadas na Amazônia. **AMAZONPEC**. Encontro Internacional da Pecuária da Amazônia. 2008. p 22.

DIAS-FILHO, M. B. Opções Forrageiras para Áreas Sujeitas à Inundação ou Alagamento Temporário. In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; SILVA, S. C.; FARIA, V. P. **Teoria e Prática da Produção Animal em Pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.71-93

DIAS-FILHO, M. B. **Características Morfofisiológicas Associadas à Tolerância de Gramíneas ao Alagamento e ao Encharcamento**. Embrapa Amazônia Oriental Belém, PA, 43 p. 2012.

DONAGEMMA, G. K.; RUIZ, H. A.; ALVAREZ V, V. H.; KER, J. C.; Fontes, M. P. F. Fósforo Remanescente em argila e silte retirados de Latossolos após pré-tratamentos na análise textural. **Revista Brasileira Ciências Solo**, v.32, , 2008. p.1791.

DORAN, J. W.; ALEXANDER, M. **Microbial Transformations of Selenium**. **American Society for Microbiology**. Jan. 1977, p. 31-37.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. revista Atual. Rio de Janeiro, 1997.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 370p, 1 ed. Brasília, 1999.

EBERHADT, D. N.; VEDRAME, P. R. S.; BECQUERT.; GUIMARÃES, M. F. Influencia da granulométrica e da mineralogia sob a retenção de Fósforo em Latossolo sob pastagens no cerrado. **Bras, Cien do Solo**, v.32, p. 1009-1016, 2008.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Dissertação (Pós-Graduação em Solos e Meio Ambiente). Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. p 80.

FERREIRA, G. B.; FONTES, R. L. F.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ V, V. H. Influência de algumas Características do Solo nos teores de Boro Disponível. **Revista Brasileira Ciências Solo**, 91-101, 2001.

FERREIRA, E. S. **Matéria Orgânica e Granulométrica do Solo em Campos de Murundus do Rio Guaporé-MT**. Dissertação em Zootecnia. 2013. UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO. JUL. p 40.

FERREYRA H, F. F.; SILVA, F. R. Frações de Boro e índices de disponibilidade em solos do Estado do Ceará. **Revista Brasileira Ciencia Solo**, 1999. p 227-236

FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2006. 432p.

FONTANA, A., PEREIRA, M. G., ADAILDE, S. C., BERNINI, T. A., ANJOS, L. H. C., FERNÁNDEZ, C. F. D., PEINADO, F. J. M. Fósforo remanescente em solos formados sob diferentes materiais de origem em três topossequências Pinheiral-RJ. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2089-2102, 2013.

GEDI, J. S. ÁUREO, F. L. **Enxofre: Nutriente necessário para maiores rendimentos da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 6p. (Embrapa Soja. Circular Técnica 53).

GIRARDI, L. H. CARGNELUTTI FILHO, A. STORCK, L. ERRO TIPO I E PODER DE CINCO TESTES DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA DE MÉDIAS. *Revista Brasileira de Biom.*, São Paulo, v.27, n.1, p.23-36, 2009.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral das plantas nativas do Cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. 10 pg, 2000.

JASCONKI, H. S. Efeito do fogo sobre a vegetação arbórea e herbácea em campos de murundus no parque estadual do Araguaí-MT. 2010, 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Faculdade de Brasília, Brasília.

JUNIOR, G. B. M.; VILELA, L.; BARIONI, L. G.; SOUSA, D. M. G.; BARCELLOS, A. O. Viabilidade Econômica da Adubação Nitrogenada e Sulfatada de Pastagens na Região do Cerrado. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. **Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2007.p. 3 a 45.

JUNIOR, G. B. M.; VILELA, L. Uso de Fertilizantes em Pastagens. In: MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. **Cerrado uso Eficiente de Corretivos e Fertilizantes em Pastagens**. DF, 2007. p 43-68.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1991, 175p.

LOPES, A. S. **Micronutrientes - filosofias de aplicação e eficiência agronômica**. ANDA Associação Nacional para Difusão de Adubos, SP. Dez, 1999.

MACHADO, D. M.; SCHOSSLER, T. R.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PAULINO, A. C. Atividades Microbianas e as Transformações no Ciclo dos Elementos no Solo. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.15; p. 2012.

MAGALHÃES, S. S. A.; WEBER, O. L. S.; SANTOS, C. H.; VALADÃO, F. A. Estoque de Nutrientes Sob Diferentes Sistemas de uso do Solo de Colorado do Oeste –RO. **Acta Amazônica**. v. 43, n. 1, p. 65-74, 2013.

MALAVOLTA, E. Estudos Químico Agrícolas sobre o Enxofre. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 9, p. 130, 1952.

MARIANO, E. D. FANQUIN, V. NETO, A. E. F. MARIANO, I. O. S. JUNIOR, A. C.O. Boro em Solos de Várzeas no Sul de Minas Gerais e Cultura do Feijoeiro. **Scientia agrícola**, v.56, n.4, p. 1051-1058, 1999.

MARICATO, H. S. Fitossociologia em Campus de murundus na Bacia do Rio Claro, estado Goiás. (Dissertação em Geografia).212, 87 f. Universidade Federal de Goiás. Jataí – GO.

MARQUES, M. C. M.; JOLY, C. A. Germinação e Crescimento de *Calophyllum brasiliense* (CLUSIACEAE), Uma Espécie Típica de Florestas Inundadas. **Acta Botanica Brasilica**, v.14, n.1, p.113-120.2000.

MATTOS, J. L. S. de; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M, y. Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria* sob alagamento em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.765-773, 2005.

MARIMON, B.S.; MARIMON-JUNIOR, B.H.; MEWS, H.A.; JANCOSKI, H.S.; FRANCAZAK, D.D.; LIMA, H.S. Florística dos campos de murundus do Pantanal do Araguaia, Mato Grosso, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.26, p.181-196, 2012.

MELÉM JÚNIOR, N. G.; CARNEIRO, C. E. A.; BRITO, O. R.; VENDRAME, P. R. S.; GUEDES, M. C.; COSTA, A. C. S.; RICHART, A.; TREVISAN, A. T. Adsorção e Fósforo Remanescente em Latossolo Amarelo Distrófico do cerrado do Amapá. Embrapa, IX Simpósio Nacional Cerrado. DF, 2008. p 9.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUERIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2º Ed, 729 pg. Lavras 2006.

NETO, J. M. S.; PEDREIRA, C. G. S. Caracterização do Grau de Degradação de Pastagens. In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. FERTILIDADES DO SOLO PARA PASTAGENS PRODUTIVAS. **Anais do 21º Simpósio sobre Manejo de Pastagem**. FEALQ. Piracicaba, 2004. p 31.

NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

NOVAIS, R. F.; ÁLVARES, V. H. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007.

NOGUEIRA, S. F. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA. A Pecuária Extensiva no Brasil. 2012. Disponível em <<http://www.geodegrade.cnpm.embrapa.br/web/geodegrade/blog/-/blogs/a-pecuaria-extensiva-no-brasil>>. Acessado em <21/05/15>.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. The Vegetation of Brazilian 'murundus'-the island-effect on the plant community. **Journal of Tropical Ecology**, v.8, p.465-486, 1992

OSÓRIO FILHO, B. D., RHEINHEIMER, D. S., SILVA, L. S., GRAZIELE, J. K., DIAS, F. Deposição do enxofre atmosférico no solo pelas precipitações pluviais e respostas de culturas à adubação sulfatada em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v.37, n.3, 2007.

PAIVA, P. J. R.; NICODEMO, M. L. F. **Enxofre no Sistema Solo-Planta-Animal**. Embrapa. p, 45. Campo Grande, MS. 1994.

PEREIRA, A.L., CAMPOS, M. C. C., SOUZA, Z. M., CAVALCANTE, I. H. L., SILVA, V. A., FILHO, M. V. M. Atributos do solo sob Pastagens em sistemas de Sequeiro e Irrigado. **Ciencia agrotecnia**, v 33. nº 2. p 384. marc, 2009.

PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; BEUTLER, S. J.; RODRIGUES, J. L. T. Carbono, Matéria Orgânica leve e Fósforo Remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.45, n.5, p.508-514, 2010.

POTT, A. Pastagens das sub-regiões dos Paiaguás e da Nhecolândia do Pantanal Mato Grossense. Corumbá: EMBRAPA, 1982. 49p. (EMBRAPA. Circular Técnica, 10).

RESENDE, A. V. **Adubação com Micronutrientes no Cerrado**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2003, p 29.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

ROSOLEM, C. A.; BÍSCARO, T. Adsorção e lixiviação de boro em Latossolo Vermelho-Amarelo. *Pesquisa agropecuária brasileira*. v.42, n.10, p.1473-1478, 2007.

SANCHES, R. A.; ROSSETTE, A. N.; REZENDE, A. C. P.; ALVES, H. Q.; BÔAS, A. V. Subsídios para a Proteção de Áreas Úmidas da Bacia do Rio Xingu, Mato Grosso, Brasil. *Revista Árvore*, v.36, n.3, p.489-498, 2012.

SANTOS, F.A.S. **Atributos do solo e dinâmica do carbono orgânico do solo em campos de murundus associados ao vale do rio Guaporé, sudoeste de Mato Grosso**. 2013, 88 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres/MT, 2013.

SANTOS, F.; A. S.; PIERANGELI, M. A. P.; SILVA, F. L. SERAFIM, M E.; SOUZA, C. A. Atributos Químicos, Físicos e Estoque de Cálcio, Magnésio, Potássio e Fósforo em Solos de Campos de Murundus no Brasil. *Acta Amazônica*, v. 45, 2015.

SANTOS, G. C. G. Comportamento de B, Zn, Cu, Mn e Pb em solos contaminados sob o cultivo de plantas e adição de matéria orgânica como amenizantes do efeito tóxicos. Dissertação de Doutorado em Agronomia. 2005. 150 pg

SENGIK, E. S. Os Macronutrientes e os Micronutrientes das Plantas. 2003. Disponível em: <http://www.nupel.uem.br/nutrientes-2003.pdf>. Acessado em:14/11/2015.

SILVA, A. R. **Respostas do capim-Tifton 85 a doses de nitrogênio associadas a doses e fontes de boro**. 2007. 102 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2007.

SILVA, F. R.; FERREYRA H, F. F. Boro total e solúvel e suas relações com alguns atributos dos solos do estado do Ceará. *Revista Brasileira Ciencia Solo*. vol.22 no.4. Viçosa Oct./Dec. 1998.

SOUZA, R. F.; FAQUIN, V.; TORRES, P. R. F.; BALIZA, D. P. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 6, p. 975-983, 2006.

TEIXEIRA, G. M. Recuperação do (^{34}S) Aplicado ao solo em Cultivos Sucessivos com Milho ou Soja e Alfafa. Dissertação de Mestrado em Agronomia. Piracicaba, 2004. 77 pg.

TEIXEIRA, F. A.; PIRES A. J. V.; VELOSO, C. M. Intensidade de pastejo sobre a produção, qualidade e perdas em *Panicum maximum*. **Revista Electrónica de Veterinaria-REDVET**. v.11, n.10, 2005. p 13.

TIECHER, T., SANTOS, D. R., RASCHE, J. W. A., BRUNETTO, G.; MALLMANN, F. J. K., PICCIN, R. Resposta de Culturas e Disponibilidade de Enxofre em Solos com Diferentes Teores de Argila e Matéria Orgânica Submetidos à Adubação Sulfatada. **Bragantia**, v. 71, n. 4, 2012. p.527.

TIRLONI, C.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O.; TIRLONI, D.; COIMBRA, D. S. Disponibilidade de Fósforo em função das adições de Calagem e de um Bioativador do solo. *Ciência agrotécnica* v. 33, n. 4, p. 977-984, 2009.

TUCCI, C.A.F. Disponibilidade de fósforo em solos da Amazônia. (dissertação de Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa. MG, 1991. 142p.

UCHÔA, S. C. P.; ALVAREZ V, H. V.; FREIRE, F. M.; SCHAEFER C. E. G. R.; HARTMANN, L. K. MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DE ENXOFRE LÁBIL COM MEMBRANA DE TROCA ANIÔNICA. **Revista Brasileira Ciencia Solo**, v.27, p.89-99, 2003.

VALLADARES, G. S.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. Adsorção de Fósforo em Solos de Argila de Atividade Baixa. **Bragantia**, v.62, n.1, p.111-118, Campinas, 2003

VETTI, C. G.; LIMA, E.; CICERONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. In FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2006. 432p.