

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO FÍSICA DO SOLO APÓS A CONSORCIAÇÃO ENTRE
Brachiaria brizantha CV. MARANDU, LEUCENA E ESTILOSANTE
CAMPO GRANDE PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS**

Autora: Kamila Suélen Fernandes Bessa
Orientador: Profa. Ma. Raquel Joana Trautman Machado

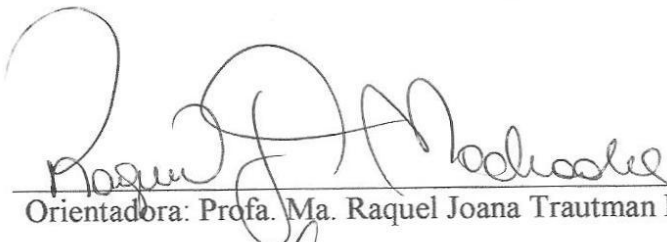
“Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Zootecnia, apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso Campus Universitário de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA.”

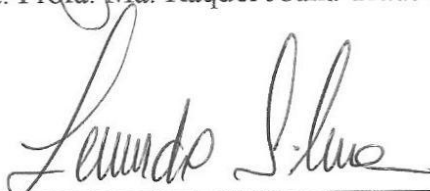
PONTES E LACERDA
JULHO/2012

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO FÍSICA DO SOLO APÓS A CONSORCIAÇÃO ENTRE
Brachiaria brizantha CV. MARANDU, LEUCENA E ESTILOSANTE
CAMPO GRANDE PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS**

Autora: Kamila Suélen Fernandes Bessa


Orientadora: Profa. Ma. Raquel Joana Trautman Machado


Membro: Leonardo Albuquerque da Silva


Membro: Fernando André Silva Santos

PONTES E LACERDA
JUNHO/2012

Aos meus pais que sonharam comigo que
por muitas vezes renunciaram aos seus sonhos para que
os meus se realizassem.

A eles que são exemplos de fé, força,
coragem e bondade.

Aos meus irmãos que abriram mão de momentos
de convívio, que sofreram com a minha ausência
quando o dever e o estudo me chamavam, a vocês que
por muitas vezes me recebeu
com meu mau humor, reclamações ou impaciência

(Dedico)

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo cuidado, proteção, pelo amor, pois é ele que vivemos, que respiramos e que podemos cumprir nossa missão.

Aos meus pais e irmãos por ser meu alicerce, pelo companheirismo, dedicação e exemplos de fé e perseverança. Ao Claudinei pelo carinho, preocupação e dedicação para comigo nos momentos críticos, quando o desespero tomava conta de mim.

A Universidade, ao Departamento de Zootecnia, aos Mestres que transmitiram seus conhecimentos e experiências profissionais e de vida com dedicação, à aqueles que nos guiaram para além das teorias, das filosofias e das técnicas.

Em especial ao Mestre Edson Sadayuk Eguchi, pelo exemplo de dedicação, de doação, de dignidade pessoal e, sobre tudo de amor. A você que soube transmitir suas experiências e apoiar-me diante das minhas dificuldades e acima de tudo pela paciência.

A orientadora Raquel Joana Trautmann Machado, não apenas por lecionar, mas por ser minha instrutora, guia e companheira, por caminhar comigo passo a passo, por transmitir a mim o segredo da caminhada, por ser exemplo.

Aos meus amigos Aianne, Hanner e Thiago Trento (Bred), que por mais que ficaram para trás toda dificuldade superada, os bate-papos, confusões, amores, o sonho que se traz de se formar, o medo das provas, as madrugadas estudando, as noites mal dormidas, os finais de semana roubados as correrias para entregar os trabalhos, as brigas principalmente no que diz respeito ao transporte. A distância a nós imposta pelo fim desta etapa não vai ser muito grande, por que se permanecemos lado a lado dentro de nossos pensamentos. Levarei um pedaço um de vocês pelo resto da minha vida, e por mais distante que estivermos, e por mais difícil que seja sempre encontrarei um tempinho para nos reencontrar e relembrar os momentos especiais que passamos juntos. Ao José Fernandes (irmaozão) por ter estado comigo desde o início me ajudando e me animando diante das dificuldades que apareciam.

Ao Márcio Marchiori pelo companheirismo, apoio e compreensão durante todo o período de faculdade, me ajudando em todos os momentos e por muitas vezes abrindo mão de compromissos.

Aos amigos, Jhonatan (mutante), José Roque (bocão), Renato Lima (patinho), Edimar Barbosa (já morreu), por terem me auxiliando na condução do projeto desde as primeiras regas quando as sementes não tinham ainda germinado até a última coleta de solo que não mediram esforços embaixo de um sol escaldante durante um ano de experimento.

“Um dia me perguntaram:

- Você pretende seguir qual carreira?

- *Respondi:*

- *Zootecnia!*

Pensando e coçando a cabeça, me disse:

- *O que é isso?*

Mantive a calma e disse: Profissional da Produção Animal.

- *Ah tá... Mas não serve veterinária ou agronomia?*

Respondi:

- O que adianta fazer veterinária ou Agronomia, se no final querem se especializar em Zootecnia. Se acabar no churrasco ou na lasanha de domingo é fácil, o difícil é assimilar que o boi também gosta de um belo banquete e quem entende disso é o Zootecnista.

Porque um zootecnista não faz autópsia como um veterinário. Faz biópsia. A autópsia analisa um corpo morto. A biópsia extirpa o que é ruim de um ser vivo para mantê-lo vivo.

Escolhi a botina porque minha vaidade está abaixo da fome das pessoas. Porque o trabalho árduo não me assusta. Escolhi estar no campo para garantir o alimento dos que moram nos grandes centros. Escolhi aumentar a produtividade, em prol da natureza e da extinção da fome no mundo. Escolhi acima de tudo, a simplicidade, a sabedoria e a resignação do produtor rural.

Trabalhamos cuidando do campo, valorizando o produtor e sua produção, lado a lado com a tecnologia, sempre a par da evolução. Atuamos no manejo, genética e nutrição, respeitando nossa terra, honrando costumes e tradição. Levamos o campo na essência e a ZOOTECNIA no coração.”

(Autor desconhecido)

RESUMO

A introdução de leguminosas arbóreas se mostram necessárias para melhorar a qualidade e a sustentabilidade das pastagens, essas em consórcio com gramíneas, possibilita resgatar em tese algumas características físico-químicas do solo. O objetivo desse trabalho foi avaliar a capacidade de recuperação de áreas degradadas utilizando a consorciação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Estilosante Campo Grande* (*Stylozanthes capitata* x *Stylozanthes macrocephala*) e *Leucena leucocephala*, verificando a densidade do solo, porosidade total, macro e micro porosidade, e estabilidade de agregados. Foi realizada a coleta das amostras aos 9 meses, para as respectivas análises, no ano de 2011. Durante o período que foi realizado o experimento, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, uma vez que, o período de condução do experimento foi curto.

Palavras-chave: Agregação, Qualidade física, *Stylozanthes capitata*, *Stylozanthes macrocephala*, Porosidade do solo,

ABSTRACT

The introduction of trees leguminous are shown necessary to improve the quality and sustainability of pastures in consortium with grasses, which in theory makes it possible to rescue some physico-chemical characteristics of soil. The aim of this study was to assess the ability recovery of degraded areas using intercropping with *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, Estilosantes Campo Grande (*Stylozanthes macrocephala* x *Stylozanthes capitata*) and *Leucaena leucocephala*, checking the density, porosity, macro and micro porosity and aggregate stability. Was performed to collect samples at 9 months, for their analyzes, in the year 2011. After the period of the experiment, there were no significant differences between treatments, since the driving period of the experiment was short.

Keywords: Aggregation, physical quality, *Stylozanthes capitata* *Stylozanthes macrocephala*, soil porosity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Pastagens Degradadas e Degradação do Solo	11
2.1.1 Densidade do solo e Compactação	13
2.1.2 Porosidade do solo.....	14
2.1.3 Agregados e sua estabilidade.....	16
2.2 Recuperação de pastagem com uso de leguminosas	17
2.2.1 Estilosantes Campo Grande (<i>Stylozanthos capitata</i> x <i>Stylozanthos macrocephala</i>)	18
2.2.2 <i>Leucaena leucocephala</i> (Leucena)	19
2.2.2.1 Sistema Silvipastoril	20
2.3 Fertilidade e Matéria Orgânica com uso de leguminosa.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

As alternativas tecnológicas desenvolvidas para o restabelecimento da capacidade produtiva das pastagens degradadas passam, pela correção e fertilização do solo, associado à sua movimentação com implementos agrícolas (BARCELLOS e VILELA 2001). No entanto é considerada uma prática inacessível para a maioria dos pequenos produtores pelo seu alto custo.

As principais causas de degradação de pastagens são a má formação inicial, a alta taxa de lotação e o manejo inadequado. Vilela et al. (2001), cita que o manejo inadequado dos atributos químicos do solo é a causa inicial deste processo, o que torna o manejo e a recuperação destes indispensáveis ao setor agropecuário, principalmente em solos de cerrado. A grande maioria dos estudos realizados com pastagens degradadas está voltada para o aspecto químico do solo, deixando os aspectos físicos e a falta de uma correlação desta no aspecto temporal. Por isso, torna-se necessário uma avaliação produtiva das forrageiras em áreas degradadas com as interações entre a fertilidade e variáveis físicas de infiltração, densidade, umidade, compactação, estrutura e curva de retenção de água no solo.

Segundo Carvalho (2005) a introdução de leguminosas arbóreas se mostram necessárias para melhorar a qualidade e a sustentabilidade das pastagens. A formação de área em consórcio com leguminosas possibilita resgatar em tese algumas características físico-químicas do solo, além de diminuir a necessidade de adubações nitrogenadas devido sua capacidade de fixação de nitrogênio mediante a relação de simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* nas raízes (MIYASAKA et al., 1984), diminuindo assim custo e melhorando valor nutricional da forrageira gramínea. As espécies arbóreas além de melhorar os aspectos de qualidade do solo, possibilitam o bem estar animal, fornecendo um micro clima mais agradável (DIAS et al., 2007).

De acordo com Souza (1991), as espécies de leguminosas arbustivas e arbóreas possuem um grande potencial forrageiro que, graças ao seu sistema radicular profundo, são mais resistentes aos períodos de seca, com destaque a *Leucena* (*Leucaena leucocephala*), podem promover a conservação e/ou melhoria da qualidade do solo por favorecer o controle da erosão, como eficientes conservadores de água e umidade do solo em diferentes profundidades, sendo utilizados como bancos de proteína para elevação da qualidade da forragem durante esta estação.

De acordo com Barcellos et al. (2008), a *Leucena* apresenta características valiosas, como teor de proteína bruta e baixos teores de fibra. Já o *estilosantes* reúne vantagens quanto a composição de aminoácidos essenciais. Questões como a produção de forragem e o bem-estar animal são influenciados pelo microclima, refletindo no desempenho animal. A presença de árvores, adequadamente dispostas, favorece o bem-estar animal bem como promove melhorias e proteção à produção forrageira, esse benefício é possível com a utilização de leguminosas arbóreas e arbustivas, pois, além da sua relação com o bem-estar animal, possui um sistema radicular profundo, que promove a busca por nutrientes e água.

Existe um consenso entre os pesquisadores de que pastagens consorciadas com leguminosas são mais recomendadas para uso extensivo e que sob regime de pressões de pastejo mais altas, as leguminosas forrageiras tenderão a desaparecer, isto porque as leguminosas tropicais são mais sensíveis que as gramíneas a aumentos na pressão de pastejo. Mas tem se observado que os efeitos da pressão de pastejo sobre a persistência das leguminosas dependem dos mecanismos de persistência da planta e do grau de seletividade exercida pelo animal (PEREIRA, 2001). A falta de pesquisa de outros tipos de consócio de pastagem degradada com leguminosas forrageiras e arbustivas poderá reduzir a seletividade dos animais e melhorar a persistência dessas forrageiras dentro de uma área pelas suas interações.

O objetivo desse trabalho foi a avaliar as propriedades físicas do solo para a recuperação de áreas degradadas utilizando a consorciação de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*, *Estilosante* Campo Grande (*Stylozanthes capitata* x *Stylozanthes macrocephala*) e *Leucena leucocephala*, verificando a densidade do solo, porosidade total, macro e micro porosidade, e estabilidade de agregados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pastagens Degradadas e Degradação do Solo

O grande desenvolvimento da atividade agropecuária no Brasil, principalmente na criação de bovinos a pasto, tem levado a questionamentos quanto à qualidade dos sistemas de manejo do solo em uso (SALTON et al., 2008).

Os sistemas de pastagens mais utilizados na federação são aqueles extensivos, baseados no uso de plantas forrageiras tropicais, utilização rara de corretivos e fertilizantes, agravados pela baixa fertilidade natural dos solos, acidez, limitações de drenagem, etc, o que justifica em parte, os baixos índices zootécnicos e as baixas produtividades observadas na região dos Cerrados (ZIMMER e EUCLIDES FILHO, 1997).

O manejo displicente do sistema solo-planta-animal, em associação com o gerenciamento inadequado do empreendimento, tem levado à degradação das pastagens que, atualmente é o maior obstáculo para o estabelecimento de uma pecuária bovina sustentável em termos agrônômicos, econômicos e ambientais nos Cerrados (MARTHA JUNIOR e VILELA, 2002).

A degradação da pastagem se caracteriza pelo processo evolutivo da perda de vigor, de produtividade e da capacidade de recuperação natural das pastagens para sustentar, economicamente, os níveis de produção e de qualidade exigida pelos animais, mesmo em épocas favoráveis ao crescimento, assim como, o de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e plantas invasoras, culminando com a degradação avançada dos recursos naturais, em razão de manejos inadequados (CARVALHO, 1993).

Dias Filho e Serrão (1982) relatam que o processo de degradação se instala na pastagem quando o limiar de resistência da planta forrageira é rompido pela desfolha e não são oferecidas condições satisfatórias para a sua recuperação. Como principais causas ou fatores da degradação ou de aceleração do processo de degradação das pastagens, são citados: tipo do solo (características químicas e físicas), espécie cultivada (não adaptadas as condições edafoclimáticas), ocorrência de pragas e doenças, estabelecimento inadequado (densidade de plantio), compactação e erosão do solo, diminuição do P assimilável (ausência de fertilizações

na formação e de manutenção), o manejo inadequado das pastagens, enfatizando-se a superlotação de animais, propiciando o aparecimento de plantas invasoras.

O processo de degradação das pastagens pode ser comparado a uma escada (Figura 1), onde no topo, estariam as condições que garantiriam maiores produtividades de forragem, mas, na medida em que se descem os degraus, avança-se no processo de degradação culminando com a degradação do solo, alterando sua estrutura, evidenciadas pela compactação e a conseqüente diminuição das taxas de infiltração e capacidade de retenção de água (MACEDO, 2000).

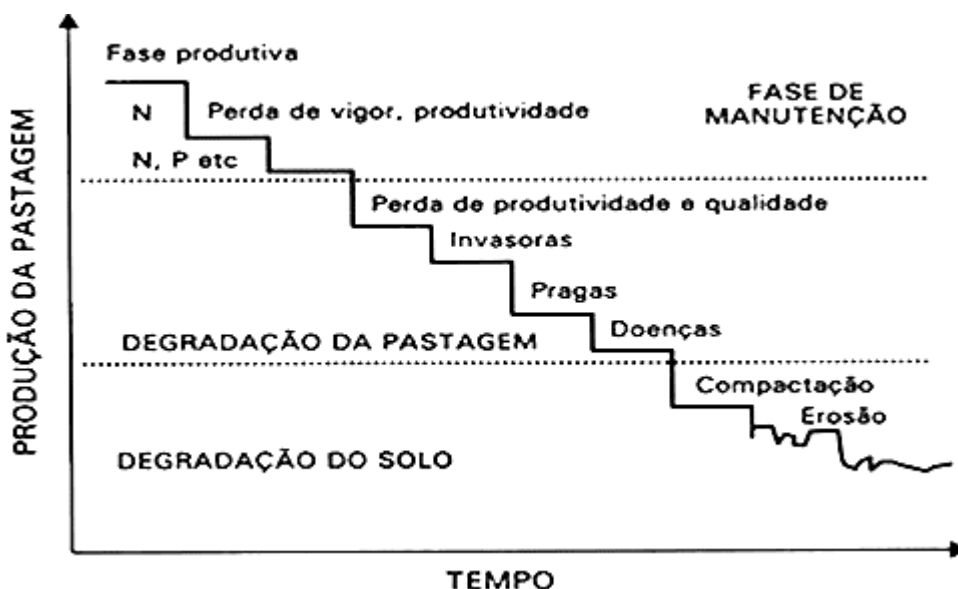


Figura1: Processo de degradação da pastagem em suas diferentes etapas no tempo. Fonte: Martha Júnior e Vilela (2002)

Corá et al. (2004) relatam que o manejo do solo proporciona alterações nas propriedades físicas naturais do solo, principalmente nas camadas superficiais, logo, entender como são as variações desses atributos físicos do solo ao longo de um período contribui para melhor planejamento, pois assim se conhece o comportamento do solo. O adequado seria o uso de um manejo do solo que estabelecesse uma interação entre essas propriedades possibilitando melhorar as condições deste para o crescimento e desenvolvimento das plantas (CENTURION et al., 2001).

2.1.1 Densidade do solo e Compactação

A densidade do solo (D_s) expressa a relação entre a quantidade de massa de solo seco por unidade de volume do solo. No volume do solo é incluído o volume de sólidos e o de poros do solo. Logo, havendo modificação do espaço poroso haverá alteração da D_s (REINERT e REICHERT, 2006).

A densidade do solo é um parâmetro que serve como índice de compactação do solo e é muito utilizada nas avaliações do estado estrutural dos solos (SCAPINI et al. 1998). Segundo Moraes et al. (2006) a compactação do solo resulta do aumento da densidade na camada superficial e consequente redução da porosidade, além de outros fatores.

Quando o solo tem maior proporção de espaço poroso em relação ao volume de sólidos, possuem menor densidade que solos mais compactados e com menor espaço poroso. Solos que textura fina (siltosos e argilosos) geralmente possui menor densidade em relação a solos arenosos, isso ocorre porque as partículas dos solos com textura fina tendem a organizar-se em unidades estruturais porosas, principalmente se teor de matéria orgânica for adequado. Uma característica dos solos arenosos é o baixo conteúdo de matéria orgânica, logo, as partículas sólidas estão menos predispostas a formarem agregados e a densidade do solo é normalmente mais alta (REINERT et al., 2008)

Solos arenosos apresentam valores de D_s de 1,2 a 1,9 g cm⁻³, já os solos com textura argilosa apresentam valores mais baixos, de 0,9 a 1,7 g cm⁻³. Para indicar um estado de compactação com alta probabilidade de oferecer restrição ao crescimento radicular, a densidade do solo situa-se em torno de 1,65 e 1,45 g cm⁻³, para solos arenosos e argilosos respectivamente (REINERT e REICHERT, 2006).

Mudanças na densidade do solo são facilmente medidas e podem ser indicador de alterações na qualidade do solo. Aumentos na densidade geralmente implicam em diminuição na qualidade do solo para crescimento radicular, redução da aeração e mudanças indesejáveis no comportamento da água no solo, como redução da infiltração (IMHOFF et al., 2000)

O cultivo inadequado do solo provoca aumento na densidade do solo, devido a diminuição do teor de matéria orgânica e degradação da estrutura, este efeito pode ser minimizado adicionando resíduos culturais, adubos orgânicos, realizando rotação de culturas ou fazendo consorciação (BAYER et al., 2000).

2.1.2 Porosidade do solo

O espaço poroso do solo (porosidade) refere-se à fração do volume do solo ocupada por ar e água. Os poros do solo são representados por cavidades de diferentes tamanhos e formas, determinados pelo arranjo das partículas sólidas (MARQUES, 2000), sendo a porosidade do solo principal propriedade que interfere na aeração do solo e na condução e retenção de água, e conseqüentemente, no aproveitamento de água e nutrientes disponíveis (TOGNON, 1991). O solo ideal deve, portanto, apresentar um volume e dimensão dos poros adequados para a entrada, movimento e retenção de água e ar para atender às necessidades das culturas (HILLEL, 1980).

Em geral os solos apresentam cerca de 50% de poros, sendo metade ocupada por água e metade ocupada por ar. Os poros são resultantes das forças de penetração, expansão e contração de raízes, da água, de organismos (micro, meso e macrofauna) da expansão de gases, da organização dos agregados e da própria porosidade da partícula primária (HILLEL, 1970).

A porosidade é mais usualmente classificada em duas classes: micro (poros $< 0,06$ mm ou 60 micras) e macroporosidade (poros $> 0,06$ mm ou 60 micras). A microporosidade é uma classe de tamanho de poros que, após ser saturada em água, a retém contra a gravidade. Os macroporos, ao contrário, após serem saturados em água não a retém, ou são esvaziados pela ação da gravidade. A funcionalidade (Figura 2) desses poros fica evidente quando se considera que os microporos são os responsáveis pela retenção e armazenamento da água no solo e os macroporos responsáveis pela aeração e pela maior contribuição na infiltração de água. Dessa forma, a formação de macroporos visando à melhoria estrutural do solo, pode ser por meio biológico ou mecânico, salientando que a conservação da macroporosidade é em função de práticas conjuntas de manejo (REINERT et al., 2006).

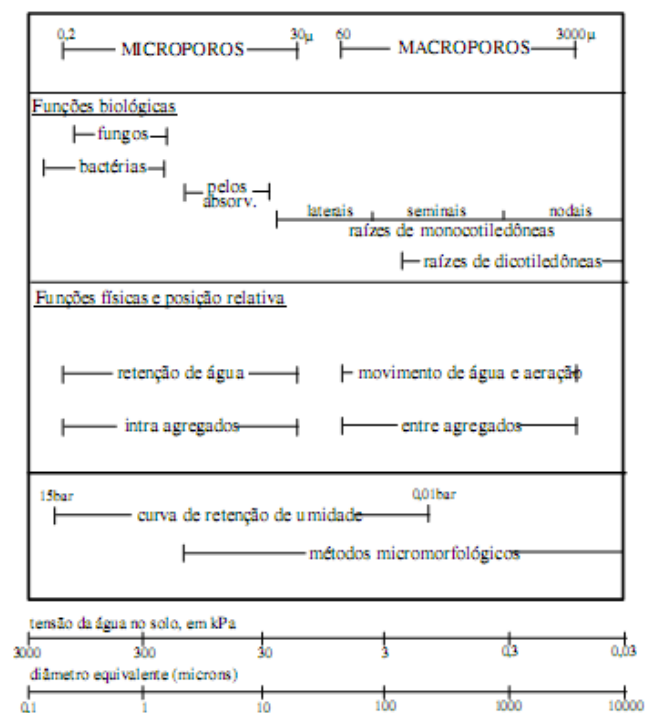


Figura2: Classificação do espaço poroso do solo e funções biológicas e físicas associadas. Fonte: Ker et al. (1998).

Uma das principais razões para o conhecimento da densidade é o fato de que este valor pode ser utilizado no cálculo do espaço poroso do solo. Se a densidade indica uma compactação, a compactação por sua vez influencia na perda de espaço macroporoso (Figura 3) (RESENDE et al., 1997)



Figura3: Solo antes (a) e solo depois de compactado (b), mostrando a redução dos poros maiores em poros menores. Fonte: Resende et al. (1997).

2.1.3 Agregados e sua estabilidade

A estrutura do solo é formada por dois fenômenos, a aproximação das partículas e a cimentação (estabilização) dos agregados (REINERT e REICHERT, 2006). A floculação dos colóides é fator essencial para a formação do agregado (Figura 4), posteriormente os componentes necessitam serem estabilizados por algum agente cimentante (HILLEL, 1980). Silva e Mielniczuk (1997) citam como substâncias cimentantes as argilas, a sílica coloidal, os metais polivalentes, o carbonato de cálcio, os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, os exsudados orgânicos e as substâncias orgânicas provenientes da ação dos microrganismos.



Figura 4: Representação das partículas que compõem um agregado e como é visto a campo.
Fonte: Costa (2005)

Os microagregados do solo são formados em função da ligação entre domínios de argilas orientadas com MOS e partículas de quartzo (EMERSON, 1959). Já Edwards e Bremner (1967) propõem que a formação de microagregados é a partir da reação entre moléculas orgânicas, cátions polivalentes (Fe, Al, Ca) e partículas de argila. Outro modelo defendido por Tisdall e Oades (1982) é que partículas primárias livres e agregados de tamanho de silte são unidos por agentes ligantes persistentes, como a matéria orgânica humificada ou complexos com cátions polivalentes, óxidos e aluminossilicatos, formando microagregados de 20 a 250 μm . Os macroagregados (>250 μm a >2mm), segundo Tisdall e

Oades (1982) são a união de microagregados por agentes ligantes temporários (raízes ou hifas de fungos) e transientes (polissacarídeos derivados de microrganismos ou plantas).

Segundo Bayer et al. (2000) a agregação do solo pode sofrer alterações permanentes ou temporárias, provocadas por práticas de manejo de solo e culturas, logo, essas alterações dependem da estabilidade dos agregados.

Um dos principais atributos do solo relacionados à sua qualidade é a formação de macroagregados estáveis, os quais são responsáveis pela estrutura do solo e inteiramente susceptíveis às práticas de manejo (MIELNICZUK et al., 2003). Já os microagregados estáveis são menos susceptíveis as práticas (OADES, 1982).

A manutenção de uma boa estabilidade de agregados é condição primordial para garantir altas produtividades (PERIN et al., 2002). A agregação é afetada pela matéria orgânica do solo (MOS), desta forma, sistemas agrícolas que adotam menor revolvimento do solo e alta taxa de adição de resíduos podem deter o declínio da qualidade estrutural de solos cultivados, bem como promover a recuperação daqueles já degradados (ZALAMENA et al. 2007).

2.2 Recuperação de pastagem com uso de leguminosas

As pastagens cultivadas exclusivamente com gramíneas forrageiras apresentam uma séria limitação, que é a falta de nitrogênio. A carência desse elemento via química ou biológica, é apontada como uma das principais causas da degradação de pastagens. Ela ocorre devido ao esgotamento do nitrogênio, proveniente da matéria orgânica ou ao manejo inadequado sistema de produção animal. (PAULINO et al., 2009)

Gama e Volpe (2010), ao avaliar a recuperação de pastagem com calagem, adubação e estabelecimento de leguminosas concluiu que utilização de *Leucena* com alta densidade de plantas em recuperação de pastagem degradada sem utilização de N mostrou-se altamente viável e ressalta ainda que as leguminosas lenhosas a exemplo da *Leucena* proporcionam boas quantidades de acúmulo de forragem comestível e mesmo depois de estabelecida mantêm-se produtiva, o que evidencia seu potencial de uso por longos períodos.

De acordo com Andrade e Karia (2000), o estilosantes é uma das alternativas recomendadas para a recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens* em

solos arenosos, mostrando ganhos de até 3 @/ano a mais do que em pastagens sem a leguminosa.

A leguminosa em consórcio com gramíneas geralmente apresentam problema de persistência na pastagem, que pode ser atenuado com o manejo, ou com a sua utilização como banco de proteína. De acordo com Alves e Medeiros (1997), pastagens bem manejadas de gramíneas consorciadas a leguminosas têm vida útil longa e são mais produtivas,

2.2.1 Estilosantes Campo Grande (*Stylosanthes capitata* x *Stylosanthes macrocephala*)

Os trabalhos para a geração do estilosantes Campo Grande tiveram início em 1990 em uma fazenda no estado de Mato Grosso do Sul, com predominância de Neossolo Quartzarênicos. Lá foram encontradas plantas de *Stylosanthes capitata* e *Stylosanthes macrocephala* remanescentes de um experimento conduzido em anos anteriores, sobrevivendo sob alta pressão de pastejo, baixos níveis de fertilidade natural e com alto grau de resistência à antracnose. Sementes das espécies foram colhidas separadamente e levadas a Embrapa Gado de Corte para estudos mais detalhados, onde se identificou em sua composição uma mistura espontânea de 20% de *S. macrocephala* e 80% de *S. capitata* (EMBRAPA, 2000). A sua persistência deve-se à ressemeadura natural, uma vez que as suas plantas são predominantemente anuais e bianuais (FORMENTINI, 2008).

Como o estilosantes Campo Grande é composto de duas espécies de leguminosa, cabe ressaltar as características individuais das mesmas.

O *S. capitata* tem hábito de crescimento cespitoso, podendo atingir até um metro de altura. A cor das flores varia do bege ao amarelo, seu florescimento ocorre a partir da segunda quinzena de maio (VILELA, 2000). Já o *S. macrocephala* possui hábito de crescimento decumbente em estande puro, pode atingir até um metro e suas folhas são mais estreitas que as do *S. capitata* e mais pontiagudas. Seu florescimento ocorre a partir da segunda quinzena de abril, sendo suas flores na maioria amarelas.

Schunke (2001) relata que o estilosante aparece como uma alternativa para recuperação da produtividade em áreas de pastagens com menor custo de manutenção e quando adaptadas ao solo da região e utilizadas em consórcio nas pastagens de gramíneas, aumenta ou mantém a capacidade produtiva.

O estilosante Campo Grande é indicado para áreas com precipitação pluviométrica acima de 900 mm. Prefere os solos de textura arenosa ou mediana, com V% acima de 30% e mínimo de 5 mg/dm³ de P. O estilosante Campo Grande é indicado para o consórcio com forrageiras do gênero *Brachiaria* e *Andropogon*, promovendo o fornecimento de nitrogênio para a pastagem e melhorando a qualidade da dieta dos animais em pastejo. (EMBRAPA 2000).

2.2.2 *Leucaena leucocephala* (Leucena)

A Leucena (Figura 4) é uma leguminosa, perene, arbórea (5 a 15 m de altura), originária da América Central, de onde se dispersou para outras partes do mundo devido a sua versatilidade de utilização, podendo ser empregada para forragem, produção de madeira, carvão vegetal e adubação verde (FORMANTINI, 2008).

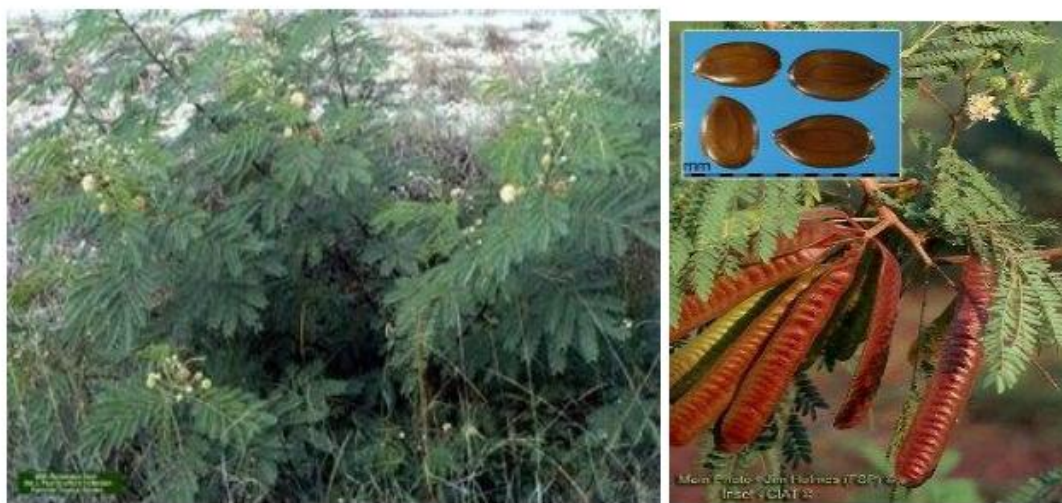


Figura5: *Leucena leucocephala*. Fonte: Formantini (2008)

Seiffert e Thiago (1983) observaram a Leucena como pouco exigente em nutrientes e tolera solos ácidos. Seu uso como planta de elevado potencial forrageiro para regiões tropicais e semi-áridas tem sido relatado. Destaca-se sua capacidade de manter a folhagem verde, de alto valor nutritivo, graças a um sistema radicular capaz de explorar as reservas de águas nas

camadas mais profundas do solo, o que lhe confere resistência à seca. Apresenta folhas com alto teor de nitrogênio e habilidade para resistir a sucessivas podas.

A Leucena deve ser podada manualmente ou mecanicamente nos meses de novembro/dezembro, visando limitar sua altura para que o material vegetativo de alta qualidade esteja disponível para os animais durante os períodos críticos do ano. (LOURENÇO e CARRIEL, 1997).

Para cultivar a Leucena, é necessário uma precipitação pluviométrica anual mínima de 600 mm, prefere solos férteis e profundos, podendo ser cultivada em áreas com V% acima de 50% e mínimo de 5 mg/dm³ de P no solo. Apresenta 27% de PB nas folhas e 15% na fração útil como forragem (folhas, ramos finos e vagens). Pode produzir 20 a 25 ton de MS de fração útil como forragem /ha/ano. É bastante palatável para todas as espécies, mas é tóxica para eqüinos e coelhos e pode ser para ruminantes, se consumida como único volumoso por períodos superiores a 120 dias. (ALCÂNTARA e BUFARAH, 1988)

Segundo Evangelista et al. (2005), a adição de até 40% de forragem de Leucena é uma alternativa viável para a melhoria da composição bromatológica da silagem de sorgo. A adição da leguminosa elevou o teor de nitrogênio amoniacal da silagem e tendeu a elevar o pH, porém, dentro de limites aceitáveis, indicando boa fermentação.

2.2.2.1 Sistema Silvipastoril

Dentre as estratégias propostas para a recuperação de pastagens degradadas, a implantação de sistemas silvipastoris (SSP) seria adequada. Apesar dos vários benefícios, a adoção de SSP ainda é muito limitada, principalmente em função dos altos custos de implantação. O sistema de consócio com leguminosas em pastagem degradadas (Figura 6), é uma prática acessível à maioria dos pequenos produtores, ligado ao fornecimento de alimentos na época mais seca do ano para os animais, bem como ao seu bem estar devido a introdução de espécies de leguminosas arbustivas (GARCIA et al., 2010),

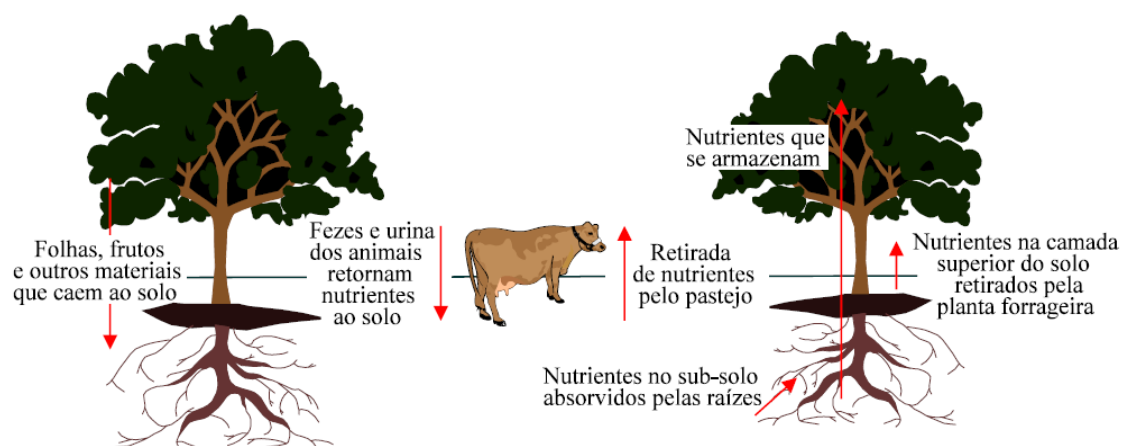


Figura6: Representação diagramática de componentes do sistema Silvopastoril. Fonte: Garcia et al. (2010)

Segundo Gyenge et al. (2002) os benefícios para o solo, decorrentes da implantação de sistemas silvipastoris resulta na melhoria, a médio e longo prazos, na ciclagem de nutrientes, causada pela absorção desses elementos pelas raízes das árvores, de camadas mais profundas do solo e a posterior deposição no solo superficial de parte desses nutrientes, pela decomposição de folhas, raízes etc. Sem a intervenção das raízes das árvores, atuando como "rede de retenção", parte desses nutrientes seria perdida por lixiviação, ou ficaria indefinidamente indisponível para a vegetação local. Sistemas silvipastoris possuem, também, a capacidade de utilizar a água das camadas mais profundas do solo, a qual seria normalmente perdida em sistemas tradicionais de pastagens. Segundo Castro e Carvalho (1999) esse sistema de integração demonstrou aspectos de estabilidade dos sistemas do solo e vantagens no controle da erosão e recuperação nas condições físicas do solo e da produtividade animal.

Garcia et al. (2010), relatam que o pastejo pelos animais domésticos ou selvagens e a regeneração das árvores e arbustos são compatíveis e benéficos para a produtividade da terra. As grandes áreas de cerrados, campos, caatingas, pantanal e outras formações vegetais já existentes no Brasil vem sendo utilizadas por muitos séculos pelos animais selvagens e domésticos. É um exemplo da própria natureza para o homem, de uma consorciação natural em que espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas se misturam num equilíbrio perfeito. Isto, todavia, não quer dizer que a exploração nestas áreas vem ocorrendo da melhor forma e que estudos não necessitam ser conduzidos. É importante o acompanhamento dos mesmos e que o manejador tenha conhecimento para interpretar as mudanças que ocorrem no meio.

Souza e Espíndola (2000) ao avaliar bancos de proteína de Leucena e de guandu para suplementação de ovinos mantidos em pastagens de capim-buffel, constataram que a Leucena foi capaz de melhorar a qualidade da forragem durante a fase mais crítica da estação seca, possibilitando maior lotação animal mantendo o ganho de peso.

De acordo com Possenti et al. (2008) avaliando os efeitos da Leucena sobre a fermentação e emissão de gás metano, observou-se relevante efeito associativo do alto nível de Leucena na dieta com a presença de levedura na redução da produção de gás metano e na melhora do padrão de fermentação no rúmen. Observou-se também maior proporção molar de ácido propiônico na dieta com os maiores níveis de Leucena, em relação ao ácido butírico, evidenciando maior interação na dieta com 20% de Leucena, que apresentou as maiores proporções molares desse ácido graxo volátilo (AGV).

Os taninos condensados complexam e precipitam as proteínas e reduzem a emissão do metano, possivelmente por atuar causando morte de bactérias metanogênicas no rúmen. Altos conteúdos de taninos, nas folhas e especialmente nos ramos de Leucena, reduzem a digestibilidade da matéria seca e da proteína, mas libera o valor “bypass” da proteína. (PAULINO et al., 2009)

Veloso et al. (2006) verificaram diferenças na degradabilidade e na digestibilidade de algumas leguminosas estudadas, onde a Leucena apresentou elevada degradabilidade potencial da PB. Isso pode se atribuído a diferenças nas características específicas da proteína, à sua acessibilidade às enzimas digestivas, ou à presença de substâncias antinutricionais, especialmente os taninos ou outros polifenóis, que protegem a proteína e a celulose da degradação ruminal (VAN SOEST, 1994) e estão presentes em quantidades significativas nas folhas de leguminosas arbustivas.

As folhas e vagens de Leucena contém um aminoácido chamado mimosina que pode atingir concentração de até 12 %, em pontos de crescimento, e em folhas jovens de 3 a 5 % da matéria seca. No rumem, a mimosina é degradada em dihidroxipirimidina (DHP), que por sua vez é degradada pelos microorganismos do rúmen a compostos não tóxicos. Ocorre em muitos locais que há falta de microrganismos ruminais apropriados e o acúmulo de DHP causa toxidez, bócio, perda de apetite, perda de peso, queda de pelos. (PAULINO et al., 2009)

Lourenço e Carriel (1997), ressaltaram que avaliando a alimentação de bovinos com a leguminosa Leucena como banco de proteína no período da seca não houve qualquer sintoma externo de toxidez provocado pela mimosina.

Segundo Carvalho (1993) que estudou a toxidez da Leucena na alimentação de ovinos Santa Inês e verificou que animais submetidos a dietas exclusivamente a folhas frescas de Leucena, apresentou um aumento significativo nos níveis de tireóide porém não associado ao hipotireoidismo o mesmo animal ainda apresentou sinais característicos de intoxicação como, anorexia, alopecia, perda de peso e cialorréia, por outro lado, nada ocorreu nos animais submetidos a dietas mistas.

2.3 Fertilidade e Matéria Orgânica com uso de leguminosa

O nitrogênio, com suas formas altamente solúveis (NH_4^- e NO_3^+), é facilmente perdido do sistema por lixiviação, por volatilização da amônia, ou por redução de NO_3^- + a formas gasosas (nitrito e compostos nitrogenados) por desnitrificação. Por isso, as aplicações de adubo nitrogenado beneficiam a produtividade vegetal somente em curto prazo, tornando-se, via de regra, economicamente inviável para o caso de pastagens.(EMBRAPA, 2000)

Nascimento et al. (2003) quando avaliaram os efeitos de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado verificou que a Leucena apresentou os melhores valores de pH contribuindo para diminuir a acidez do solo, elevando o pH no perfil estudado. E que os maiores efeitos das leguminosas na elevação dos teores de nutrientes no solo dizem respeito ao potássio e ao magnésio.

Castro et al. (1999) ressaltam que tendo em vista que os principais fatores de degradação das pastagens são o manejo e a disponibilidade de N e P, mais uma vez as leguminosas arbóreas inoculadas e micorrizadas se apresentam como importante estratégia para manutenção e recuperação de pastagens degradadas, uma vez que a biomassa das árvores têm potencial para melhorar a fertilidade do solo, aumentar a disponibilidade de nitrogênio e fósforo do solo para as forrageiras herbáceas e em alguns casos melhorar a qualidade e a quantidade da forragem produzida.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no *campus* Universitário de Pontes e Lacerda, localizado na Br. 174 km 209, na microrregião Alto Vale do Guaporé. O clima da região tem como característica em torno de 25°C e 1500mm de temperatura e precipitação médias anuais apresenta (BRASIL 2010). A área de utilização tinha aproximadamente 10 m² sendo 1,60 m² por tratamento, e era composta por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em consórcio com Estilosante Campo Grande a três anos. Para implantar o experimento esta mesma área foi queimada, cercada externamente com cerca tipo galinheiro a uma altura de 0,5 cm e internamente delimitada com estacas de madeira e barbantes.

As sementes de Leucena foram coletadas a campo, sendo selecionadas as plantas de Leucena que se desenvolve na região do Alto Vale do Guaporé. A Leucena foi utilizada porque se desejava características como: elevada produtividade; precocidade e longevidade; boa resistência a pragas e doenças. Já as sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Stylozanthos* Campo Grande foram compradas em uma agropecuária de Pontes e Lacerda-MT.

As sementes de Leucena que foram coletadas, sofreram o processo de escarificação com água quente durante 5 min. como recomendado por Lages (1989) e inoculação de bactéria do gênero *Rhizobium* na proporção de 50 kg para 10 kg de sementes. Seu plantio foi realizado após um mês da queima, fazendo o uso de matraca para plantio em linha. O espaçamento utilizado foi de 2,00 m entre linhas e a quantidade de sementes plantadas foi de três por metro linear na profundidade de 1,5 cm (DRUMOND, 2001).

Os tratamentos utilizados foram: 1) *Brachiaria brizantha* cv. Marandu solteira; 2) *B. brizantha* + *Leucaena leucocephala* (Figura 7); 3) e *B. brizantha* + *Leucaena leucocephala* + *Stylozanthos*. Para cada tratamento foram realizadas 3 repetições. Em um delineamento inteiramente casualizado (DIC). O período de experimento foi de 9 meses.



Figura 7 Piquete de consorciação entre *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Leucena leucocephala*. Fonte: Bessa (2011) - arquivo pessoal

Foram realizadas amostragem do solo na camada 0-0,10 cm do solo, antes e após a implantação do experimento. As variáveis analisadas foram densidade do solo (Ds), volume de macroporos (MAC), microporos (MIC) e total de poros (PT) e a estabilidade de macroagregados (MAGR) em água (EMBRAPA, 1997).

A altura de pastagem foi manejada através de roçadeiras motomecanizadas simulando o pastejo animal. Mantendo a altura da *Leucena* (*Leucaena leucocephala*) de no máximo 1m, para o controle da sua sementeira.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância no programa SISVAR e quando significativos as médias foram comparados pelo teste de Tukey 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise de variância verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para nenhuma das variáveis estudadas. Em todos os tratamentos os valores de densidade do solo apresentaram-se semelhantes entre si (Tabela 1), indicando que a condução do experimento em um período de 9 meses não mostrou efeitos nos diferentes tratamentos. No entanto, Nascimento et al. (2003) tiveram resultados diferentes, onde os tratamentos entre as leguminosas estudadas houve um efeito significativo.

Tabela1: Análise de algumas propriedades físicas nos diferentes tratamentos no período de Dezembro 2010

Variável	TRATAMENTOS		
	<i>Brachiaria</i>	<i>Brachiaria + Leucena</i>	<i>Brachiaria + Estilosantes + Leucena</i>
Ds g/cm ³	1,45a	1,47a	1,41a
MAGR %	43,18a	50,2a	34,49a
MAC %	9,16a	15,33a	17,50a
MIC %	42,33a	37,66a	36,16a
PT %	49,00a	53,06a	53,83a

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Valores críticos de densidade do solo para culturas comerciais propostos por Reinert e Reichert (2001) são de aproximadamente 1,45 kg.dm³ para solos com horizonte de textura argilosa (mais de 55 % de argila), de 1,55 kg.dm³ para horizonte de textura média (argila entre 20 e 55 %) e de 1,65 kg.dm³ para textura arenosa (menos de 20 % argila), ou seja, para as condições texturais da unidade experimental os valores de densidade para todos os tratamentos estão semelhantes aos dos níveis críticos.

Como o experimento foi realizado em solos de textura média os níveis de densidade estão dentro do adequado, variando de 1,41 a 1,47 para os tratamentos, sendo que o tratamento *Brachiaria + Leucena* foi o que apresentou maior valor de densidade do solo.

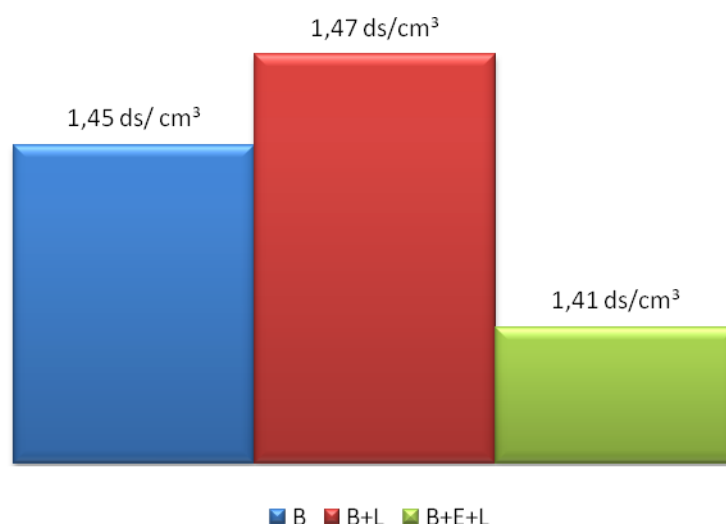


Fig. 8: Valores de densidade em cm^3 nos diferentes tratamentos.

Os tratamentos de Brachiaria + Leucena e Brachiaria + Leucena + *Stylozantes*, foram encontrados valores ideais de porosidade total (Tabela 1), ou seja, valores superiores a 50%, apenas, o tratamento 1 (Brachiaria) apresentou valores abaixo do ideal, sendo 49% (figura 9). Segundo Camargo e Alleoni (1997), um solo ideal deve apresentar 50% de volume de poros totais que na capacidade de campo teria 33,5% ocupado pela água e 16,5% ocupado pelo ar.

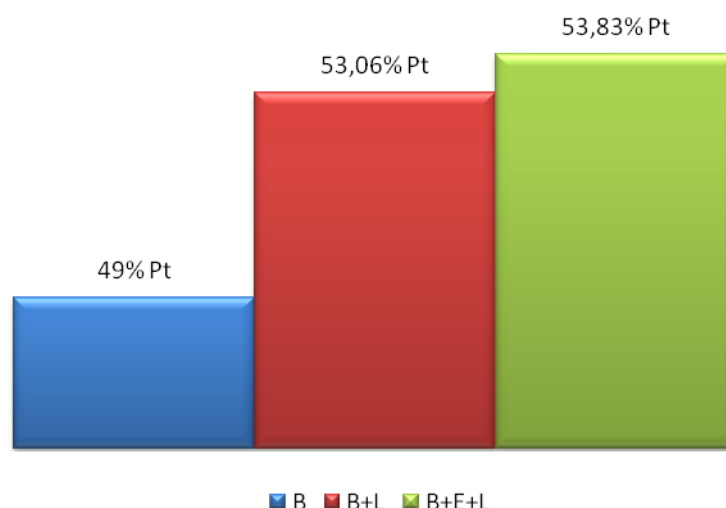


Fig 9: Valores de Porosidade total (Pt %) em percentagens nos diferentes tratamentos

Na microporosidade não houve diferença significativa entre os tratamentos, apresentando valores maiores quando comparado com a macroporosidade (tabela1), porém, pode se observar no tratamento *Brachiaria*, apresentou maiores índices de microporos comparado aos demais (figura 10).

Segundo Cintra et al. (1983), citado por Souza et al. (2005), a redução na macroporosidade tem grande efeito sobre o desenvolvimento radicular das plantas e sobre a velocidade de infiltração de água, por imprimir ao solo condições de baixa aeração.

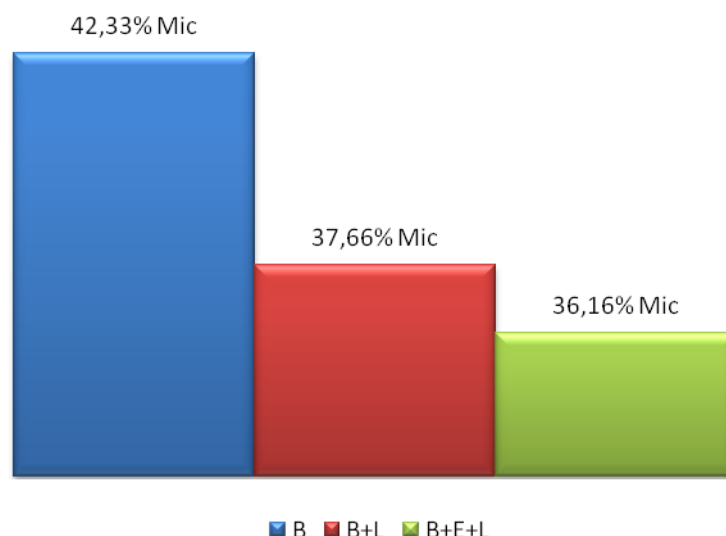


Fig. 10: Valores de Microporos (Mic%) nos diferentes tratamentos.

Os resultados encontrados por Teixeira et al. (2006) e por Alves (2006), os quais indicam que a pequena proporção de macroporos encontrada no solo em estudo (média de 0,077 m³ m⁻³) sugere a ocorrência de problemas de compactação e que, até o momento, o manejo adotado ainda não contribuiu para a recuperação da estrutura do solo.

Na avaliação de Macroporos também não houve diferença significativa, conforme Baver et al. (1972), um solo apresenta condições ideais de aeração para o desenvolvimento das plantas quando a macroporosidade é superior a 10%. Estes resultados também foram encontrados por Gupta e Allmaras (1987) citados por Oliveira et al. (2003). Portanto, o valor de macroporosidade para o tratamento 1 (*Brachiaria*), encontra-se um pouco abaixo dessas condições ideais (figura 11), o que sugere que estes solos poderiam não apresentar condições satisfatórias de aeração para o desenvolvimento de eventuais culturas que pudessem vir a ser implantadas nos mesmos.

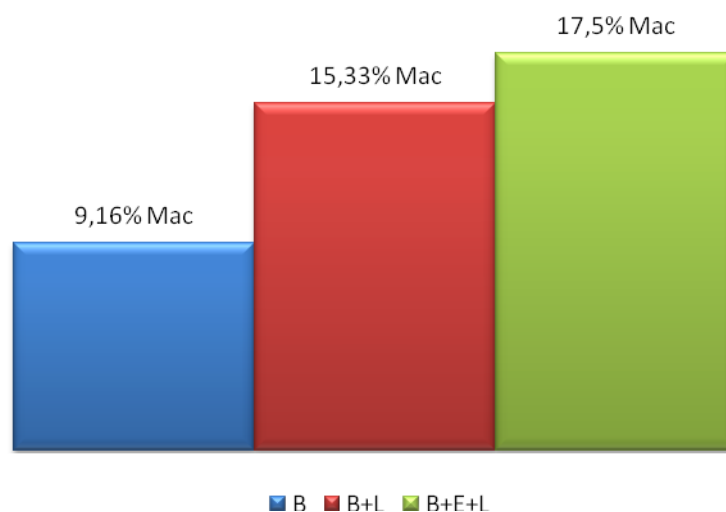


Fig. 11: Valores de Macroporosidade (Mac%) para os diferentes tratamentos.

De acordo com Alves (2006), os baixos valores de macroporosidade ou porosidade também proporcionam elevadas perdas de N por desnitrificação.

Segundo Dexter (1998) solos que possuem agregados estáveis de maior tamanho são considerados solos estruturalmente melhores e mais resistentes à erosão, devido a agregação facilitar na aeração do solo, as trocas gasosas e a infiltração de água, em função do aumento da macroporosidade entre os agregados, além de garantirem a microporosidade e a retenção de água dentro dos agregados.

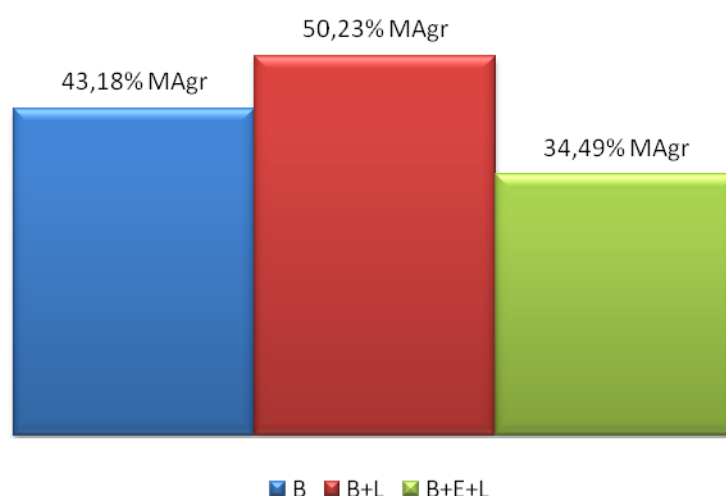


Fig.12: Valores em percentagem de Agregados nos diferentes tratamentos.

Não houve diferença significativa nos diferentes tratamentos, porém, pode-se observar que o tratamento 2 (Brachiaria + Leucena) obtiveram maiores índices na percentagem de agregados (figura 12). Campos et al. (1995), os quais relataram que os compostos orgânicos e a ação microbiana têm atuação na estabilidade de agregados, pela alta correlação apresentada entre o conteúdo de CO e a atividade microbiana com o diâmetro médio geométrico dos agregados. Deste modo, os resultados indicaram baixa eficiência das leguminosas em acumular CO no solo, estas características afetam sensivelmente o processo de formação e estabilização dos agregados do solo.

Segundo o experimento realizado por Longo et al., (1999) maior parte dos agregados ficou retida na peneira de 4,0 mm de malha, situação a qual indica que, nestas condições, os agregados formados são bastante estáveis em água. A organização das partículas do solo em agregados refere-se à estrutura do solo, logo, o tipo de agregado presente num solo determina o tipo de estrutura (REINERT e REICHERT, 2006).

5 CONCLUSÃO

A interação entre os diferentes consórcios não foi significativa para nenhum atributo físico do solo avaliado, de modo que, dentre o período de um 9 meses que foi realizado o experimento, não foram observadas diferenças significativas entre os mesmos no que se refere à densidade do solo, porosidade total, porcentagem de agregados, macro e a microporosidade. A relação micro/macroporos para todos os tratamentos foi considerada ideal para culturas.

O cultivo das leguminosas não influenciou o aumento da estabilização dos agregados do solo, em relação à testemunha. Espera-se, com o decorrer do tempo, haja uma interferência maior dos tratamentos, em especial, das leguminosas, contribuindo para uma maior agregação do solo e, conseqüentemente, redução dos valores de densidade do solo e aumento da porosidade total, uma vez que o período de avaliação dos tratamentos foi curto e a leguminosa ainda está em desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras**: gramíneas e leguminosas. São Paulo: Nobel, 1988, 162p.

ALVES, M.C. Recuperação dos solos degradados pela agricultura. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA AGRICULTURA, 5., 2006. **Anais...** Instituto Agronômico: Campinas, 2006. (CD-ROM)

ALVES, S.J.; MEDEIROS, G.B. Leguminosas em renovação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1997. p.251-272.

ANDRADE, R.P., KARIA, C.T. Uso de *Stylosanthes* em pastagens no Brasil. In: EVANGELISTA, A.R., BERNARDES, T.F., SALES, E.C.J. (eds). Simpósio de Forragicultura e Pastagens: temas em evidência. Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA. 2000. p. 51-68.

BARCELLOS, A. O. de; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37 Suplemento especial. P.51-67- 2008.

BARCELLOS, A. O. de; VILELA, L. **Restabelecimento da capacidade produtiva de pastagens por meio da introdução de *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão**. Embrapa Cerrados, Planaltina, Dezembro 2001. (comunicado técnico n.65).

BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. Soil structure: evaluation and agricultural significance. In: BAVAR, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. **Soil physics**. 4.ed. New York : J. Wiley, 1972. p.178-223.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C.; MARTIN-NETO, L.; FERNANDES, S.V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. **Soil Till Res**, 54:101-109, 2000.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO₂. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 3, p. 599-607, jul./set. 2000.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil clima**. 2010

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. São Paulo: Divisão de biblioteca e documentação - ESALQ/USP, 1997.

CARVALHO, P.C.F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 22, 2005, Piracicaba. **Anais... Teoria e prática da produção animal em pastagens**. Piracicaba, 2005. p.7-32.

CARVALHO, M.M. **Recuperação de pastagens degradadas**. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL, 1993. 51p.

CASTRO, C. R. T. de; CARVALHO, M. M. **Sistemas silvipastoris: relatos de pesquisa e de seu uso no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1999. 24 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 53).

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 1999. v.28 n.5 p.919-927.

CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J. & NICOLODI, R. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19 p.121-125, 1995.

CENTURION, J.F.; CARDOSO, J.P. & NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola. Ambiental**, v.5 p.254-258, 2001.

CORA, J.E.; ARAÚJO, A.V.; PEREIRA, G.T.; BERALDO, J.M.G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.1013-1021, 2004.

COSTA, A.R.; OLIVEIRA, G.C.; SEVERIANO, E.C. **Avaliação das alterações estruturais em um Latossolo Vermelho distrófico típico sob pastejo rotacionado na microrregião de Goiânia - GO** (compact disk). In: Reunião Anual da SBZ, 42, 2005, Goiás, GO.

DEXTER, A.R. Compression of soil around roots. **Plant Soil**, 1998.

DIAS FILHO, M.B.; SERRAO, E.A.S. **Recuperação, melhoramento e manejo de pastagens na região de Paragominas**, Pará. Belém: Embrapa-CPATU, 1982.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; FRANCO, A. A. Leguminosa arbóreas introduzidas em pastagem. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília v.42 p 119-126 jan 2007

DRUMOND, M. A.. Leucena - **Uma arbórea de uso múltiplo, para a região semi-árida do nordeste brasileiro**. 3º Simpósio de Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi Árido. Petrolina, PE, p.21 – 23 de novembro de 2001.

EDWARDS, A. P.; BREMNER, J. M. Dispersion of soil particles by sonic vibration. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 18, n. 1, p. 47-63, Mar. 1967.

EMBRAPA, **Manual e Métodos de Análise de Solo**. 2 .ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.

EMBRAPA/CNPQC. Estilosantes Campo Grande: estabelecimento, manejo e produção animal. **Comunicado técnico**. COT. Nº 61, Campo Grande, 2000.

EMERSON, W.W. **The structure of soil crumbs**. J. Soil Sci., 10:235- 244, 1959.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P. M. C. do; PEREIRA, R. C. Composição bromatológica de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) moench) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) Dewit). **Ciências Agrotecnicas**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 429 - 435, mar./abr., 2005.

FORMENTINI E. A. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Vitória-ES 2008

GAMA, T. da C. M. ; VOLPE, E. Recuperação de pastos de capim-braquiária com correção, adubação de solo e introdução de leguminosas, **III Seminário de Agroecologia de MS**, cadernos de Agroecologia, v. 5 n.1, 2010

GARCIA, R.; Couto, L.; Andrade, C. M. S.; Tsukamoto Filho, A. A. **Sistemas Silvopastoris na Região Sudeste: A Experiência da CMM**. 2010

GYENGE, J.E.; FERNÁNDEZ, M.E.; SALDA, D.; SCHLICHTER, T.M. Silvopastoralsystems in Northwestern Patagonia II: water balance and water potential in a stand of *Pinus ponderosa* and native grassland. **Agroforestry Systems**, v.55, p.47-55, 2002

HILLEL, D. **Fundamentals of soil physics**. New York, Academic Press, 1980. 413p.

HILLEL, D. Solo e água: fenômenos e princípios físicos. Porto Alegre: UFRGS, 1970. 213p

IMHOFF, S.; SILVA, A.P. & TORMENA, C.A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropec Brasileira**, v. 35:1493-1450, 2000.

KERR, D. E; LIANG, F. X.; BONDIOLI, K.R.; ZHAO, H. P.; KREIBICH, G.; WALL, R. J.; SUN, T. T. The bladder as a bioreactor: Urothelium production and secretion of growth hormone into urine. **Nat Biotechnol**, v.16, p.75-79, 1998.

LONGO, R. M.; ESPINDOLA, C. R.; RIBEIRO A. I. Modificações na estabilidade de agregados no solo decorrente da introdução de pastagem em áreas de cerrado e floresta amazônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**. Campina Grande v.3 n. 3 p 276-280, 1999.

LOURENÇO, A. J.; CARRIEL, J. M. Desempenho de bovinos nelore em pastagens de *Brachiaria brizantha* associada à *Leucaena leucocephala*. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 34. Juiz de Fora. **Anais...** 1997. p. 345-7.

MACEDO, M. C. M. **Sistemas de produção animal em pasto nas savanas tropicais da América: limitações à sustentabilidade**. In: Reunión latinoamericana de producción animal, 16.; congreso uruguayo de producción animal, 3., 2000, Montevideo. Anales... Montevideo: Alpa, 2000. CR-ROM.

MARQUES, J. D. de O. **Horizontes pedogenéticos e sua relação com camadas hidráulicas do solo**. 2000. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VIVELA, L. **Pastagens no cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 32p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 50).

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.; LOVATO, T.; FERNANDES, F.F. & DEBARBA, L. **Manejo de solo e culturas e sua relação com estoques de carbono e nitrogênio do solo**. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.S. & ALVAREZ V., V.H., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.209-248.

MIYASAKA, S.; CAMARGO, O. A. de; CAVALERI, P. A.; GODOY, I. J. de; WERNER, J. C.; CURI, S. M.; LOMBARDI NETO, F.; MEDINA, J. C.; CERVellini, G. S.; BULISANI, E. A. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo**. In: FUNDAÇÃO CARGILL. Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo. Campinas, 1984. Parte 1, p.1-109.

MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.914-930, 2006.

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

OADES, J.M. Colour and turbidity in water. In: Symposium on the Prediction in Water Quality, Camberra, Nov. 30-2 Dec., 1982. *Proceedings*. Camberra, **Australian Academy of Science**, 1982, p. 159-180

OLIVEIRA, G.O.; DIAS JUNIOR, M.S.;CURI, N. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.2, 2003.

PAULINO, V. T.; BRAGA, G. J.; LUCENA, M. A. C.; GERDES, L.; COLOZZA, M. T. Sustentabilidade de pastagens consorciadas - ênfase em leguminosas forrageiras, **II ENCONTRO SOBRE LEGUMINOSAS**, 2009.

PEREIRA, J. M. Produção e persistência de leguminosas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2001,Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 147-188.

PERIN, A.; TEIXEIRA, M.G. e GUERRA, J.G.M. Desempenho de algumas leguminosas com potencial para utilização como cobertura viva permanente de solo. **Agronomia**, 34:38-43, 2002.

POSSENTI, R. A.; FRANZOLIN, R.; SCHAMMAS, E. A. et al. Efeitos de dietas contendo *Leucaena leucocephala* e *Saccharomyces cerevisiae* sobre a fermentação ruminal e a emissão de gás metano em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.37, n.8, Viçosa, 2008.

REINERT, D.J.; ALBUQUERQUE, J.A.; REICHERT, J.M.; AITA, C; ANDRADA, M. M. C. Limites críticos de densidade do solo para crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, 2008

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M.; SUZUKI, L. E. A. S. **Qualidade física do solo**, 2006.

REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Coluna de areia para medir a retenção de água no solo: protótipos e teste. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1931-1935, 2006.

REINERT, D.J. e REICHERT, J.M. Propriedades físicas de solos em sistema plantio direto irrigado. In : CARLESSO, R. ; PETRY, M. ; ROSA, G. & CERETTA, C.A. **Irrigação por Aspersão no Rio Grande do Sul**, Santa Maria, 2001.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. e CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 2.ed. Viçosa, NEPUT, 1997. .

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M. & BROCH, D.L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 2008.

SCAPINI, C. A. REINERT, D.J. e REICHERT, J.M.; ZANETTE, A.; SILVA, V. R. Medição da densidade e porosidade do solo pelo método do cilindro e torrão parafinado em sistemas de preparo do solo e pastejo animal. In: II Reunião Sul-Brasileira de Ciência do solo. 4 a 6 de Novembro de 1998, **Anais...**, Santa Maria – RS.

SCHUNKE, R.M. **Alternativas de manejo de pastagem para melhor aproveitamento do nitrogênio do solo**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 26 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 111)

SEIFFERT, N. F., THIAGO, L.R.L.S. **Legumineira, cultura forrageira para produção de proteína (S.I.): EMBRAPA-CNPQC**, 1983. 52p. (Circular Técnica, 13).

SILVA, I.F. e MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de planta na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 21:113-117, 1997.

SOUZA, A. A. **Possibilidades de uso da Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) como alimento suplementar para ruminantes nas condições do Nordeste brasileiro.** Fortaleza, Universidade Federal do Ceará. 51p. 1991.

SOUZA, A. A. de.; ESPÍNDOLA, G. B. Bandos de proteína de leucena e de guandú para suplementação de ovinos mantidos em pastagem de capim Buffel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 02, p. 365-372, 2000.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.11, 2005.

TEIXEIRA, C.F.A.; MORSELLI, T.B.G.A.; KROLOW, I.R.C.; SIMONETE, M.A. Atributos físico-hídricos de um solo cultivado com pastagem de azevém sob diferentes combinações de preparo e tratamento. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.2, p.117-123, 2006.

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, v.33, p.141-163, 1982.

TOGNON, A. A. **Propriedades físico-hídricas do Latossolo Roxo da região de Guairá-SP sob diferentes sistemas de cultivo.** 1991. 85 f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1991.

VAN SOEST, P. J. N. Y. **Ecologia nutricional de ruminantes**, 2º Ed. Cornell Un University Press, Ithaca, (1994).

VILELA, L.; BARCELLOS, A.; SOUSA, D.M.G. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001.

VILELA, H. **Seleção e Escolha de Espécies Forrageiras. Formação de Pastagens.** CPT. Viçosa.128p. 2000.

ZALAMENA, J., DALMOLIN, R. S. D., MIGUEL P., MEDEIROS, P. S. C., FINK, J., DOTTO, A. C., COUTO, M. R. M., DENEGA, G. L., Distribuição de agregados em um Argissolo Vermelho sob diferentes usos, **31º Congresso Brasileiro de Ciencia do Solo**, Gramado-RS Agosto 2007

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAIS EM PASTEJO, 1997. Viçosa. **Anais...**Viçosa: UFV, 1997. p. 349-379.