

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**DENSIDADE APARENTE, ESPECÍFICA E POROSIDADE TOTAL DE
SOLOS DE CAMPOS DE MURUNDUS NO VALE DO RIO GUAPORÉ -
MT**

Autora: Jaqueline de Oliveira Ferro Gomes Rocha
Orientadora: Prof^ª. 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 de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção de título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

PONTES E LACERDA
JULHO/2013

JAQUELINE DE OLIVEIRA FERRO GOMES ROCHA

**DENSIDADE APARENTE, ESPECÍFICA E POROSIDADE TOTAL DE
SOLOS DE CAMPOS DE MURUNDUS NO VALE DO RIO GUAPORÉ-
MT**

“Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
junto a Coordenação do Curso de Graduação em
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”.

Aprovado em: 04 de julho de 2013

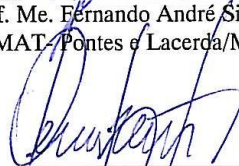
COMISSÃO EXAMINADORA:



Orientador: Profa. Dra Maria Aparecida Pereira Pierangelli
UNEMAT- Pontes e Lacerda/MT



Membro: Prof. Me. Fernando André Silva Santos
UNEMAT- Pontes e Lacerda/MT



Membro: Prof. Me. Marcell/Patachi Alonso
UNEMAT- Pontes e Lacerda/MT

A minha família, a qual sempre me incentivou;
Ao Francisco das Chagas, meu pai;
A Marinez, minha mãe;
As minhas irmãs Janaina e Michelle;
A minha sobrinha Maria Luiza;
Aos meus avós Sebastiana, Pedro e Maria do Rosário;

Dedico-lhes de coração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado a graça da vida, e com ela me proporcionando saúde, uma linda e amada família, força nos momentos difíceis e sabedoria para resolver os problemas e tomadas de decisões nesta caminhada.

À minha família, pela compreensão de minha ausência, pela confiança depositada á mim, por estarem sempre do meu lado, nos momentos bons e nos difíceis, pelo amor e conforto que não me deixam faltar, independente da distância que nos separa.

À Universidade do estado de Mato Grosso, por ter proporcionado a oportunidade de realizar o curso e a possibilitado a realização deste trabalho.

A Prof^a. Dr^a. Maria Aparecida Pereira Pierangeli por ter participado da minha formação acadêmica, orientar e auxiliar no desenvolvimento do meu conhecimento científico e profissional e pela confiança em mim depositada durante o período de convívio.

Ao CNPq e à Rede Centro-Oeste de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica: rede ASA (Rede de estudos sociais, ambientais e de tecnologias para o sistema produtivo na região sudoeste de Mato Grosso) pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização deste trabalho.

Ao Departamento de Zootecnia e aos professores do Curso de Zootecnia pelos valiosos ensinamentos.

Aos professores Me. Fernando André Silva Santos e Me. Marcell Patachi Alonso pela paciência e colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia e do laboratório de Análise de Solos Luis Messias Pierangeli, pelo apoio técnico na realização das análises.

Aos meus amigos de sala pelo companheirismo desde o primeiro semestre, em especial Kenedy Correa, Gabriel Teodoro, Renato Lima Cristo. Aos amigos que adquiri no decorrer do curso, pelo conforto, amizade, paciência, pelos momentos de alegrias e principalmente nos momentos em que solidão me abatia, sendo eles, Franciele Welter, Fabiana Costa, Gleice Kelli Vieira, Anajara Balbinotti, Rosana Ascari, Débora Natal, Eduardo Afonso Gonçalves, João Vitor Frutuoso. Aos amigos e companheiros de laboratório por toda ajuda durante o desenvolvimento da pesquisa, principalmente Edimar Barbosa e Eldânia Soares.

“Deus nos fez perfeitos e não escolhe os capacitados, capacita os escolhidos. Fazer ou não fazer algo, só depende de nossa vontade e perseverança.”

Albert Einstein

RESUMO

A densidade do solo é um dos atributos físicos mais importantes para determinação da qualidade do solo. Logo, objetivou-se com este trabalho a avaliação das densidades aparente e específica e porosidade total de solos de campos de murundus no vale do rio Guaporé. Área esta que está sendo utilizada para cultivo de forragem, sendo que a pecuária é a maior fonte de renda para os produtores que vivem nessa região. Foram estudadas quatro áreas nativas alagáveis localizadas entre os municípios de Pontes e Lacerda-MT e Vila Bela da Santíssima Trindade - MT, onde foram coletadas três amostras de solo aleatórias de cada área nas profundidades de 0,0-0,1 m e 0,1-0,2 m. Utilizou-se para determinação da densidade aparente o método do anel volumétrico; para densidade específica o método do balão volumétrico e para porosidade total o cálculo utilizando os resultados das variáveis anteriores. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Scott-Knott ao nível de 5%. Houve diferença ($P < 0,05$) nos resultados de densidade aparente e porosidade total nas diferentes profundidades estudadas e para densidade específica nos ambientes avaliados. A maior densidade aparente obtida foi na pastagem nativa em uso na profundidade de 0,10-0,20 m ($1,66 \text{ Mg m}^{-3}$); para porosidade total o maior valor obtido foi na pastagem cultivada na profundidade de 0,0-0,10 m (37,39%) e para densidade específica o maior valor obtido foi na pastagem nativa em uso na profundidade de 0,10-0,20 m ($2,48 \text{ Mg m}^{-3}$). Os atributos físicos nas áreas estudadas são condizentes com o tipo de solo da região, não sendo observadas alterações devido ao manejo adotado até a presente data.

Palavras-chave: Áreas úmidas. Física do solo. Pastagem.

ABSTRACT

Soil density is one of the most important physical attributes for determining soil quality. Therefore, the objective was to work with this assessment of apparent densities and specific and total porosity of soil fields mound in the river valley Guapore. This area being used for growing fodder, and livestock is a major source of income for farmers who live in this region. We studied four areas native wetland located between the municipalities of Pontes e Lacerda-MT and Vila Bela da Santíssima Trindade - MT, which were collected three random soil samples from each area at depths of 0.0-0.1 I 0.1 -0.2 m. Was used to determine the density method volumetric ring; for the specific gravity and volumetric flask method for calculating the porosity using the results of previous variables. The results were submitted to analysis of variance and Scott-Knott test at 5%. There were differences ($P < 0, 05$) results for bulk density and porosity at different depths studied and specific gravity in all environments. The highest density was obtained in native pasture in use at a depth of 0.10-0.20 m (1.66 Mg m^{-3}), total porosity for the highest value obtained was in the pasture at a depth of 0.0 - 0.10 m (37.39%) and specific gravity of the highest value obtained was in native pasture in use at a depth of 0.10-0.20 m (2.48 Mg m^{-3}). The physical attributes of the areas studied are consistent with the type of soil in the region, not observed changes due to management adopted until the present date.

Keywords: Wetlands. Physical soil. Pasture.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Áreas úmidas.....	11
2.2 Caracterização da região do Vale do rio Guaporé	13
2.3 Áreas úmidas na produção de pastagens.....	13
2.3.1 Pastagens Nativas	15
2.3.2 Pastagens Cultivadas	16
2.4 Propriedades gerais do solo	17
2.4.1 Densidade Aparente.....	18
2.4.2 Densidade Específica.....	19
2.4.3 Porosidade total	20
2.5 Degradação do solo sob pastagem.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Caracterização da área de estudo	23
3.2 Densidade aparente – Método do anel volumétrico	25
3.3 Densidade específica – Método do balão volumétrico	25
3.4 Porosidade Total	26
3.5 Matéria orgânica.....	26
3.6 Análise estatística.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O solo constitui um sistema onde as relações volumétricas são de grande relevância (FERRAZ et al., 2008). No entanto, a definição da estrutura de solo ideal é dificultada pela variabilidade temporal e espacial de indicadores físicos e pela interdependência de vários atributos (LIMA et al., 2007).

Atributos como a densidade, porosidade, resistência do solo à penetração e também a curva de retenção de água do solo têm sido comumente utilizados para avaliar a qualidade física do solo pela relativa facilidade de determinação e pelo baixo custo de obtenção das medidas (VARANDAS, 2011).

Segundo Bicalho (2011), o material constituinte do solo tem grande influência sobre o valor da densidade do solo, assim como os sistemas de uso, manejo e tipo de cobertura vegetal.

Tavares et al. (2008) definem a densidade do solo como a relação entre a massa e volume real, considerando os valores da matriz sólida e da porosidade total. Sendo assim, são avaliadas amostras indeformadas de solo, onde se preservam sua estrutura e sua porosidade real.

A diversidade dos componentes minerais e orgânicos dos solos, bem como a proporção entre estes, determinam a densidade do material do solo. Desta forma, define-se a “densidade das partículas dos solos (D_p)” ou densidade específica do solo, que é, justamente, expressa pela relação entre a massa e o volume que ocupam as partículas do solo, desconsiderando o volume dos poros (FERRAZ et al., 2008).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, (2007) refere-se à porosidade do solo como o volume do solo ocupado pela água e pelo ar. Nesta definição, deverão ser considerados todos os poros existentes no material, inclusive os resultantes de atividades de animais e os produzidos pelas raízes.

Segundo Camargo e Alleoni (2006), o bom crescimento e desenvolvimento das plantas dependem da harmonia de uma série de fatores ambientais. A absorção de nutrientes é um dos fatores importantes para que se tenham boas produções, e pode-se dizer que qualquer obstáculo que restrinja o crescimento radicular reduz tal absorção.

O solo pode ser considerado a base de sustentação dos sistemas agrícolas. Assim, perdas nas suas propriedades, que reduzam a capacidade de sustentar o crescimento vegetal ou que impliquem riscos ambientais, causam impacto negativo de grande relevância para as

comunidades rurais, com repercussões no meio urbano (REICHERT; REINERT; BRAIDA, 2003).

O alagamento ou o encharcamento temporário do solo é um problema global que pode trazer sérios prejuízos para o desenvolvimento agropecuário (DIAS-FILHO, 1998), porém é de suma importância para manutenção dos ciclos hidrológicos e recarga de aquíferos. Os solos de várzea apresentam como principal característica uma drenagem natural deficiente, ocasionados pelo relevo predominantemente plano, frequentemente associado a uma camada subsuperficial impermeável e uma camada superficial rasa, com fertilidade natural média a baixa (PINTO et al., 1999, apud SILVA; RANNO, 2005).

Dias-Filho (2005) relata que o alagamento temporário do solo causa a redução imediata na troca de gases entre planta e o ambiente, causando a hipoxia ou até mesmo a anoxia. A anoxia (ausência de oxigênio) ou a hipoxia (baixa concentração de oxigênio) sofrido pelo sistema radicular em plantas inundadas, provoca queda imediata na respiração das raízes, tanto em plantas tolerantes como nas intolerantes.

A produção de forragem é um dos principais fatores capazes de afetar a produtividade de um sistema de pastejo. Devido à estacionalidade da produção sabe-se que as forrageiras tropicais, não fornecem quantidades suficientes de nutrientes para a produção máxima dos animais. A qualidade da forrageira também é influenciada pela espécie, pelas propriedades químicas e físicas do solo, pelas condições climáticas, idade e manejo (CRISPIM; BRANCO 2002).

O manejo inadequado do solo principalmente sob intenso pisoteio animal, pode acarretar mudanças na estrutura física do solo, reduzindo seu volume e aumentando a densidade do solo, resultando na sua compactação. Logo, é importante o seu acompanhamento através da determinação de seus atributos físicos (CERVELATI, 2010).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a densidade aparente, específica e a porosidade total de solos de campos de murundu no Vale do rio Guaporé.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Moraes (2008) relata que as áreas úmidas estão entre os ambientes mais produtivos do mundo, exercendo funções ecológicas fundamentais, tais como proteção de solos e ciclagem de nutrientes, colaborando para o equilíbrio do clima local e regional. Para Mitsch e Gosseling (2000) as áreas úmidas fornecem gratuitamente recursos e serviços ambientais, recarregando os aquíferos, mantendo a qualidade da água e contribuindo para mitigação dos gases do efeito estufa.

Nas áreas úmidas em que a pecuária é a principal atividade econômica, as pastagens nativas apresentam baixos índices zootécnicos. Diante disso, o ambiente úmido, a exemplo do Pantanal, vem sofrendo com o desmatamento de maneira acelerada, para implantação de pastagens cultivadas, buscando aumento de produtividade pecuária. Com isso, desperta-se preocupações quanto à sustentabilidade desses ecossistemas, pois essas ações vêm sendo realizadas sem a análise das características peculiares à esses ecossistemas, atos estes que podem colaborar para o desequilíbrio ambiental (CARDOSO; SILVA; MOREIRA, 2009).

Em pastagens, o alagamento ou o encharcamento excessivo do solo pode ser causado naturalmente por períodos chuvosos intensos, má drenagem natural e elevação sazonal do nível de rios e do lençol freático. Por outro lado, o pisoteio do gado, o trânsito de máquinas, ou o impacto da chuva no solo descoberto, podem comprometer sua capacidade natural de drenagem devido à compactação, tornando a pastagem susceptível à ocorrência de períodos mais intensos de alagamento (DIAS FILHO, 2005).

Diante disso, a compactação do solo eleva a densidade e reduz a macroporosidade do mesmo, aumentando sua resistência em relação ao crescimento do sistema radicular e reduzindo a oxigenação, proporcionado pelo manejo incorreto das pastagens ao longo dos anos. Isto resulta em degradação e apressa o processo de erosão, devido a excessiva utilização da pastagem, e conseqüente perda de cobertura vegetal (CONTE et al., 2011).

2.1 Áreas úmidas

Áreas úmidas ou *wetlands* são termos usados para caracterizar vários ecossistemas naturais que ficam inundados o ano todo ou parte do ano. Essas inundações podem ocorrer através das enchentes laterais dos rios, pela precipitação direta ou por águas subterrâneas, por meio de enchentes laterais dos rios, mudando assim as condições físico-químicas da área (COSTA, 2007).

As áreas úmidas são ecossistemas que permanecem inundados durante um tempo suficiente para ocorrer o estabelecimento de solos encharcados e de plantas aquáticas (CARVALHO et al., 2007). Estas áreas são conhecidas na maior parte do país como brejos, sendo também denominados de banhados, pântanos, pantanal, charcos, varjões, alagados, entre outros (BURGER, 2000). Spellmeier (2008) define as áreas úmidas como qualquer área coberta por água doce durante ou pelo menos uma parte do ano. Entre as áreas úmidas estão os campos de murundus, os quais são de grande ocorrência na região dos Cerrados.

A caracterização de áreas úmidas se dá pela alternância de períodos de seca e cheia anual, também chamada de pulso de inundação. É um dos fatores que regem a biodiversidade do Pantanal, pois favorece as espécies relacionadas à fase cheia e vice-versa (AMBIENTE BRASIL, 2013). Para Costa (2007) os sistemas rios-planície de inundação, estabelecidos em regiões tropicais, apresentam marcante variabilidade temporal das condições físicas, químicas e bióticas.

Carvalho e Ozório (2007) descreveram que de maneira geral, os banhados ainda são insuficientemente conhecidos, embora seja da região sul a maioria dos estudos existentes sobre estes ecossistemas no Brasil. Tal fato pode estar relacionado à pouca atenção dada a estes sistemas mediante a sua grande importância ecológica.

Os sistemas alagáveis são importantes, pois possuem uma ampla biodiversidade, que exerce inúmeros papéis no meio ambiente, agindo sobre o abastecimento dos aquíferos, diminuição de cheias, reduzindo a erosão, o assoreamento, entre outros (COSTA, 2007).

Ferreira (2001) fez um detalhamento do Pantanal Mato-grossense, sendo esta uma vasta área situada na região Sudoeste do Estado de Mato Grosso, compreendendo as regiões altimétricas a seguir:

Depressão do Rio Paraguai – caracterizada por extensas planícies aplainadas, sendo a maior parte recoberta por sedimentos recentes. Em segundo plano ocorrem formas dissecadas de todo plano, convexo e aguçadas. Abrange os municípios de Barão de Melgaço, Cáceres, Cuiabá, Itiquira, Nossa Senhora do Livramentos, Poconé, Santo Antonio do Leverger e Várzea Grande;

Depressão Guaporé – caracterizada por superfícies planas, com predomínio de pediplanos e também relevos residuais dissecados em forma de topos arredondados e aguçados, quase sempre formando encostas abruptas. Abrange os municípios de Pontes e Lacerda, Nova Lacerda e Vila Bela da Santíssima Trindade;

Planície Alto e Médio Guaporé – áreas de cumulação, sujeitas a inundações, com ocorrência de Plintossolo (antigas lateritas hidromórficas).

Para Dias-Filho (1998) o alagamento temporário do solo é um problema no mundo todo, sendo que onde a ocorrência desse fenômeno pode ocasionar sérios prejuízos para o desenvolvimento agropecuário.

A inundação causa uma série de transformações físicas, físico-químicas, químicas e biológicas nos sistema solo-planta, as quais influenciam diretamente a disponibilidade e as perdas de nutrientes no solo e a absorção pelas plantas, logo o estabelecimento e desenvolvimento de plantas forrageiras podem ser adversamente afetados pela inundação (PATRICK JUNIOR; MAHAPATRA, 1968).

2.2 Caracterização da região do Vale do rio Guaporé

O Vale do Guaporé compreende o sistema hidrográfico do rio Guaporé, que drena uma ampla superfície rebaixada, elaborada nas bordas sobre terrenos pré-cambrianos do Complexo Xingu, intrudidos por granitos, ocorrendo também rochas vulcânicas ácidas e sedimentos dos Grupos Aguapeí e Alto Paraguai, e da Formação Jauru. Essas litologias, a partir da porção central da Depressão, encontram-se recobertas por sedimentos quaternários semi-consolidados da Formação Guaporé (MOREIRA; VASCONCELOS, 2007).

Os mesmo autores relatam que a região encontra-se sob a influência do clima Tropical Continental, com características de Úmido a Subúmido. A pluviosidade na superfície rebaixada apresenta totais anuais de 1.200 a 1.500 mm. O trimestre mais chuvoso estende-se entre os meses de dezembro a fevereiro, e o período mais seco, de abril a outubro. O balanço hídrico na superfície rebaixada tem um excedente da ordem de 100 a 200 mm e déficits de 250 a 300 mm.

2.3 Áreas úmidas na produção de pastagens

O Pantanal é uma das maiores áreas alagáveis do mundo e que possui muitas espécies (SALIS, 2005). Constitui uma região belíssima, representada pela exuberância da fauna e da flora e pelo ciclo das águas, onde por mais de 200 anos, o homem desenvolveu sua atividade econômica mantendo o equilíbrio do ecossistema (ARAÚJO et al., 2005).

Os mesmos autores relatam que a pecuária é a base da economia local desde o final do século XVIII, sendo considerado o grande fator de ocupação e de expansão geográfica no Pantanal. Esta atividade sempre foi praticada de forma extensiva, com os animais criados soltos nos vastos campos de pastagens naturais. A espécie bovina, juntamente com os suínos

domésticos (*Sus scrofa*) segundo Mourão et al. (2002) foram introduzidos desde a colonização européia.

Martinez (2008) relata que as pastagens de áreas úmidas têm representado papel fundamental na alimentação animal, pelo fato de serem “anfíbias”. Ou seja, possuem uma dinâmica que acompanha o ciclo das águas, com espécies que avançam ou recuam no gradiente topográfico, conforme o nível freático. Várias espécies surgem na estação chuvosa e desaparecem na estação seca, ocorrendo o contrário com outras espécies (POTT, 1982).

Por ser uma planície sazonalmente inundável, o Pantanal se caracteriza pelo ciclo de seca e cheia (pulso de inundação). As plantas e os animais são adaptados às suas enchentes e secas anuais (SANTOS et al., 2007). Semelhante a fauna e flora do pantanal são os campos de murundus, que também são planícies alagáveis com sua utilização voltada para a bovinocultura de corte.

Oliveira-Filho e Furley (1990) relatam que o tipo de murundu mais freqüente na região do planalto central é o que ocorre nos campos de brejosos de encosta. Conhecidos como ‘veredas’ esses campos, comuns juntos a cabeceira de rios, se caracterizam por uma vegetação graminosa de que se destaca a elegante palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*). Os campos de murundus representam um dos vários tipos de savanas, que é uma vegetação típica do cerrado da região central do Brasil. Essas savanas são constituídas de uma mistura de plantas lenhosas em uma pastagem nativa (SILVA et al., 2010).

Os campos de murundus são encontrados em toda região do Cerrado do Brasil Central (Araujo Neto 1986), com uma paisagem única e exótica possuindo inúmeros montes de terra espalhados em uma área coberta de gramíneas na superfície, diferindo toda a paisagem do lugar (Oliveira-Filho e Furlan 1990).

Os campos de murundus ocorrem principalmente em áreas com excesso sazonal de água, causado por lençol freático ou inundação. Nessas situações, os montes de terra denominados murundus são verdadeiras ilhas durante a estação chuvosa, protegidas contra saturação ou inundação, tendo plantas lenhosas do cerrado e grandes cupinzeiros que contribuem para sua aparência característica (Oliveira-Filho 1992).

Souza-Neto e Pedreira (2004) relatam que o uso de pastagens na produção de ruminantes é a forma mais econômica de alimentação dos rebanhos e, quando bem manejadas e utilizadas respeitando-se suas características fisiológicas e exigências climáticas e de fertilidade do solo, essas pastagens mantêm-se produtivas por muito tempo.

O aumento da pressão de pastejo, relação entre o peso animal e a massa de forragem disponível, em consequência do aumento da taxa de lotação animal em pastagens de baixa

produtividade, compromete a qualidade física do solo, pois resulta em maior carga de animais sobre o solo (SILVA; IMHOFF; CORSI, 2003).

2.3.1 Pastagens Nativas

O Pantanal é uma grande bacia sedimentar com um complexo sistema de drenagem, periodicamente inundável, caracterizada pela presença de extensas áreas de campos naturais, favorecendo a atividade pastoril, razão pela qual a região tem sua economia voltada principalmente para a exploração extensiva da pecuária de corte (SILVA; COSTA, 2002).

Para Santos et al. (2004), as pastagens nativas constituem-se, quase que exclusivamente, de regiões mais baixas e úmidas. Nessas áreas as gramíneas predominam, caracterizando os campos limpos, pastagens ideais para criação do gado que lá convivem em harmonia com muitas espécies de animais silvestres.

Para Machado (1999) a pastagem nativa é formada por um tapete de espécies com características peculiares, que podem ser agrupadas de acordo com a duração de seu ciclo, família, época e hábito de crescimento.

Silva e Costa (2002) relatam que as ações de manejo devem procurar definir estratégias para manter e/ou sustentar a diversidade biológica, saúde e produtividade a longo prazo dos ecossistemas do Pantanal. A diversidade biológica é crucial para a saúde do ecossistema a longo prazo, onde perdas de recursos genéticos podem ter conseqüências sobre a conservação da região.

Segundo Araújo et al. (2005) mesmo com a redução em área, as pastagens nativas apresentam um bom valor nutritivo, e são utilizadas periodicamente num sistema de rodízio de pastagens. As boas condições ambientais do Pantanal, em relação às demais regiões do país, garantem excepcional qualidade da carne e do couro ao bovino pantaneiro e reduzem a utilização de produtos químicos.

Principais espécies da composição da dieta e das pastagens do pantanal: *Axonopus purpusii* (capim-mimoso), *Mesosetum loliiforme* (sem nome comum definido), *Panicum laxum* (grama-do-carandazal). As três espécies podem ocorrer juntas, mas geralmente *Mesosetum* ocupa partes menos alagáveis no mesorelevo, *Axonopus* partes intermediárias, e *Panicum* as mais alagáveis (POTT, 1982).

A prática de pastejo em pastagens nativas é uma das formas mais sustentáveis de agricultura, pôr sua vez, o manejo sustentável de uma pastagem deve envolver a aplicação de

planos de manejo estratégicos adequados, de modo que haja sobrevivência, ou seja, sustentabilidade das pastagens em longo prazo (SILVA; COSTA, 2002).

Os murundus (montes de terra) são facilmente encontrados em áreas úmidas, brejosas, que possui um solo protegido do encharcamento e/ou inundações, constituem verdadeiras ilhas nos campos, que muitas vezes são revestidos de uma vegetação lenhosa, típica do cerrado, contrastando com a cobertura de gramíneas dos campos a sua volta (OLIVEIRA-FILHO; FURLEY, 1990).

2.3.2 Pastagens Cultivadas

Diversos estudos foram realizados pela Embrapa Pantanal para verificar o provável impacto da introdução dessas gramíneas. Até o momento as espécies *Brachiaria decumbens* e *B. humidicola*, são as que mais se destacaram, especialmente a segunda, em termos de extensão de área plantada e por resistir a um maior pisoteio e período de inundação (CRISPIM; BRANCO 2002)

Com a pressão para o aumento da produtividade, os produtores vêm realizando diversas tentativas de introdução de novas espécies de gramíneas exóticas, com a finalidade de aumentar a oferta de alimento para os animais em épocas críticas de seca e cheia (SANTOS et al., 2005).

Dias-Filho (2005) relata que no Brasil existem diversas gramíneas forrageiras disponíveis comercialmente, ou já bastante difundidas entre produtores e técnicos para uso em áreas de baixada, sujeitas a inundação ou alagamento temporário. A maioria dessas espécies não é nativa da América tropical, no entanto, tem sido amplamente estudadas e utilizadas no Brasil e outros países da América tropical.

Segundo Moraes (2008) as principais pastagens cultivadas implantadas no Pantanal em pesquisa direta são: *Andropogon gayanus* (Andropogon), *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Braquiarião, brizantão, brizanta ou capim Marandu), *Brachiaria decumbens* (Decumbens ou braquiária), *Brachiaria dictyoneura* (Dictioneura), *Brachiaria humidicola* (Humidícola), *Panicum maximum* cv. Colonião (Capim Colonião), *Panicum maximum* cv. Tanzânia (Capim Tanzânia), *Hyparrhenia rufa* (Jaraguá), *Setaria anceps* cv. Kazungula (Setária, capim marangá ou capim do congo).

A *Brachiaria humidicola* tem se expandido principalmente por sua reconhecida adaptação natural aos solos úmidos dominantes na região, resistência ao pisoteio dos animais,

e tolerância a secas prolongadas, além de sua facilidade na obtenção de sementes (SPECHT, 2011).

Moraes (1995) relata que a *Brachiaria humidicola* ou capim quicuiu da Amazônia, uma espécie indígena do leste e sudeste da África Equatorial, bastante difundida no Brasil e em particular, na Amazônia. Apresenta como característica principal a alta capacidade de adaptação a vários tipos de solos, especialmente de baixa fertilidade e com alto nível de umidade.

Segundo Valentin et al. (2004), na Amazônia Ocidental, vem sendo recomendado como uma das opções forrageiras para substituir as áreas de pastagem que estão degradando devido à síndrome da morte súbita do capim-Marandu.

A *Brachiaria humidicola* segundo Moraes (1995) é indicada para os sistemas de produção de cria e recria de bovinos e bubalinos, não sendo indicado para eqüinos devido aos altos teores de oxalatos na forragem, causando problemas de imobilização de cálcio causando pedra nos rins e desbalanço de cálcio e fósforo (osteodistrofia fibrosa). Sendo também indicadas para animais de pequeno porte como ovinos e suínos.

Marion et al. (2012), ao analisar a florística dos campos de murundus, encontrou alguns gêneros que apresentaram maior número de espécies no presente estudo, que foram *Paspalum*, *Byrsonima*, *Aristida* e *Eugenia*, *Polygala*, *Rhynchospora* e *Xyris*, das quais representaram 16% das espécies amostradas.

2.4 Propriedades gerais do solo

Os solos constituem-se de sistemas com três fases físicas, composto de uma matriz sólida e de fases líquida e gasosa. Assim sendo, a avaliação da composição volumétrica de um solo depende da estimativa das proporções relativas dos volumes ocupados por cada uma das fases mencionadas (TAVARES et al., 2008).

Oliveira (2008) por sua vez, fala sobre a formação do solo, sendo este constituído por partículas de variados tamanhos, desde micrométricas, como argilas, até decimétricas como os calhaus. As partículas primárias, pelo menos as de pequeno tamanho, se aglutinam pela ação de numerosas substâncias (matéria orgânica, óxidos de ferro, argilas etc.), formando partículas secundárias (agregados) de vários tamanhos e composição e com variados graus de estabilidade.

O uso de indicadores da qualidade do solo para avaliação da sustentabilidade ambiental é de grande importância. Esta qualidade pode ser definida como a capacidade do solo

funcionar dentro dos limites do ecossistema; sustentar a produtividade biológica; manter a qualidade ambiental e promover a saúde vegetal e do animal através do alimento por ele ingerido (DORAN et al., 1996).

Para Mendes, Melloni e Melloni (2006), o uso de atributos físicos do solo para o estudo de sua qualidade apresenta vantagens relacionadas ao baixo custo com metodologias simples e rápidas e relação direta com os demais atributos químicos e biológicos do solo. Entre os atributos físicos do solo utilizados como indicadores de qualidade estão a densidade aparente, densidade específica e a porosidade total.

2.4.1 Densidade Aparente

O solo constitui um sistema onde as relações volumétricas são de grande relevância, logo uma outra grandeza extremamente importante é a “densidade do solo”, ou seja, a densidade considerando a relação entre a massa e o volume real, considerando os volumes da matriz sólida e da porosidade total (TAVARES et al., 2008).

Para Mendes Melloni e Melloni (2006), a densidade do solo, obtida por métodos não destrutivos (sonda de nêutrons) ou por métodos destrutivos (anel volumétrico e torrão parafinado), além de ser um indicador da qualidade do solo, é utilizada para determinar a quantidade de água e de nutrientes que existam no perfil do solo com base no volume.

A densidade aparente é uma propriedade variável e depende da estrutura e compactação do solo. Que por sua vez corresponde à massa do solo seco em um determinado volume de solo. O material constituinte do solo tem grande influência sobre o valor da densidade, assim como os sistemas de uso, manejo e tipo de cobertura vegetal (BICALHO, 2011).

O conhecimento da densidade aparente do solo permite importantes relações com diversas características do solo. Propriedades como drenagem, porosidade, condutividade hidráulica, permeabilidade, arejamento e capacidade de retenção de água, podem ser avaliadas a partir da densidade aparente do solo (DETERMINAR, <http://www.solos.ufmt.br/docs/solos1/porosidade.pdf>).

Para Bicalho (2011), os valores de densidade nos solos podem ser extremamente variáveis. Pode-se ter em solos de mesma textura densidades diferenciadas no perfil. A densidade tende a aumentar com a profundidade, variando em função de diversos fatores, como teor reduzido de matéria orgânica, menor agregação, maior compactação, diminuição da porosidade do solo, peso das camadas superiores, dentre outros fatores.

Sá e Santos Júnior (2005) relatam que há interpretações diferentes para os valores de densidade, sendo obtido por eles um valor de $1,5 \text{ Mg m}^{-3}$, que para um solo arenoso, este valor seria adequado indicando não restrição ao desenvolvimento do sistema radicular, já para um solo argiloso seria considerado com elevado grau de compactação. Para Kiehl (1979) a densidade aparente do solo se estabelece no intervalo de $1,1$ a $1,6 \text{ Mg m}^{-3}$ em solos minerais e assume valores superiores a $1,6 \text{ Mg m}^{-3}$ em solos arenosos. Torres e Saraiva (1999) observaram valores de densidade de $1,0$ e $1,45 \text{ Mg m}^{-3}$ para solos argilosos e $1,25$ e $1,70 \text{ Mg m}^{-3}$ para solos arenosos, sendo elas obtidas em áreas com mata e compactadas, respectivamente.

A principal consequência do pisoteio animal excessivo é a compactação do solo, caracterizada pelo aumento da densidade do solo como resultado de cargas ou pressões aplicadas. Deste modo, a maioria dos estudos que avaliam os efeitos do pisoteio sobre a qualidade física do solo se baseiam na quantificação da densidade do solo e outras propriedades físicas do solo afetadas pela compactação (PEREIRA JUNIOR, 2006).

Rabelo (2000) afirma que, quanto mais elevada for a densidade aparente do solo, maior será a sua compactação, menor será a sua estruturação, menor a sua porosidade total e, conseqüentemente, maiores serão as restrições para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

2.4.2 Densidade Específica

Outro atributo físico que pode ser avaliado é a densidade de partículas, característica intrínseca do solo, dependente apenas dos constituintes da fração sólida do solo e determinada pela proporção relativa de material mineral e orgânico e suas respectivas densidades (MENDES; MELLONI; MELLONI, 2006).

A densidade de partícula é, portanto, uma característica que varia com a composição das partículas, não sendo afetada por variação no seu tamanho. Num solo que apresente quantidades elevadas de minerais mais pesados, como magnetita, por exemplo, a densidade de partículas também se elevará (DETERMINAR, <http://www.solos.ufmt.br/docs/solos1/porosidade.pdf>).

Bicalho (2011) relata que inter-relações da porosidade, densidade do solo e taxa de sedimentação das partículas em meio fluído dependem da densidade destas. A densidade específica é um atributo estático, considerando-se que mudanças só seriam perceptíveis em

um tempo bastante considerável. Por sua vez, a densidade aparente é um atributo que varia com o tempo (por processos naturais de adensamento) e, ou, com práticas de manejo.

2.4.3 Porosidade total

A porosidade do solo está ligada a uma série de características importantes do solo: movimento e retenção de água, arejamento, reações do solo, movimento de água relacionado à erosão, manejo do solo, etc (DETERMINAR, <http://www.solos.ufmt.br/docs/solos1/porosidade.pdf>).

Para Tavares et al. (2008), a porosidade do solo é uma grandeza física dada pelo volume do espaço poroso, construído pelo arranjo dos componentes da parte sólida do solo e que, em condições naturais, é ocupada por água e ar. Apesar da distribuição dos tamanhos dos poros (Tabela 1) ser uma função contínua, distingue-se, conceitualmente, a macroporosidade e a microporosidade, como subdivisão da porosidade total de um solo. Esta divisão se baseia no fato que a retenção de água ocorre principalmente nos microporos, ficando a macroporosidade responsável pela movimentação da água e do ar. Ou seja, poros grandes e médios são importantes na aeração e infiltração da água e na condução desta através do solo; os de tamanho pequeno são importantes no armazenamento da água (OLIVEIRA, 2008).

A porosidade depende, principalmente, da textura e da estrutura dos solos. A porosidade de um solo pode ser definida como o volume de vazios. Esta é a relação entre a proporção de espaços que podem ser ocupados por líquidos e ar em relação ao espaço ocupado pela massa de solo (SANTANA, 2009).

Tabela 1. Classificação de poros do solo de acordo com o seu tamanho.

Classes	Subclasse	Limites (μm)	(mm)
Macroporos		> 75	
	Macroporos grandes	> 5.000	> 5
	Macroporos médios	2.000 – 5.000	2 - 5
	Macroporos finos	1.000 – 2.000	1 - 2
	Macroporos muito fino	75 – 1.000	
Poros médios		35 – 75	
Microporos		5 – 30	
Ultramicroporos		< 5	
Criptoporos		< 0,1	

Fonte: Adaptado de Brewer, 1964.

Andrade e Santos (2004) relatam que o tamanho dos poros do solo pode variar, eles dependem das partículas e dos agregados. A distribuição dos espaços pode mudar pela atuação de alguma pressão ou rolamento das partículas. Também a quantidade, o tamanho, a distribuição e a continuidade são diferentes de um solo para outro.

2.5 Degradação do solo sob pastagem

O cenário predominante no Brasil e no mundo, mostra que, devido a desconhecimentos, questões econômicas e situações particulares dos sistemas de produção em que geralmente se inserem, grande parte das áreas de pastagens encontram-se degradadas. Entende-se como degradadas aquelas pastagens que apresentam queda contínua de sua produtividade (SOUZA NETO; PEDREIRA, 2004).

A compactação dos solos constitui um tema de crescente importância em vista do aumento da mecanização agrícola e do pisoteio animal nas atividades agrícolas, que acarretam alteração no arranjo das partículas do solo. Nos sistemas de pastejo, a intensidade do pisoteio e/ou o tempo de permanência dos animais na área também determinam o grau de degradação estrutural que pode ocorrer ao solo (PEREIRA JUNIOR, 2006).

A compactação do solo (Figura 1) é uma alteração estrutural, na qual ocorre uma reorganização das partículas e de seus agregados, resultando no aumento da densidade aparente do solo e a redução da porosidade total (STONE et al., 2002).



Fonte: STOLF, 2013.

A compactação ou adensamento de solos de pastagens cultivadas ou nativas é fato notório e generalizado. Atualmente, alguma preocupação já vem sendo notada isto porque, em muitas áreas, a produtividade das forrageiras vem diminuindo rapidamente. Sinais de

degradação de pastagens são vistos nos mais variados locais e diferentes regiões. A infiltração de água no solo tem reduzido drasticamente, resultando em escoamento superficial de água e arraste de solo pela erosão (PEREIRA JUNIOR, 2006).

A degradação das pastagens pode ser explicada como um processo dinâmico de degeneração ou de queda relativa da produtividade, e, portanto é interpretada de diferentes formas pelos produtores (BRANCO, 2000).

Leão; Silva e Macedo (2004) relatam que a degradação das pastagens cultivadas tem representado um risco à sustentabilidade no sistema de produção de carne no Brasil. Boa parte dos estudos relacionados a degradação das pastagens e compactação dos solos apontam que a taxa de lotação animal, a perda de vigor e alterações morfológicas das plantas e as propriedades químicas do solo. Sendo um dos fatores mais importantes, a degradação física do solo, pouco abordada no que tange ao tema.

O superpastejo é causado pelo pastejo de uma área por um número de animais e com intensidade superior ao que pode ser suportado pela produção de forragem. Em virtude do grande número de animais, o superpastejo reduz o vigor das plantas, sua capacidade de rebrotação e produção de sementes (SOUZA NETO; PEDREIRA, 2004).

Primavesi (1999) relata que o gado influi sobre o solo diretamente pelo pisoteio, que é muito mais prejudicial em épocas muito úmidas e durante a estação de seca severa. Mais influi também indiretamente, através do pastejo seletivo, desnudando manchas de chão onde se assenta a erosão, e pelo pastejo frequente que diminui o tamanho das raízes e contribui para o adensamento do solo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em regiões de áreas úmidas (campos de murundus) associadas ao rio Guaporé, região sudoeste do Estado de Mato Grosso, localizadas entre os municípios de Vila Bela da Santíssima Trindade e Pontes e Lacerda, situadas dentro da Bacia Amazônica. Essa região possui grande importância econômica contando com um rebanho de 2,6 milhões de cabeças, sendo em média 264,49 cabeças por propriedade (Bonjour *et al.* 2008). Atualmente o município de Vila Bela ocupa o segundo lugar no estado no efetivo de bovinos, com um rebanho de 888.430 cabeças (IBGE, 2012) em terrenos que em sua maioria possuem boa aptidão para a atividade de criação e engorda, excetuando-se os campos de murundus.

Apesar do ganho econômico, ambientalmente essas áreas podem ser comprometidas pela atividade pecuária caso não recebam manejo adequado e específico, com tendências de contribuir para mudanças climáticas na região devido ao desmatamento, ao manejo inadequado do solo e consequente emissão de gases agravadores do efeito estufa.

3.1 Caracterização da área de estudo

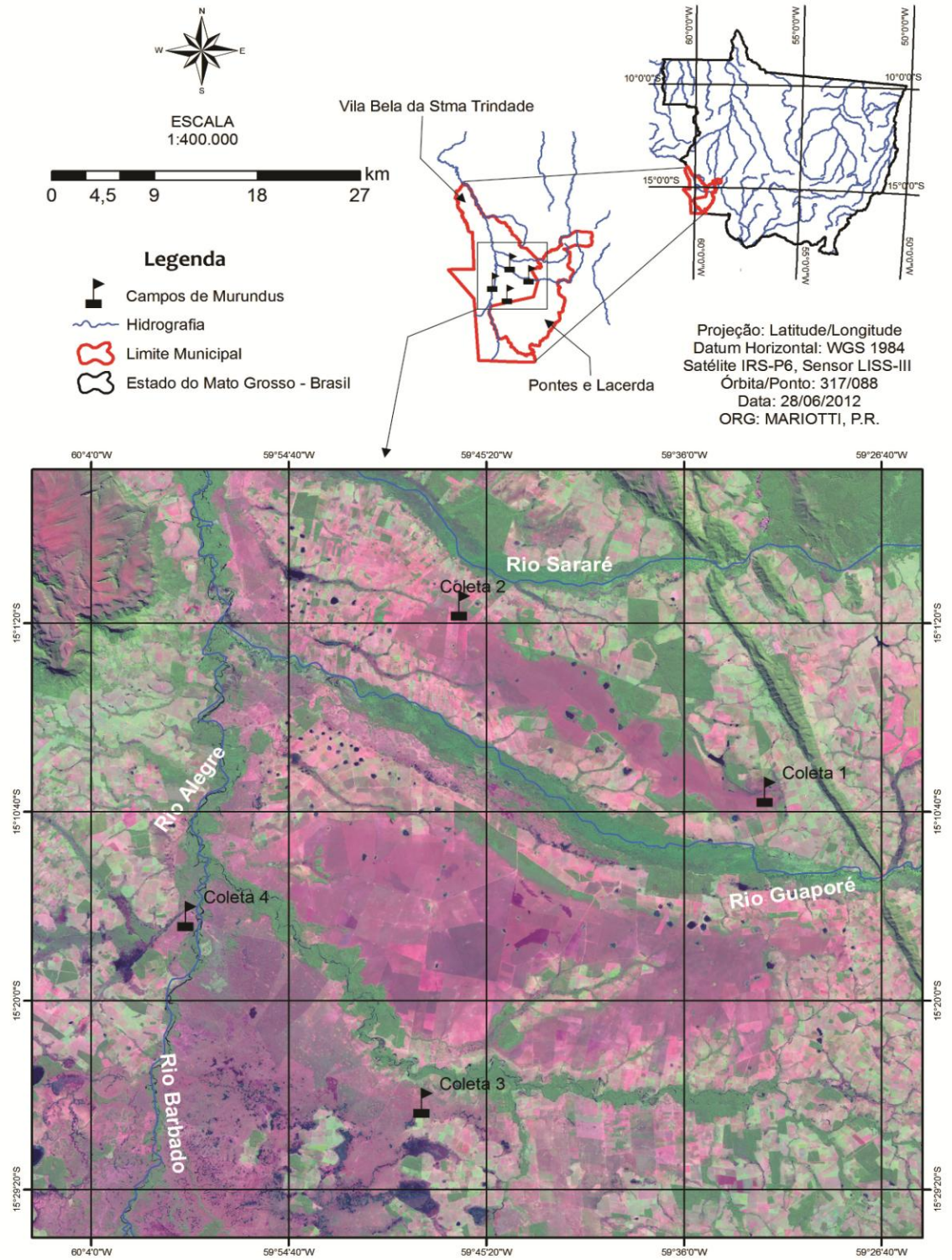
Para esse estudo foram selecionadas quatro áreas para coleta das amostras de solo (Figura 2) na região de áreas úmidas do Vale do rio Guaporé, região Sudoeste do Estado de Mato Grosso, entre os municípios de Pontes e Lacerda e Vila Bela da Santíssima Trindade.

Foram selecionadas duas áreas alagáveis no período da chuva, com dois sistemas de vegetação: pastagens nativa em uso (PNU) e pastagens cultivadas (PC). Sendo as amostras coletadas entre setembro e outubro de 2011.

Para a coleta das amostras foram abertas mini trincheiras de $0,50 \times 0,40 \times 0,40$ m. Foram coletadas amostras indeformadas e deformadas nas profundidades de 0,0-0,10; 0,10-0,20 m, totalizando 48 amostras, sendo as mesmas conduzidas ao Laboratório de Solos da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) para preparo e análise.

As amostras foram colocadas para secar ao ar e depois peneiradas (abertura de malha de 2 mm), trituradas em gral de porcelana e peneiradas novamente em peneira de 80 mesh para as análises de densidade específica e matéria orgânica.

Figura 2: Área de estudo



Fonte: SANTOS, 2013.

3.2 Densidade aparente – Método do anel volumétrico

A coleta de amostras inderformadas do solo para análise da densidade aparente foi realizada por anel volumétrico com capacidade interna conhecida (altura 0,3 m; largura 5 cm), conforme EMBRAPA (1997). Para o cálculo da densidade, utilizou-se a equação:

$$D_s = \frac{m}{v}$$

Em que D_s é a densidade do solo (Mg m^{-3}); m é a massa do solo seco à 105°C por 24h (Mg); e o v é o volume do anel (m^3)

3.3 Densidade específica – Método do balão volumétrico

Na determinação da densidade específica preconizada pela EMBRAPA (1997), faz-se a determinação do volume de álcool necessário para completar a capacidade de um balão volumétrico, contendo solo seco em estufa (Figura 3). Para isso, pesou-se 20 g de solo em lata de alumínio de peso conhecido, levou-se a estufa à 105°C por 6 a 12 horas, a fim de se obter o peso da amostra seca. Depois, transferiu-se a amostra para o balão volumétrico aferido de 50 mL e adicionou-se álcool (etanol anidro), agitando o balão para eliminação de bolhas de ar que se formaram, seguindo-se esta operação até a ausência de bolhas e completando o volume do balão. Anotou-se o volume de álcool utilizado. Por fim, determinou-se a densidade específica através do cálculo:

$$DE = \frac{a}{50 - b}$$

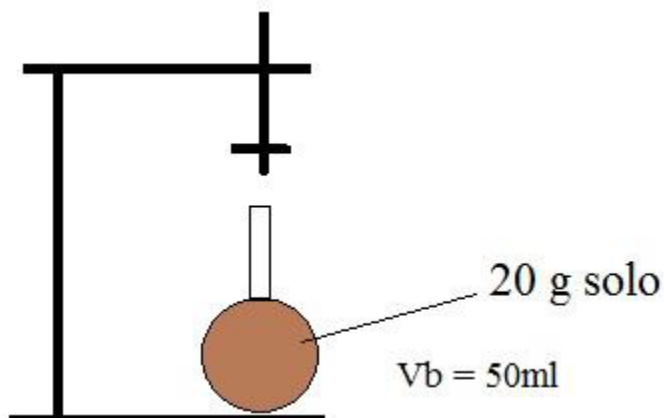
Onde:

DE = densidade específica;

a = peso da amostra seca;

b = volume de álcool utilizado.

Figura 3. Método do balão volumétrico



Fonte: Arquivo pessoal

3.4 Porosidade Total

Após determinados os valores para densidade aparente e densidade específica realizou o cálculo de porosidade total com a seguinte equação (EMBRAPA, 1997).

$$PT = \frac{100 \times (A-B)}{A}$$

Onde:

PT = porosidade total;

A = densidade específica;

B = densidade aparente.

3.5 Matéria orgânica

Para determinação da matéria orgânica (MO) faz-se a por meio da determinação do carbono, através da oxidação da MO via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico, empregando-se como fonte de energia o calor desprendido do ácido sulfúrico e/ou aquecimento. O excesso de dicromato após a oxidação é titulado com solução padrão de sulfato ferroso amoniacal (sal de Mohr). Após realizado o procedimento preconizado pela Embrapa (1997), com os resultados obtidos utilizou-se a equação:

$$C = (40 - \text{volume gasto} \times f \times 0,6$$

Onde:

C (g/kg) de carbono;

f = 40 / volume sulfato ferroso gasto na prova em branco.

A porcentagem de matéria orgânica é calculada multiplicando-se o resultado do carbono orgânico por 1,724. Este fator é utilizado em virtude de se admitir que, na composição média do húmus, o carbono participa com 58%.

$$MO = C \times 1,724$$

Onde:

MO = Matéria orgânica (g/kg);

C = Carbono (g/kg).

3.6 Análise estatística

Para os valores obtidos na determinação da densidade aparente e específica dos solos e porosidade total aplicou-se o teste de normalidade de Shapiro Wilk ($P=0,05$) e quando atendido este pressuposto, foram submetidos a análise de variância e teste de comparação de médias de Scott-Knott (1974) também com ($P=0,05$), utilizando-se o software Sisvar v. 5.3 (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos de densidade aparente, densidade específica e porosidade total são mostradas na Tabela 2. Não houve diferença ($P>0,05$) entre os ambientes avaliados para densidade aparente, no entanto quando analisadas as profundidades, houve diferença ($P<0,05$). Os valores obtidos na profundidade de 0,10-0,20 m foram superiores aos obtidos na de 0,0-0,10 m. Quando se avaliou a densidade específica em relação as profundidades não detectou-se diferença ($P<0,05$), mas para ambientes houve diferença, sendo superiores ($P>0,05$) os valores obtidos nas pastagens nativas em uso. Os resultados alcançados para porosidade total não foram significativos ($P<0,05$) para ambientes, mas quando analisados em profundidades houve diferença ($P<0,05$), sendo que os resultados da profundidade de 0,10-0,20 m inferior a camada de 0,0-0,10 m.

Tabela 2. Valores médios de densidade aparente (DA), densidade específica (DE) e porosidade total (PT) de solos de pastagens naturais do Vale do Guaporé – MT.

Tratamentos	DA (Mg m ⁻³)		DE (Mg m ⁻³)		PT (%)	
	Profundidade (m)					
	0,0-0,10	0,10-0,20	0,0-0,10	0,10-0,20	0,0-0,10	0,10-0,20
Pastagem Nativa em Uso	1,54 aA	1,66 aB	2,47 aA	2,48 aA	36,25 aA	31,69 aB
Pastagem Cultivada	1,53 aA	1,61 aB	2,40 bA	2,37 bA	37,39 aA	33,02 aB
CV (%)	6,56		3,21		15,07	

^{a,b}Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre linhas;

^{A,B}Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P<0,05$).

Comparando os resultados desse estudo com os obtidos por Calonego et al. (2012) para densidade aparente, específica e porosidade total, verificou-se que os resultados são superiores para DA, $1,48 \text{ Mg m}^{-3}$ para pastagem; 1,42 e $1,50 \text{ Mg m}^{-3}$ para profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m, respectivamente. Para DE são próximas, $2,56 \text{ Mg m}^{-3}$ na pastagem, 2,48 e $2,50 \text{ Mg m}^{-3}$ para as profundidades, na mesma ordem anterior. Para PT são inferiores, sendo elas 43% na pastagem, 43 e 40% nas profundidades.

Gantuss (2006) analisando solos de várzea obteve resultados distintos dos obtidos neste trabalho. Para DA e PT foram inferiores, 0,82 e $1,11 \text{ Mg m}^{-3}$ nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm; e 69 e 59%, respectivamente, e para DE os resultados foram superiores, 2,67 e $2,68 \text{ Mg m}^{-3}$, respectivamente nas mesmas profundidades.

Segundo Fageria et al. (1999) a densidade da camada superficial da maioria dos solos varia de 1 a 1,6 Mg m⁻³, sendo que os solos com alto teor de matéria orgânica (MO) geralmente têm densidade menor que 1 Mg m⁻³.

Os valores de densidade específica encontram-se abaixo do valor de referência utilizado em outros trabalhos (ARAÚJO et al., 2005), que é de 2,65 Mg m⁻³. Os valores obtidos para este estudo podem indicar que há presença de partículas orgânicas nas camadas avaliadas, o que confere então valores mais baixos para a densidade de partícula (MENDES et al., 2006) ou à presença de minerais mais leves na fase sólida do solo.

Marques Junior et al. (1992), apud Calonego et al. (2012), afirmam que a textura do solo mostra-se dependente do material de origem e do grau de intemperização do solo, assim como muitos outros atributos e, por exercer influência na densidade do solo, também passa a interferir na porosidade total e na distribuição de macro e microporosidade do solo.

Os resultados obtidos para as correlações entre as variáveis densidade aparente, densidade específica e porosidade total com argila e matéria orgânica estão evidenciadas na Tabela 2. Os valores observados ao correlacionar densidade específica com argila são negativos com significância de 1%. A correlação foi observada entre densidade aparente com matéria orgânica e da densidade aparente com a porosidade total. Ao analisar a porosidade total com a matéria orgânica essa correlação foi positiva com significância de 5 % e quando comparado com densidade específica a correlação também foi positiva, mais com significância de 1%.

Tabela 3. Correlação Spearman entre os atributos físicos com matéria orgânica (MO) e argila.

	MO	Argila	DE	DA	Porosidade
MO	1,000				
Argila	0,188	1,000			
DE	-0,072	-0,452**	1,000		
DA	-0,382**	-0,116	-0,089	1,000	
PT	0,295*	-0,018	0,474**	-0,881**	1,000

Fonte: Elaborada pela autora.

** Correlação é significativa a nível de 1%; * Correlação é significativa a nível de 5%.

Para promover melhorias nas características físicas de solos degradados, especialmente os de textura arenosa, o uso de materiais orgânicos é extremamente importante, pois um dos principais efeitos da MO sobre os atributos físicos do solo está associado ao grau de

agregação, que, conseqüentemente, altera a densidade, a porosidade, a aeração e a capacidade de retenção e infiltração de água (MELO; MARQUES, 2000; BARBOSA et al., 2002).

Alves et al. (2007) relata que adição de várias fontes de MO tem sido utilizada, com o objetivo de melhorar as propriedades do solo. O teor de matéria orgânica afeta significativamente a densidade do solo, a qual decresce exponencialmente com seu aumento (OLIVEIRA, 2008).

É comum a prática da queimada para “renovação das pastagens” na região estudada segundo os agricultores. Bayer e Mielniczuk (1999) relataram que esta prática deve ser evitada, devido ao fato que o fogo acelera a decomposição da matéria orgânica, restringindo a formação de agregados e, conseqüentemente, de várias propriedades correlatas, tais como, densidade, porosidade, aeração, capacidade de infiltração de água etc.

A porosidade das áreas úmidas avaliadas o fator importante para o regime de drenagem das mesmas já que os baixos valores obtidos abaixo do ideal de 50% refletem no alagamento temporário dos campos de murundus, podendo comprometer a oferta de alimento durante a estação chuvosa, já que o alagamento cria condições de anoxia no solo diminuindo o crescimento da gramínea e sua oferta de forragem.

5 CONCLUSÕES

A densidade específica dos solos das áreas úmidas apresenta variação em função do tipo de pastagem utilizada.

Os valores de densidade aparente e porosidade total de áreas úmidas sob pastagem foram influenciados pela profundidade de coleta das amostras de solo

A utilização das áreas úmidas para criação de bovinos sob sistema extensivo não alterou, até o presente momento, os atributos físicos analisados.

Porém, com o uso excessivo e sem práticas de manejo adequadas esses resultados podem se alterar, havendo necessidade de constante monitoramento para evitar a degradação dessas áreas.

REFERÊNCIAS

- Ambiente Brasil. **Principais bacias hidrográficas.** Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3/base=./natural/index.html&conteudo=./natural/biomas/pantanal.html#localizacao>>. Acesso em: 23/01/2013.
- ARAÚJO, A. P. C. de.; BICALHO, A. M. S. M.; FACINCANI, E. M.; COSTA, I. B. C. Pantanal: um espaço em transformação. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10, **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. p. 1159 – 1175.
- BICALHO, I.M. **Um estudo da densidade do solo em diferentes sistemas de uso e manejo.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia: 2011. v. 7, n. 12.
- BRANCO, R. H. Degradação de pastagens, diminuição da produtividade com o tempo e conceitos de sustentabilidade. Viçosa: 2000. Disponível em: <http://www.forragicultura.com.br/arquivos/DegradacaoPASTAGENS.pdf>. Acesso em: 15/04/2013.
- BURGER, M. I. **Situação e ações prioritárias para a conservação de banhados e áreas úmidas da zona costeira.** Porto Alegre: 2000. Disponível em: http://cncflora.jbrj.gov.br/plataforma2/arquivos/biblio/4f99bb7d20a73_4f919c6440f66_BERGES2000BanhadosNorteRS.pdf. Acesso em: 15/03/2013.
- CALONEGO, J.C. et al. Estoques de carbono e propriedades físicas de solos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Caatinga.** Mossoró: 2012. p. 128-135. v. 25. n. 2.
- CAMARGO, O. A. de; ALLEONI, L. R. F. **Conceitos Gerais de Compactação do solo.** 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/CompSolo/Comp1.htm>>. Acesso em: 05/06/2013.
- CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; MOREIRA, F. M. S.; et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília: 2009, v. 44, n. 6, p. 631-637.
- CARVALHO, A. B. P.; OZÓRIO, C. P. Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul, Brasil. Canoas: 2007. **Revista de Ciências Ambientais.** v.1. n.2. p. 83-95.
- CERVELATI, K. F. **Efeito de diferentes sistemas de pastejo em atributos físicos do solo.** 2010. 36 p. Monografia (Graduação em Zootecnia), Universidade do Estado do Mato Grosso, Pontes e Lacerda, 2010.
- CONTE, O.; WESP, V de. L.; ANGHINONI, I.; et al..Densidade, agregação e frações de carbono de um argissolo sob pastagem natural submetida a níveis de ofertas de forragem por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** v. 35, n. 2, p. 579-587, 2011.
- COSTA, A. B. **Estruturada comunidade fitoplanctônica em sistema de áreas alagáveis, na planície de inundação do rio Jacupiranguinha, Vale do Ribeiro de Iguape – SP.** 2007. 225p . Dissertação (Mestrado Hidráulica e Saneamento), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

CRISPIM, S. M. A.; BRANCO, O. D. **Aspectos gerais das braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS.** Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Corumbá: EMBRAPA Pantanal. 2002. 25 p.

DETERMINAR a porosidade total. Disponível em: <http://www.solos.ufmt.br/docs/solos1/porosidade.pdf>. Acesso em: 26/04/2013.

DIAS-FILHO, M.B. Opções forrageiras para áreas sujeitas a inundação ou alagamento temporário. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 22, Piracicaba-SP, 2005. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005, p.71-93.

DIAS-FILHO, M.B. Pastagens cultivadas na Amazônia oriental brasileira: processos e causas de degradação e estratégias de recuperação. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Ed.) **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p.135-147.

DORAN, J. W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M. A. Soil health and sustainability. **Advances in Agronomy**, San Diego: 1996, v. 56, p. 1-54.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo.** 2 ed., Rio de Janeiro, CNPS, 1997. 212p.

FAGERIA, N. K. et al. **Maximização da produção das culturas.** Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 294 p.

FERRAZ, R. P. D. DONAGEMMA, G.K., ROSSI, C.Q., POLIDORO, J.C. **Fundamentos de morfologia, pedologia, física e química do solo de interesse no processo de recuperação de área degradada.** Cáp, 2. Embrapa Solos: 2008. Rio de Janeiro.

FERREIRA, D. F. **Sisvar versão 5.3.** DEX/UFLA, 2008. Disponível em: <http://www.dex.ufla.br/danielff/sisvar>. Acesso em 20/07/2010.

FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e seus municípios.** Buriti. Edição especial. Secretaria do Estado de Educação. Cuiabá: 2001, p. 660.

GANTUSS, C.A.R. **Caracterização física e química de locais de ocorrência do açaizeiro (*euterpe oleracea*, Mart) no estado do Amapá e sua relação com o rendimento e qualidade do fruto.** Dissertação (mestrado em agronomia). Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Areia, 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de pedologia.** Manual. Rio de Janeiro: 2007. 316 p.

LEÃO, T. P.; SILVA, A. P.; MACEDO, M. C. M. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, n.3, p.415-422, 2004.

LIMA, C. L. R. de; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; SUZUKI, L. E. A. S.; DALBIANCO, L. Densidade crítica ao crescimento de plantas considerando água disponível

e resistência à penetração de um Argissolo Vermelho distrófico arênico. **Ciência Rural**: 2007, Santa Maria, v.37, n.4, p.1166-1169, 2007.

MACHADO, L. A. Z. **Manejo de pastagem nativa**. Guaíba: Agropecuária, 1999. 158 p.

MARIMON, B. S.; MARIMON JÚNIOR, B. H.; MEWS, H. A.; JANCOSKI, H. S.; FRANZAK, D. D.; LIMA, H. S.; LENZA, E.; ROSSETE, A. N.; MORESCO, M. C. Florística dos campos de murundus do Pantanal do Araguaia, Mato Grosso, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**: 2012, v. 26, p. 181-196.

MARTINEZ, G. B. **Estudos de espécies florestais e forrageiras de áreas de várzea do Baixo Amazonas – Pará, para uso em sistemas silvipastoris**. 2008. 106p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias), Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém - Pará, 2008.

MENDES, F. G.; MELLONI, E.G. P.; MELLONI, R. Aplicações de atributos físicos do solo no estudo da qualidade de áreas impactadas, em Itajubá/MG. **Cerne**, v.12, n.3, p.211 – 220, 2006.

MENDES, F. G.; MELLONI, E. G. P.; MELLONI, R. Aplicação de atributos físicos do solo no estudo da qualidade de áreas impactadas, em Itajuba, MG. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 2, p. 211-220, 2006.

MITSCH, W. J.; GOSSELINK, J. G. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. **Ecological Economics**, v. 35, p. 25-33, 2000.

MORAES, A. S. **Pecuária e conservação do Pantanal: análise econômica de alternativas sustentáveis: o dilema entre benefícios privados e sociais**. 2008. 265 p. Tese (Doutorado em Economia), Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE, 2008.

MORAES, Y. J. B. de. **Forragens: conceitos, formação e manejo**. Guaiba Agropecuária: 1995.

MOREIRA, M. L. C., VASCONCELOS, T. N. N. **Mato Grosso: solos e paisagens**. Cuiabá: Entrelinhas, 2007, p. 73-75.

MOURÃO, G. de M.; COUTINHO, M. E.; MAURO, R. A.; TOMÁS, W. M.; MAGNUSSON, W. **Levantamento aéreo de espécies introduzidas no Pantanal: porco ferais (porco monteiro), gado bovino e búfalos**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 22p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).

OLIVEIRA, J. B. de. **Pedologia aplicada**. 3 ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; FURLEY, P. A. Monção, cocuruto, murundu. 1990. **Ciência Hoje**. v. 11. n. 61. p. 30-37.

PATRICK JÚNIOR, W. H.; MAHAPATRA, I. C. **Transformation and availability to rice of nitrogen and phosphorus in waterlogged soils**. Adv. Agron. New York: 1968. v. 20. p. 323-359.

PEREIRA JÚNIOR, E. B. **Efeito do pisoteio ovino sobre atributos do solo, em área de coqueiral**. 2006. 46 p. Dissertação (Mestrado em Sistema Agrosilvopastoris no Semi-árido), Centro de saúde e tecnologia rural, Universidade Federal de Campina Grande. Patos: 2006.

PINTO, L. F. S. et al. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A. S.; PAULETTO, E. A. (Eds). **Manejo do solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. Cap.1, p.11-36.

POTT, A. **Pastagens das sub-regiões dos Paiaguás e da Nhecolândia do Pantanal matogrossense**. EMBRAPA. UEPAE de Corumbá..49 p. Corumbá - MS, 1982.(Circular Técnica, 10).

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pastagens em regiões tropicais e subtropicais**. São Paulo: Nobel, 1999. 5 ed. 180 p.

RABELO, N. A. **Método de análise** (cadernos didáticos; 12). Goiânia: Ed. UCG, 2000. 88p.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. **Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas**. 2003. Disponível: http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Producao_Artigos/5.pdf. Acesso em: 05/06/2013.

SALIS, S. M. A flora do Pantanal. In: ROESE, A. D.; CURADO, F. F. **Contribuições para a educação ambiental no pantanal**. Corumbá : Embrapa Pantanal, 2005.113 p.

SANTANA, S. C. Indicadores físicos da qualidade de solos no monitoramento de pastagens degradadas na região sul do Tocantins. 2009. 76p. Dissertação (mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2009.

SANTOS, S. A.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A.; CARDOSO, E. L.; POTT, A. **Substituição de pastagem nativa de baixo valor nutritivo por forrageiras de melhor qualidade no pantanal**. Corumbá – MS: 2005, p. 5. Embrapa Corumbá. Circular técnica 62.

SANTOS, S. A.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A.; CARDOSO, E. L. **Princípios de agroecologia no manejo das pastagens nativas do pantanal**. Corumbá – MS: Embrapa Pantanal, 34 p. 2004.

SANTOS, S. A.; SMITH, D. G.; COSTA, C. Avaliação do padrão circadiano das atividades de alimentação e ruminação de bovinos no Pantanal pelo uso do aparelho registrador eletrônico portátil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, **Anais...** Piracicaba: 2001.

SANTOS, S. A.; SORIANO, B. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A.; ABREU, U. G. P. de. **Cheia e seca no Pantanal: importância do manejo adaptativo das fazendas**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 3p. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, n.120. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM120>>. Acesso em: 15/04/2013.

SANTOS, S.; COSTA, C. Manejo sustentável das pastagens nativas; uma ação essencial para a implantação de um sistema orgânico de produção no pantanal. In: CONFERENCIA

VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE. Corumbá, Brasil. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002.

SILVA, A.P. da; IMHOFF, S.; CORSI, M. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. **Soil Tillage and Research**, v.70, p.83-90, 2003.

SILVA, L. S.; RANNO, S. K. Calagem em solos de várzea e a disponibilidade de nutrientes na solução do solo após o alagamento. **Ciência Rural**. v.35. n. 5. p. 1054-1061. 2005. Santa Maria/RS.

SILVA, L. C. R.; VALE, G. D.; FAIDAR, R. F.; STEMBERG, L. S. L. Deciphering earth mound origins in central Brazil. **Plant Soil**. 2010.

SOUZA-NETO, J.M. de; PEDREIRA, C. G. S. Caracterização do grau de degradação de pastagens. In: PEDREIRA, C. G. S., MOURA, J. C. de, FARIA, V. P. de. Fertilidade do solo para pastagens produtivas. 2004. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Universidade de São Paulo, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2004, 480 p.

SPECHT, L. **Avaliação da sustentabilidade da pecuária em uma propriedade multifuncional no pantanal**. 2011. 82 p. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SPELLMEIER, J. **Efeito do pastejo sobre a composição e estrutura da vegetação de um banhado no município de Estrela – RS**. 2008. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ambiente e desenvolvimento), Centro Grande do Sul, Lajeado, 2008.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C.M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro: I. efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. Campina Grande, v.6, n.2, p.207-212, 2002.

TAVARES, S. R. de L.; MELO, A. da S.; ANDRADE, A. G. de; ROSSI, C. Q.; CAPECHE, C. L. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de Recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRS, 1995. 174p. (Boletim Técnico n. 5).

VALENTIN, J. F.; CARNEIRO, J. C.; MOREIRA, P.; VAZ, F. A. **Capim pojuca: uma opção de forrageiras para solos de baixa permeabilidade do Acre**. Comunicado técnico. Rio Branco: EMBRAPA, 2000. 4 p.

VARANDAS, J. M. M. **Avaliação da qualidade física do solo em uma escala de microbacia**. 2011. 88 p. Tese (doutorado em ciências), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.