

**MANEJO DA PASTAGEM E SUA INTER-  
RELAÇÃO COM ATRIBUTOS FÍSICOS  
DO SOLO**

**GIOVANA ALCANTARA MACIEL**

**2006**

**GIOVANA ALCANTARA MACIEL**

**MANEJO DA PASTAGEM E SUA INTER-RELAÇÃO COM  
ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para a obtenção do título de “Mestre”.

**Orientador**  
**Prof. Mozart Martins Ferreira**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS - BRASIL**  
**2006**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Maciel, Giovana Alcantara

Manejo da pastagem e sua inter-relação com atributos físicos do solo / Giovana Alcantara Maciel. -- Lavras : UFLA, 2006.

70 p. : il.

Orientador: Mozart Martins Ferreira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Pastagem. 2. Manejo. 3. Física do solo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.202  
631.43

**GIOVANA ALCANTARA MACIEL**

**MANEJO DA PASTAGEM E SUA INTER-RELAÇÃO COM  
ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para a obtenção do título de “Mestre”.

**Aprovada em 04 de agosto de 2006**

Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista UFLA

Prof. Dr. Geraldo Cesar de Oliveira UFLA

**Prof. Mozart Martins Ferreira  
UFLA  
(Orientador)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

*A Deus, pela presença constante em todos os momentos da minha vida.*

*Aos meus avós Armindo, Vitória e Onícia, exemplos de minha vida.*

### **OFEREÇO**

*Aos meus irmãos, Fernando e Jota,  
pelo amor, carinho e confiança.*

*Aos meus pais João Antonio e Carmem,  
por todos os ensinamentos de vida.*

*Ao Sérgio, pelo companheirismo e paciência*

*A minha madrinha Marlene, por todo o amor*

### **DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência do Solo, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Mozart Martins Ferreira, pela orientação, confiança e incentivo.

Ao Professor Antônio Ricardo Evangelista, pela colaboração, apoio e amizade durante todas as etapas deste trabalho.

Aos amigos Flávio, Bruno, Lécio, Delane, Fábria, Joãozinho e Dulce, pela imensa ajuda na realização das análises laboratoriais.

Aos atuais e antigos amigos, Keize, Karina, Everton, Flávio, Erikinha, Tati, Lécio, Joadil, Kátia, Leandro, Walfrido e a todos os membros do NEFOR, pelo agradável convívio.

A todos os demais professores de pós-graduação e funcionários da Universidade Federal de Lavras que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>II</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Bacias hidrográficas como unidades de estudo .....	3
2.2 Relação entre atributos físicos e degradação de pastagens .....	4
2.3 Sustentabilidade da produção pecuária à pasto.....	7
2.5 Avaliação da qualidade das forragens .....	9
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
3.1 Localização e caracterização das áreas de estudo .....	12
3.2 Delineamentos experimentais e amostragens .....	15
3.2.1 Amostragem da pastagem e avaliação bromatológica .....	15
3.2.2 Amostragem e avaliação dos atributos do solo.....	15
3.3 Análises estatísticas .....	17
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
4.1 Caracterização química dos solos .....	19
4.2 Atributos físicos dos solos estudados .....	22
4.3 Características bromatológicas das pastagens .....	32
4.1 Correlação canônica entre os atributos físicos do solo e as características bromatológicas das pastagens.....	43
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>61</b>

## RESUMO

MACIEL, Giovana Alcantara. **Manejo da pastagem e sua inter-relação com atributos físicos do solo**. 2006. 70 p. Dissertação (Mestrado e Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.<sup>1</sup>

O trabalho foi realizado em propriedades rurais localizadas nas sub-bacias hidrográficas dos ribeirões Santa Cruz e Água Limpa, as quais pertencem à bacia do Rio Grande, em Lavras, MG, com o objetivo de avaliar e correlacionar os atributos físicos do solo com as características das pastagens do ponto de vista produtivo e bromatológico. Por meio da análise química de solo, constatou-se que a sub-bacia Santa Cruz apresenta, de modo geral, melhor condição de fertilidade em relação à Água Limpa. No entanto, a limitação de fertilidade em ambas as áreas reflete negativamente na qualidade das pastagens. Em todas as amostras de solo analisadas observou-se um elevado teor de matéria orgânica. O pisoteio de animais nestas pastagens, na lotação observada e em sistema de pastejo contínuo, não levou, principalmente na camada de 0-10 cm, à obtenção de maiores valores para densidade do solo (Ds) em relação à subsuperfície. Independentemente do tipo de pasto e profundidade, os valores de VTP variaram, em média, de 44% a 55%. Como tendência geral, não houve diferenças entre os valores de microporosidade nos solos sob os diferentes tipos de pastos, assim como entre as diferentes profundidades coletadas. Embora o efeito de profundidade tenha sido não significativo, observa-se a tendência de maiores valores de microporosidade na camada superficial em relação à subsuperficial. Na avaliação da estabilidade de agregados pelo diâmetro médio geométrico (DMG), foi observada a mesma tendência dos outros atributos avaliados no comportamento deste. Verificou-se que as maiores correlações ocorreram entre os valores de produção de massa seca por hectare e os valores do DMG e agregados acima de 2 mm. As características avaliadas das pastagens mostram o reflexo de pastagens degradadas. Pela correlação canônica verificou-se que as características bromatológicas das pastagens mostram alguma associação na sua sensibilidade relacionada aos atributos físicos do solo em que se encontram.

---

<sup>1</sup> **Comitê de Orientação:** Prof. Mozart Martins Ferreira – DCS/UFLA (orientador); Prof. Antônio Ricardo Evangelista – DZO/UFLA.

## ABSTRACT

MACIEL, Giovana Alcantara. **Pasture management and its inter-relationship with soil physical attributes**. 2006. 70 p. Dissertation (Master in Soil and Plant Nutrition) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.<sup>1</sup>

The work was performed on agricultural properties, located on the hydrographic sub-basins of the Santa Cruz and Água Limpa streams, belonging to the Rio Grande basin, Lavras, MG, with the objective of evaluating and correlating soil physical attributes with pasture bromatological and productive aspects. Through soil chemical analysis, it was found that Santa Cruz sub-basin presented, in an overall way, better fertility conditions in relation to Água Limpa. However, the fertility limitation in both areas reflects negatively in the pasture quality. In all soil samples analyzed high organic matter content was observed. The animal harsh treatment on these pastures, considering the amount of animals observed in the area and the continuous system of pasture, did not provoke higher values of bulk density, mainly at 0-10cm depth, than the subsurface layer. The total volume of pores values varied, in average, from 44 to 55%, independently of pasture type and sampling depth. As a general tendency, there were no differences between micro-porosity values in the soil under different types of pastures, also as no difference was observed between sampling depths. Although the depth sampling effect was not significant, a tendency of higher values of macro-porosity was observed in the superficial layer in comparison to the sub-superficial layer. On the aggregate stability evaluation through the average geometric diameter (DMG), the same tendency of the other evaluated attributes was observed. It was observed that the highest correlations occurred between dry matter production per hectare values and DMG and aggregates above 2 mm values. The pasture characteristics that were evaluated showed the reflex of degraded pastures. Through canonical correlation it was verified that pasture bromatological characteristics showed some association in its sensibility related to soil physical attributes in which they were found.

---

<sup>1</sup> **Guidance committee:** Prof. Mozart Martins Ferreira– DCS/UFLA (adviser); Prof. Antônio Ricardo Evangelista – DZO/UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre as formas de uso e de ocupação do solo, as pastagens constituem um componente essencial da paisagem; em Minas Gerais, elas representam cerca de 65% do espaço rural. A degradação de pastagens tem conseqüências abrangentes, vindo a ocasionar impactos significativos no solo, nos recursos hídricos, na fauna e flora de diversos ecossistemas, e interferindo na condição sócio-econômica de comunidades rurais e urbanas.

Historicamente, as pastagens têm sido a principal fonte de alimento para os bovinos no Brasil. Até a década de 1970, as pastagens nativas respondiam pela maior proporção da área total de pastagens no país. Todavia, entre as décadas de 1970 e 80, a área ocupada por cultivares de plantas forrageiras selecionadas aumentou de maneira considerável.

O esgotamento da fertilidade natural do solo e a ausência de adubação têm sido apontados como as principais causas da degradação de pastagens cultivadas, levando os pecuaristas a uma cíclica substituição de espécies forrageiras no sentido das menos exigentes, a exemplo da *Brachiaria decumbens*. Mesmo assim, em grande parte das regiões, estas pastagens encontram-se em condições de degradação.

O manejo dos animais sobre as pastagens naturais implica modificações nos atributos físicos do solo, a médio e longo prazo. A pressão aplicada pelo pisoteio dos animais ocasiona alterações na densidade aparente e porosidade do solo, especialmente nos primeiros 3 a 6 cm de profundidade. Provavelmente, ocorrem também modificações na resistência dos agregados e infiltração de água no solo. Tais alterações nos atributos físicos do solo podem refletir no desenvolvimento do sistema radicular e na produção de massa da parte aérea das pastagens.

Nas sub-bacias dos Ribeirões Santa Cruz e Água Limpa, importantes para a pecuária do município de Lavras, já foram cadastradas e identificadas boa parte das propriedades rurais ali localizadas. Há necessidade, todavia, de se realizar estudos mais detalhados a respeito do uso e da ocupação dos solos nessas áreas, envolvendo, inclusive, o manejo das pastagens e suas possíveis relações com atributos dos solos.

Diante do exposto, busca-se, com o presente trabalho, avaliar o manejo das pastagens e sua inter-relação com os atributos físicos do solo nessas duas sub-bacias.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Bacias hidrográficas como unidades de estudo

As bacias hidrográficas constituem ecossistemas adequados para a avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica que pode acarretar riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e da qualidade da água, uma vez que esta variável está relacionada com o uso do solo (Souza, 1996).

De acordo com Resende et al. (2002), o planejamento e ou o exercício da conservação têm, freqüentemente, enfoques reducionistas e aplicam-se apenas a segmentos da paisagem geral, o que leva ao desequilíbrio do ambiente natural por erosão, assoreamento e eutrofização das águas. Portanto, a bacia de drenagem, particularmente a pequena bacia, apresenta, de forma natural, o problema da conservação dos recursos naturais, em razão da interdependência dos atributos bióticos e abióticos no seu interior. Parece lógico, então, que a pequena bacia de drenagem deve corresponder à unidade fundamental de trabalho na conservação do meio ambiente. Numa microbacia são encontradas as relações tetraedrais: clima-solos-organismos-aspectos socioeconômicos. Ainda de acordo com o mesmo autor, é importante conhecer os atributos do solo e da vegetação que possam interferir nesse processo de degradação ambiental. Esses atributos, bem interpretados, subsidiam as previsões de comportamento e realçam as relações de interdependência na pequena bacia e isso deve resultar em alternativas mais adequadas de manejo.

No Brasil, os cursos d'água vêm sofrendo constantes e crescentes contaminações, fruto da utilização e da preservação inadequadas dos recursos naturais existentes ao seu redor (Assad et al., 1998).

O problema é que os efeitos da degradação das pastagens transcendem àqueles relacionados apenas com a produtividade da pecuária bovina, tendo

também influência na redução da infiltração das águas pluviais com efeitos nocivos aos cursos e reservatórios de água e ao meio ambiente de maneira geral. Nesse sentido, a exploração planejada, sustentada em princípios sólidos relativos à biologia e à ecologia de plantas forrageiras em pastagens é fundamental, e passará a ser a marca registrada de países ditos desenvolvidos em produção animal (Sbrissia & Silva, 2001).

## **2.2 Relação entre o manejo das pastagens e os atributos físicos do solo**

Avaliando-se os atributos físicos e o manejo das pastagens de propriedades localizadas nas sub-bacias hidrográficas da região de Lavras, MG, Albernaz (2005) constatou que o manejo adotado nas duas sub-bacias é semelhante, porém, a substituição de gramíneas nativas por cultivadas, em muitos casos, foi inadequada, levando à degradação do solo e à ineficiência produtiva das pastagens. A degradação de pastagens tem conseqüências abrangentes, ocasionando impactos significativos no solo, nos recursos hídricos, na fauna e flora de diversos ecossistemas, e interferindo na condição sócio-econômica de comunidades rurais e urbanas.

A degradação das pastagens é um dos maiores problemas da pecuária brasileira, por ser esta desenvolvida, basicamente, a pasto, afetando diretamente a sustentabilidade do sistema produtivo. Considerando a fase de recria e engorda de bovinos, a produtividade de carne de uma pastagem degradada está em torno de duas arrobas/ha/ano, enquanto uma pastagem em bom estado pode atingir, em média, 16 arrobas/ha/ano. Dos 50 milhões de hectares de pastagens cultivadas no Brasil Central, estima-se que 80% se encontrem em algum estágio de degradação e com índices de produção muito aquém do seu potencial (Kichel & Kichel, 2002).

As pastagens cultivadas nas regiões tropicais, geralmente, apresentam queda na produtividade após alguns anos de sua implantação, o que, via de regra, é atribuído ao manejo incorreto do solo e, normalmente, é associado à diminuição da fertilidade do mesmo, além da ocorrência de pragas e doenças, à invasão de plantas daninhas e, em muitos casos, à utilização de sistemas de pastejo inadequados que não respeitam o desenvolvimento das plantas forrageiras. Por outro lado, a redução na produtividade das pastagens também pode estar relacionada à degradação física do solo ocasionada pelo pisoteio animal, mesmo sob boas condições de fertilidade, o que pode inviabilizar a produtividade e persistência da pastagem (Luz & Herling, 2004).

De acordo com Luz & Herling (2004), as alterações das propriedades físicas podem ser, com maior ou menor intensidade, provocadas pelo pisoteio animal que, por sua vez, depende da intensidade e frequência do pastejo, pois os animais aplicam pressões no solo que podem ser superiores àquelas aplicadas por máquinas agrícolas. Além desses aspectos, outros fatores condicionam a degradação dos atributos físicos do solo, tais como as características da forrageira (hábito de crescimento), a textura da camada superficial do solo e a umidade no momento de pastejo, que pode ser agravada pela irrigação, além do manejo dos condicionadores do pastejo (bebedouro x cocho de sal). A compactação do solo, certamente, é um dos maiores problemas associados à degradação da qualidade estrutural e física do solo. Nesse sentido, os parâmetros mais comumente utilizados na avaliação da compactação pelo pisoteio animal são a densidade do solo e resistência do solo à penetração (Silva et al., 2002). Como tendência geral, estes dois parâmetros aumentam com o incremento da intensidade de pastejo e com a redução do período de descanso da pastagem (Hodgson, 1990).

De acordo com Watkin & Clements (1978), citados por Gaggero (1998), dois aspectos requerem atenção no manejo animal sobre pastagens: a pressão de

pastejo e a movimentação dos animais. Estes mesmos autores estimam a carga estática exercida pelos bovinos como variável entre 112 e 165 KPa; durante a movimentação do gado, a mesma se multiplica, sendo consideravelmente maior.

As características físicas do solo são interdependentes e, com isso, a modificação de uma delas, normalmente, leva à modificação de todas as demais (Vieira, 1985). Por outro lado, a compactação do solo é um conceito complexo, de difícil descrição e mensuração. Ela está intimamente relacionada com as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo que, reconhecidamente, são importantes no desenvolvimento das plantas.

Os solos podem variar grandemente quanto à susceptibilidade à compactação. A persistência das camadas compactadas, causada pelo prévio tráfego, já foi relatada por diversos pesquisadores. Alguns estudos mostraram que os efeitos da compactação são temporariamente prejudiciais; entretanto, na maioria dos casos, pequenas, ou nenhuma, modificações relacionadas aos atributos físicos foram observadas. Desfazer a compactação do solo tem alto custo e consome muito tempo, razão pela qual a melhor estratégia é buscar sua prevenção (Dias Junior, 2000).

De acordo com Cantarutti et al. (2001), geralmente, as pastagens são estabelecidas em solos com boas propriedades físicas, mas de baixa fertilidade natural. No entanto, com o passar do tempo, as propriedades físicas tendem a piorar, ocorrendo um aumento da densidade aparente, decorrente de sua compressão, devido à redução de seu volume, com expulsão do ar contido no seu interior. Ainda segundo estes autores, como componente móvel no sistema, o animal afeta as características físicas e químicas do solo, que se refletem no crescimento das forrageiras.

O pastejo pode ter um efeito positivo na atividade biológica do solo, em termos de biomassa de minhocas ou taxa de respiração do solo, quando a taxa de

lotação é mantida em níveis aceitáveis (Moraes & Lustosa, 1997). As fezes representam um material de alta qualidade, com maior conteúdo de nitrogênio e outros nutrientes, quando comparadas com a liteira de folhas e raízes, uma vez que os animais têm melhor assimilação do carbono do que dos nutrientes. A descompactação do solo também pode ser obtida biologicamente e pela ação do sistema radicular da própria planta forrageira. Isso é possível de se obter quando a pastagem é submetida a períodos de descanso suficientes para promover um bom acúmulo de fitomassa aérea que será um suporte ao melhor desenvolvimento radicular (Moraes & Lustosa, 1997).

As gramíneas perenes, por apresentarem maior densidade de raízes e melhor distribuição do sistema radicular no solo, favorecem as ligações dos pontos de contato entre partículas minerais e agregados, contribuindo para a sua formação e estabilidade, e podem ser usadas como plantas recuperadoras da estrutura do solo em áreas degradadas (Silva & Mielniczuk, 1998).

Por razões econômicas e ou agronômicas, a exploração isolada da lavoura ou da pecuária tem apresentado, geralmente, sinais de insustentabilidade, com reflexos negativos também nos parâmetros sociais e ambientais. Assim, na atual conjuntura econômica, tanto a competitividade como a sustentabilidade deste setor estarão cada vez mais dependentes da redução dos custos de produção e da utilização intensiva das áreas agrícolas durante o ano todo, aproveitando-se de condições climáticas inigualáveis, tais como temperatura e radiação solar (Kluthcouski et al., 2003).

### **2.3 Sustentabilidade da produção pecuária a pasto**

Nos estudos relativos à degradação de pastagens, não só os atributos intrínsecos do solo devem ser considerados, mas também aqueles relacionados

aos seus efeitos sobre as características quantitativas e qualitativas das espécies vegetais, que se desenvolvem nestes ecossistemas.

A eficiência na gestão ambiental de atividades agropecuárias exige ações coordenadas nos diferentes processos de administração dos recursos naturais, ou seja, tanto no seu planejamento de uso e organização física, como no direcionamento das ações e controle de seus efeitos. Assim, a interferência antrópica nos ecossistemas deve ser monitorada, de modo que as alterações implementadas não venham a comprometer a sustentabilidade ambiental (Coutinho et al., 2003).

A qualidade do solo, segundo Lanna (2002), pode ser dividida em dois componentes: qualidade inerente, relacionada a sua capacidade para funções críticas que não mudam com o tempo e qualidade dinâmica, ou instável, a qual está relacionada às funções que dependem do tempo e de seu manejo, como, por exemplo, os fatores biológicos. Para a avaliação da qualidade do solo são usados parâmetros que, de acordo com Lal (1999), permitem analisar sua sustentabilidade, estimada por avaliações periódicas de indicadores relacionados a processos e propriedades. Ainda segundo o autor, estes indicadores são considerados apropriados quando possibilitam medidas quantitativas da magnitude e intensidade do estresse ambiental experimentado por plantas e animais.

A demanda de conhecimento e de técnicas que visam à sustentabilidade dos sistemas de produção animal e à necessidade crescente de preservar os recursos ambientais, como o solo e a água, minimizando os impactos negativos da erosão e compactação, constituem alvo permanente do manejo de pastagens (Queiroz, 2005).

## 2.5 Avaliação da qualidade das forragens

Nas propriedades situadas nas sub-bacias estudadas, de acordo com Albernaz (2005), observa-se, na composição botânica, a presença de diversos tipos de gramíneas, tendo as espécies *Brachiaria* predomínio sobre as demais. A braquiária, devido ao seu bom desempenho em solos ácidos e com reduzida disponibilidade de nutrientes, é uma das forrageiras mais utilizadas (Novais & Smyth, 1999). De acordo com estes autores, ainda, o P é considerado o elemento mais limitante ao crescimento das forrageiras nos solos tropicais, afetando o desenvolvimento radicular e o potencial de produção de forragem. No entanto, têm sido observadas respostas das gramíneas à adubação fosfatada, mesmo aquelas do gênero *Brachiaria*, especialmente na formação das pastagens (Werner, 1994). Entretanto, apesar de responsivas e capazes de desenvolverem-se em solos com baixos teores de fósforo disponível, algumas espécies de *Brachiaria* não requerem, segundo Pereira (1995), doses superiores a 45 kg/ha de  $P_2O_5$ . Este mesmo autor salienta que, por apresentarem baixos requerimentos internos em fósforo, as pastagens de *Brachiaria* não satisfazem às necessidades dos animais.

Segundo Pedreira (2002), independentemente do objetivo global da avaliação das forragens, algumas respostas são imprescindíveis e sua quantificação, seja nos ensaios de corte ou nos de pastejo, deve ser feita de maneira criteriosa para que valores exatos possam ser aferidos. Do ponto de vista quantitativo, talvez a variável-resposta mais importante a ser quantificada seja a massa de forragem (MF). Em experimentos de pastejo, Burns et al. (1989) afirmam que a MF é uma das quatro medições de importância, junto com massa de folhas verdes, qualidade da dieta e densidade volumétrica da forragem.

As gramíneas forrageiras tropicais apresentam características agrônomicas e fisiológicas capazes de responder com aumentos significativos de

produtividade até níveis de 60-80 t MS/ha/ano, enquanto o potencial produtivo de gramíneas de clima temperado atinge cerca de 29 t MS/ha/ano (Corsi, 1986).

Expressa como peso ou massa total de forragem, preferencialmente, mas não necessariamente, medida ao nível do solo e com base na massa seca, normalmente a 65°C até peso constante, a MF é o ponto de partida para o cálculo de outras respostas de interesse. Apesar de ser uma medida instantânea, pontual, a MF permite estimar respostas que integram períodos de tempo, como o acúmulo de forragem durante um dado intervalo de tempo ou a taxa média diária de acúmulo. Teoricamente, o método mais exato de se quantificar a MF seria cortar toda a forragem de uma pastagem ao nível do solo, secá-la e pesá-la (Burns et al., 1989). Uma alternativa, visando trabalhos em grandes áreas sob pastejo, passa a ser a amostragem, por meio da qual, a partir da quantificação da MF em uma pequena proporção da pastagem, a MF de toda a área é estimada (Pedreira, 2002).

A proteína é, depois da energia, o nutriente exigido em maiores quantidades pelos ruminantes. Ela é necessária para fornecer os aminoácidos para a promoção dos inúmeros processos de síntese que ocorrem no organismo animal. O valor protéico dos alimentos é expresso em termos de proteína bruta (PB) para os bovinos. Uma parte da proteína dos alimentos é degradada no rúmen pelos microrganismos. Esta degradação depende de uma série de fatores, tais como: tipo e tamanho da partícula, processamento do alimento, solubilidade da proteína, velocidade de passagem do alimento pelo rúmen, presença de energia, etc. Estima-se que aproximadamente 60% da proteína seja degradada no rúmen e 40% escapam dos microrganismos indo até o intestino delgado, onde é aproveitada (Kirchof, 1997).

A fibra, apesar de não ser diretamente um alimento, é imprescindível para se poder fazer um adequado balanceamento da dieta dos ruminantes. A fibra de boa qualidade e adequada forma física é muito importante para as vacas

leiteiras, principalmente. Um adequado fornecimento de fibras via pastagem propicia um máximo consumo de massa seca e energia, um valor normal de gordura do leite, prevenção de problemas pós-parto e, principalmente, uma normal fermentação rumenal, além de diminuir consideravelmente os custos de produção (Kirchof, 1997). A quantidade de fibras das dietas dos ruminantes, atualmente, é expressa em fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN), divisão que se dá de acordo com a composição do tecido vegetal. A célula vegetal é composta de uma parede celular (PC) e do conteúdo celular (CC). A PC é composta por celulose, hemicelulose e lignina. Os ruminantes não possuem enzimas disponíveis para estas substâncias, no entanto, são capazes, através de processo fermentativo, por meio de microrganismos existentes no rúmen, de degradar esta fração da célula vegetal. Já o CC contém amidos, açúcares, proteínas e gorduras, substâncias estas facilmente digeridas e fermentadas pelo animal (Kirchof, 1997).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e caracterização das áreas de estudo

Tendo como base os estudos de Albernaz (2005) e Curado (2003), foram selecionadas oito propriedades rurais, localizadas nas sub-bacias hidrográficas dos ribeirões Santa Cruz e Água Limpa, as quais pertencem à bacia do Rio Grande e são responsáveis por 56% do abastecimento de água da cidade de Lavras, MG. A sub-bacia do ribeirão Santa Cruz, com área estimada em 2.465 há, situa-se entre as coordenadas UTM 23K, 7.640.000 m e 7.650.000 m N de latitude e 498.000 m e 508.000 m E de longitude, no meridiano central 45° WGr, entre as cotas altimétricas 900 m e 1.240 m. A sub-bacia Água Limpa, apresentando 1.445 ha, encontra-se entre as coordenadas UTM 23K, 7.641.000 m e 7.650.000 m N de latitude e 495.500 m e 501.500 m E de longitude, tendo como meridiano central 45° WGr, entre as cotas altimétricas 900 m e 1.260 m (Curado, 2003).

Pela classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Cwb (subtropical moderado úmido), tendo duas estações distintas: uma seca, de abril a setembro, e outra chuvosa, de outubro a março. A precipitação média anual é de 1.493 mm, com temperaturas médias, máxima e mínima, de 26,0°C e 14,6°C, respectivamente.

Por meio dos critérios descritivos contidos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999), determinou-se a classe de solo, para cada propriedade, nas quais foram feitas as avaliações. Na caracterização das áreas de pastagem, segundo suas propriedades geomorfológicas, identificou-se a unidade da paisagem nas quais estas se situavam. Embora exista pequena variação nas classes de relevo (suave ondulado a ondulado) das duas sub-bacias,

predomina em ambas a classe do Latossolo Vermelho-Amarelo típico muito argiloso.

Em trabalhos realizados nestes locais constatou-se que 67% das propriedades possuem área acima de 100 ha na sub-bacia hidrográfica Santa Cruz, enquanto na Água Limpa, 100% das propriedades rurais amostradas têm área inferior a 100 ha. Destas, 75% são menores do que 50 ha. Tanto nas propriedades da sub-bacia hidrográfica Santa Cruz, como da Água Limpa predomina a bovinocultura de leite, sendo a pecuária de corte, na maioria das vezes, realizada com machos resultantes das raças leiteiras e animais de descarte. O número de animais nas pastagens é bastante variável e a carga animal sobre as áreas varia não apenas espacialmente, mas também no decorrer do ano, de acordo com a disponibilidade de forragem e o interesse do pecuarista. A lotação animal (números de animais por hectare) encontrada nas pastagens durante o período de estudo variou, em média, de 0,7 a 2,7 animais por hectare. Esta relação foi fornecida pelos proprietários durante a entrevista.

A implantação das pastagens pesquisadas ocorreu, na maior parte, nos últimos 10 anos, sendo o uso de insumos significativamente maior na sub-bacia hidrográfica Santa Cruz, onde foram utilizados no plantio: calcário em 75% das áreas, adubo químico em 58% e sementes comerciais em 55% das pastagens. A implantação de leguminosas em consórcio com gramíneas não tem sido utilizada nas propriedades pesquisadas, onde a suplementação protéica via ração torna-se necessária para atender às exigências dos animais (Albernaz, 2005). Nota-se também que, em alguns terrenos, a forrageira se estabeleceu espontaneamente, invadindo áreas anteriormente cultivadas com lavouras, que foram destinadas posteriormente ao pastejo, notadamente na sub-bacia hidrográfica Santa Cruz. Os dados de uso atual do solo, segundo Albernaz (2005), encontram-se na Tabela 1.

**TABELA 1** Uso atual do solo em propriedades pesquisadas das sub-bacias hidrográficas dos ribeirões Santa Cruz e Água Limpa.

Composição	Santa Cruz		Água Limpa		Totalização	
	Total (ha)	% do Total	Total (ha)	% do Total	Total (ha)	% do Total
<b>Área total</b>	<b>1.107,0</b>	<b>100</b>	<b>294,9</b>	<b>100</b>	<b>1.401,9</b>	<b>100</b>
Pasto nativo	182,0	16,4	172,5	58,5	354,5	25,3
Pasto plantado	691,0	62,4	58,2	19,7	749,2	53,4
<b>Total pastagem</b>	<b>873,0</b>	<b>78,8</b>	<b>230,7</b>	<b>78,2</b>	<b>1.103,7</b>	<b>78,7</b>
Lavoura perene	29,0	2,6	0,6	0,2	29,6	2,1
Lavoura anual	48,0	4,3	33,5	11,4	81,5	5,8
Capineira	40,5	3,7	4,2	1,4	44,7	3,2
Canavial	4,0	0,4	5,0	1,7	9,0	0,6
Reflorestamento	4,5	0,4	0,2	0,1	4,7	0,3
Mata nativa	82,5	7,5	16,0	5,4	98,5	7,0
Benfeitoria	10,5	0,9	4,7	1,6	15,2	1,1
Usos diversos	15,0	1,4	0,0	0,0	15,0	1,1
Total outros usos	234,0	21,2	64,2	21,8	298,2	21,3

Fonte: Albernaz (2005).

Na sub-bacia hidrográfica Santa Cruz, as pastagens plantadas ocorrem em maior proporção (62,4%), enquanto na Água Limpa são as pastagens nativas que aparecem em maior percentual (58,5%). Além disso, o percentual da área total da propriedade ocupada com pastagem é praticamente o mesmo em ambas as sub-bacias. Já o uso do solo com lavouras, perenes e anuais somadas, em média, é inferior a 10% do total pesquisado por Albernaz (2005). Foi observado, ainda, que o percentual de área de canavial e capineira é bastante reduzido e, em geral, juntos, não chegam a ocupar a 4% da área média das propriedades. Dessa forma, percebe-se que as propriedades têm a pecuária como

atividade principal, e as pastagens nativas e cultivadas constituem as principais fontes de alimento para o rebanho.

### **3.2 Amostragens**

Para a avaliação dos atributos físicos e químicos dos solos e das características bromatológicas das pastagens, foram selecionadas quatro propriedades de cada sub-bacia hidrográfica, com base na classe de solo a que estas pertenciam, buscando maior homogeneidade. Em cada propriedade, foram escolhidas duas áreas de pastagem às quais, a critério do produtor entrevistado, atribuíram-se graus diferenciados de degradação, que foram assim identificados: pastagem “boa” e pastagem “ruim”.

Nas áreas selecionadas, foram feitas amostragens de forragem e solo no período de agosto a outubro de 2005, considerando esta a época seca de 2005. Procedeu-se outra coleta de forragem nos meses de janeiro e fevereiro de 2006 referentes à época das águas.

#### **3.2.1 Amostragem e avaliação dos atributos do solo**

Foram retiradas, aleatoriamente, amostras indeformadas nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade, nas duas áreas distintas de pastagens de cada propriedade, nos mesmos locais onde se amostrou a forragem. As amostragens foram feitas com cinco repetições.

A densidade do solo foi avaliada por meio da retirada de amostras indeformadas pelo do método do anel volumétrico de volume conhecido (Blake & Hartge, 1986a). A densidade de partículas ( $D_p$ ) foi avaliada pelo método do balão volumétrico, com a utilização de álcool etílico (Blake e Hartge, 1986b).

Na determinação da porosidade total (VTP) do solo foi seguida a metodologia definida por Danielson & Sutherland (1986). Na unidade de sucção

a 60 cm de altura de coluna d'água, ocorreu a sucção da água contida na macroporosidade das amostras previamente saturadas por 48 horas. O volume de água retido no solo após o equilíbrio foi considerado correspondente à microporosidade. Por diferença entre VTP e microporosidade determinou-se a macroporosidade (Grohmann, 1960).

Para avaliar a estabilidade de agregados, adotou-se a metodologia de Embrapa (1997) com pré-umedecimento dos agregados para análise da estabilidade. Para a separação das classes de tamanho dos agregados foram utilizadas peneiras com malhas: 2 mm; 1mm; 0,5 mm; 0,25 mm e 0,105 mm. O diâmetro médio geométrico (DMG) foi calculado utilizando-se a expressão:

$$\text{DMG} = e[\Sigma(w_i * \text{Ln}x_m)/\Sigma w_i].$$

em que:

DMG: diâmetro médio geométrico (mm);

$w_i$ : massa dos agregados de cada classe de tamanho (g);

$\text{Ln } x_m$ : logaritmo natural do diâmetro médio de cada classe de tamanho;

$\Sigma w_i$ : massa total da amostra (g).

A percentagem dos agregados maiores que 2 mm foram calculados pela expressão:

$$\% > 2 = 100 * [(w>2)/ \Sigma w_i]$$

em que:

$\% > 2$ : porcentagem de agregados maiores que 2 mm;

$w > 2$ : massa dos agregados de cada classe de tamanho (g).

Para a caracterização química do solo foram coletadas amostras nas áreas das diferentes pastagens na camada de 0 a 20 cm de profundidade. As análises químicas seguiram a metodologia da Embrapa (1997) e a interpretação dos resultados foi realizada de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais (CFSEMG, 1999).

### **3.2.2 Amostragem da forragem e características avaliadas**

Para amostragem da forragem, utilizou-se a “técnica do quadrado”, usando-se molduras de madeira com área de 0,25 m<sup>2</sup>. Foram feitas cinco tomadas de medição por pasto, sendo a forragem cortada manualmente rente ao solo.

Para a medição da produção da pastagem, a massa verde foi colocada em sacos plásticos e pesada no próprio local. Em seguida, retirou-se uma amostra representativa de forragem para a determinação dos teores de massa seca (MS). Foi realizada uma pré-secagem das amostras, em estufa de circulação forçada de ar, em temperatura de 55°C a 60°C, por 72 horas. Em seguida, foram feitas a pesagem e a moagem do material, utilizando moinho estacionário com peneira de 1 mm. Posteriormente, foram tomadas amostras (3 g) deste material, as quais foram levadas à estufa a 105°C para a determinação do teor de MS (secagem definitiva), seguindo a metodologia descrita pela AOAC (1990). Todas as demais análises foram corrigidas com base no teor de matéria seca.

A produção de MS das parcelas foi calculada a partir da forragem verde, colhida na área, corrigindo-se pelo seu respectivo teor de MS. A determinação dos teores de proteína bruta (PB) foi feita de acordo com as técnicas da AOAC (1990), enquanto os teores de fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados segundo método de Van Soest (AOAC, 1990).

### **3.3 Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Com relação aos atributos físicos do solo, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos dispostos em esquema de parcela subdividida com tipo de pasto na parcela e profundidade de coleta na subparcela. Nas

análises estatísticas das características bromatológicas da forragem utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, constituindo os fatores: os tipos de pastos e épocas de corte, com cinco repetições e dois tratamentos.

A comparação entre as médias das profundidades e das épocas de corte dos atributos físicos do solo e das características bromatológicas das forragens foi feita pelo teste F, com 5% de significância. Já a comparação entre pastos foi feita pelo teste de hipóteses.

As relações entre as características relativas à qualidade das pastagens e os atributos físicos do solo foram avaliadas por meio da análise de variância multivariada, aplicando-se a função discriminante ou variável canônica aos dados observados. Todas as análises foram feitas utilizando-se o programa SAS, versão 8.2 (SAS, 2003).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características químicas dos solos

Pelos dados da Tabela 2 observam-se as médias dos atributos químicos dos solos para os diferentes tipos de pastos, em cada sub-bacia. Constatou-se uma qualidade superior da fertilidade do solo da sub-bacia hidrográfica Santa Cruz em relação à Água Limpa.

A classificação destes solos quanto ao teor de fósforo (P) disponível, de acordo com o valor de P remanescente, se enquadra em muito baixo, corroborando com dados obtidos por Albernaz (2005). Este é considerado o nutriente mais limitante para as pastagens, de acordo com Cantarutti (1999). Na sub-bacia Água Limpa, encontrou-se um terço do teor de P encontrado na Santa Cruz. Em ambas as sub-bacias, os solos sob pastagens boas apresentaram valores superiores aos obtidos nas pastagens ruins, embora esta diferença seja pequena. Mas isso talvez reflita na qualidade das pastagens, principalmente entre bacias.

Com relação ao potássio (K) e aos demais nutrientes, observou-se a mesma tendência de comportamento ocorrido com o P. O teor de alumínio, a acidez potencial e a saturação por alumínio foram, em média, mais elevados na sub-bacia Água Limpa do que na Santa Cruz, assim como os atributos soma de bases, CTC efetiva e potencial, saturação por bases (V) e teor de matéria orgânica (MO) apresentaram, na Santa Cruz, valores superiores aos encontrados na Água Limpa. Uma provável explicação para isso pode ser o fato de que, na sub-bacia hidrográfica Santa Cruz, o uso de insumos no momento da implantação das pastagens foi significativamente maior que na Água Limpa (Albernaz, 2005), refletindo nas condições químicas destes solos atualmente.

**TABELA 2** Valores médios dos atributos químicos dos solos sob os diferentes tipos de pastagens.

Pastos	PH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	S
	H <sub>2</sub> O	Mg/dm <sup>3</sup>			Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>						%	Dag/kg	Mg/L	Mg/dm <sup>3</sup>	
<b>Sub-bacia hidrográfica Santa Cruz</b>															
Bons <sup>1</sup>	5,7	3,4	63	1,9	0,8	0,1	2,5	2,8	2,9	5,3	51,8	5	3,7	14,8	19,7
Ruins <sup>2</sup>	5,8	3,2	48	1,9	0,8	0,3	2,5	2,9	3,2	5,4	50,0	18	3,2	12,7	22,3
MÉDIA <sup>3</sup>	5,7	3,3	56	1,9	0,8	0,2	2,5	2,9	3,1	5,4	51,0	11	3,4	13,7	21,0
<b>Sub-bacia hidrográfica Água Limpa</b>															
Bons <sup>1</sup>	5,6	1,4	33	1,8	0,7	0,3	3,8	2,4	2,5	6,2	38,9	13	3,2	16,8	-
Ruins <sup>2</sup>	5,4	1,2	48	1,0	0,2	0,6	4,9	1,2	1,8	6,1	21,6	33	2,9	18,0	-
MÉDIA <sup>3</sup>	5,5	1,3	40,5	1,4	0,5	0,5	4,4	1,8	2,2	6,1	30,2	23	3,0	17,4	-

<sup>1</sup> média geral de todos os pastos bons da referida sub-bacia; <sup>2</sup> média geral de todos os pastos ruins da referida sub-bacia; <sup>3</sup> média de todos os valores observados nos diferentes tipos de pastos nas referidas sub-bacias.

De modo geral, a sub-bacia Água Limpa apresentou, segundo Albernaz (2005), uma limitação de fertilidade consideravelmente superior à primeira. Esta condição pode estar relacionada ao emprego de um menor nível tecnológico de manejo, constatado pela presença de grandes extensões de pastagens nativas e mistas, além da utilização de pastejo contínuo.

Observa-se um solo pobre, do ponto de vista da fertilidade, que recebe manejo inadequado, refletindo na produção. No entanto, acredita-se que estes solos teriam uma boa resposta se manejados corretamente, pelo fato de apresentarem adequada estrutura física, como será discutido brevemente.

Em todas as amostras de solo analisadas observou-se um elevado teor de MO, certamente devido à maior quantidade de restos vegetais oriundos das pastagens e mantidos no solo. O nível de matéria orgânica do solo (MOS) está relacionado, entre outros fatores, com a quantidade de resíduos vegetais adicionados ao solo, com as perdas por erosão hídrica, com o grau de decomposição dos resíduos e com a intensidade da mineralização dos compostos orgânicos decorrentes da decomposição. Em ambas as sub-bacias, pastos bons apresentaram teores de MO mais elevados em relação aos pastos ruins.

A MOS é a principal fonte de N no solo, trazendo uma série de benefícios que incluem a melhoria das características físicas (estruturação do solo, macro e microporosidade e capacidade de armazenamento de água), químicas (aumento da CTC, redução da toxidez por  $Al^{+3}$ , maior suprimento de nutrientes) e biológicas (biodiversidade de organismos do solo), de modo que se têm sugerido os teores de MOS como um dos indicadores de sustentabilidade de sistemas agrícolas (Greenland, 1994). Além da importância que a MO exerce sobre a agregação do solo, ela também participa ativamente na estabilidade dos agregados, proporcionando-lhes maior resistência ao esboroamento. Como o tipo de estrutura do solo tem relação direta com a movimentação de água e ar nesse

meio poroso, sua presença no solo é de grande importância agronômica (Oliveira, 1993). Assim, o manejo sustentável do solo deve incluir práticas que visem aumentar ou, pelo menos, manter os teores de MOS apropriados para cada tipo de solo (Hassink et al., 1997).

A qualidade da pastagem reflete, de maneira expressiva, seus valores de acordo com o solo em que se encontra. Todavia, na sub-bacia Água Limpa, este aspecto pode também denotar pequena influência da fertilidade do solo diante da heterogeneidade de espécies presentes nestas pastagens, que apresentam um maior número de gramíneas nativas e espécies espontâneas, as quais são mais adaptadas às deficiências nutricionais. Já na sub-bacia Santa Cruz, onde se constatou maior homogeneidade das espécies presentes, predominando gramíneas mais exigentes, foram encontradas pastagens mais produtivas. Fato semelhante foi observado por Albernaz (2005).

#### **4.2 Atributos físicos dos solos estudados**

Nas Tabelas 1A a 8A são apresentados os resumos das análises de variância dos atributos densidade do solo, volume total de poros, macroporos, microporos e diâmetro médio geométrico dos agregados dos solos sob pastagens, nas diferentes profundidades coletadas. Observou-se, de modo geral, a mesma tendência no comportamento dos atributos físicos dos solos das duas sub-bacias. Não houve diferenças significativas entre os atributos físicos dos solos dos diferentes pastos, assim como para as diferentes profundidades coletadas. A interação entre tipo de pasto e profundidade também teve efeito não significativo.

Na Tabela 3 encontram-se os dados de densidade do solo (Ds). De modo geral, observou-se que não ocorreu diferença estatística significativa entre os diferentes pastos e profundidades dentro de cada propriedade, ou seja, pastos

bons e ruins não apresentaram diferenças significativas de suas Ds nas diferentes profundidades de coleta. Este comportamento observado entre os diferentes pastos revela a homogeneidade dos solos estudados para este atributo, podendo-se inferir que o manejo adotado pelos proprietários nas duas sub-bacias é semelhante.

**TABELA 3** Valores médios de densidade do solo (Ds), em g/cm<sup>3</sup>, em função do tipo de pasto e profundidades de coleta.

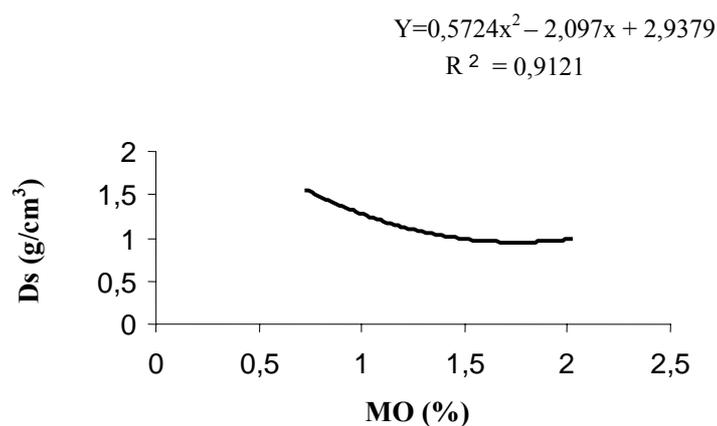
		Sub-bacias hidrográficas							
		Santa Cruz				Água Limpa			
Pasto	Profundidade (cm)	Propriedades							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Bom</b>	<b>0-10</b>	1,23aA	1,08bA	1,20aB	1,08bA	1,17aA	1,35aA	1,25bA	1,31aB
	<b>10-20</b>	1,30aA	1,15aA	1,26aA	1,16Aa	1,15aB	1,32aA	1,35aA	1,34aA
<b>Ruim</b>	<b>0-10</b>	1,28aA	1,16aA	1,10bB	1,20aA	1,22aA	1,32aA	1,23aA	1,39aA
	<b>10-20</b>	1,31aA	1,14aA	1,26aA	1,13aA	1,19aA	1,36aA	1,25aA	1,36aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, na mesma profundidade, comparando tipos de pastos e médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, comparando as profundidades, são estatisticamente iguais, pelo teste F, a 5% de significância.

O pisoteio de animais nestas pastagens, na lotação observada e em sistema de pastejo contínuo, não levou, principalmente na camada de 0-10 cm, à obtenção de maiores valores para Ds, no presente estudo. Pelos dados da Tabela 3, constata-se que houve uma tendência de ocorrência de maiores valores para Ds na subsuperfície. Spera et al. (2004), ao estudarem os efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade, encontraram situação semelhante. De acordo com

Albuquerque et al. (2001), em sistemas de integração lavoura-pecuária, a presença de raízes de gramíneas melhora a estrutura do solo, amenizando o impacto do pisoteio.

Avaliando-se a relação entre a Ds e os diversos atributos do solo, observou-se que a mesma tem forte relação com o teor de MO do solo, o que pode ser observado na Figura 1. Descrição semelhante foi realizada por Albernaz (2005), avaliando a composição botânica, o manejo de pastagens e as relações com atributos físicos dos solos nestas sub-bacias hidrográficas e por Prevedello (1996), segundo o qual a MO pode influenciar na massa específica média da fase sólida do solo e, assim, tanto reduz a Ds como aumenta seu percentual de poros.



**FIGURA 1** Relação entre densidade do solo e o teor de matéria orgânica no solo em pastagens da sub-bacia hidrográfica Santa Cruz.

Na sub-bacia hidrográfica Santa Cruz, os valores médios de Ds foram inferiores aos encontrados na Água Limpa, tanto entre os diferentes tipos de pastos como para as diferentes profundidades coletadas. Este fato pode estar relacionado ao teor de MO encontrado, o qual influencia positivamente na

estruturação do solo, como já discutido anteriormente. Os teores de MO e a Ds apresentaram relação inversa, ou seja, nos solos onde se obtiveram maiores Ds, eram encontrados menores teores de MO e vice-versa. Os valores observados estão abaixo de 1,30 g/cm<sup>3</sup>. Segundo Kiehl (1979) e Prevedello (1996), os valores encontrados estão dentro do intervalo esperado para solos de textura argilosa, com teores de MO de médio a baixo. Estes valores também foram semelhantes àqueles encontrados por Albernaz (2005), por meio de avaliações realizadas na mesma área. De acordo com Arshad et al. (1996), Ds acima de 1,40 g/cm<sup>3</sup> para solos argilosos é restritiva ao crescimento radicular.

A Ds, normalmente, é alterada pela pressão mecânica exercida sobre o solo (Baver et al., 1972) e pode ser influenciada pelo pisoteio animal (Bertol & Santos, 1995; Gradwell, 1966). As áreas com menos disponibilidade de forragem tenderam a ser ocupadas por espécies prostradas, de menor massa vegetal, as quais possuem gemas na superfície do solo, com aspecto de “campo de golfe” (Bertol, 1998). Este tipo de pastagem era formado, em sua maioria, pela grama-batatais (*Paspalum notatum*), que é considerada espécie invasora. No entanto, do ponto de vista conservacionista, ela é considerada adequada, com boa cobertura de solo e efeito benéfico nos atributos físicos destes, devido a um sistema radicular denso e bem desenvolvido.

Pelos dados da Tabela 4 observa-se que a variável VTP apresentou diferenças não significativas quando comparada entre pastos e nas diferentes profundidades coletadas. Não foi observada interação significativa entre tipo de pasto e profundidade de coleta.

Como reflexo do comportamento da Ds, os valores de VTP foram maiores na camada superficial em relação à subsuperfície. Na sub-bacia Santa Cruz, observaram-se maiores porcentagens de VTP, tanto nas distintas camadas como nos diferentes pastos, em relação à Água Limpa. Houve uma tendência de

ocorrência de maiores valores de VTP em pastos bons quando comparada aos ruins.

**TABELA 4** Valores médios de volume total de poros (VTP), em porcentagem, em função do tipo de pasto e profundidades de coleta.

Pasto	Profundidade (cm)	Sub-bacias hidrográficas							
		Santa Cruz				Água Limpa			
		Propriedades							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Bom</b>	<b>0-10</b>	52,8aA	57,1aA	52,3aA	55,8aA	51,4aA	45,7aA	47,7aA	47,4aA
	<b>10-20</b>	50,9aA	54,4aA	50,4aA	53,2aA	53,1aA	46,8aA	49,9aA	46,5aA
<b>Ruim</b>	<b>0-10</b>	49,2aA	54,7aA	56,8aA	50,8bA	49,6aA	46,6aA	49,8aA	45,7aA
	<b>10-20</b>	48,7aA	54,8aA	50,2bA	54,7aA	51,9aA	45,6aA	49,0aA	45,7aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, na mesma profundidade, comparando tipos de pastos e médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, comparando as profundidades, são estatisticamente iguais, pelo teste F, a 5% de significância.

Independentemente do tipo de pasto e profundidade, os valores de VTP variaram, em média, de 44% a 55%. Valores semelhantes foram descritos por Cassol (2003), Da Ros et al. (1997), Flores (2004) e Secco et al. (1997). Albuquerque et al. (2001) e Spera et al. (2004) verificaram maior valor para porosidade total em solo sob floresta subtropical, em comparação aos tratamentos sob ação antrópica. Anjos et al. (1994) não encontraram diferenças entre os tratamentos nas lavouras com preparo convencional de solo e sistema de plantio direto, para porosidade total, na camada de 0-20 cm. Harris et al. (1996) desenvolveram estudos de avaliação da qualidade do solo em sistemas de manejo e encontraram valores para porosidade total do solo de 0,60, 0,48 e 0,51

$m^3 m^{-3}$ , respectivamente, para área preservada, manejo convencional e plantio direto.

Como tendência geral, não houve diferenças entre os valores de microporosidade nos solos sob os diferentes tipos de pastos, assim como entre as diferentes profundidades coletadas (Tabela 5). Isso comprova que o pisoteio animal, nas lotações observadas, não promoveu alterações adicionais neste atributo do solo. Os valores encontrados para esta classe de solo estão de acordo com aqueles descritos em vários trabalhos (Bertol et al., 1998; Silva et al., 2005; Spera et al., 2004).

**TABELA 5** Valores médios de microporosidade (MICRO), em porcentagem, em função do tipo de pasto e profundidades de coleta.

Pasto	Profundidade (cm)	Sub-bacias hidrográficas							
		Santa Cruz				Água Limpa			
		Propriedades							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Bom	0-10	37,3aA	34,7aA	38,7aA	32,2aA	32,4aA	30,0aA	33,0aA	34,9aA
	10-20	37,3aA	34,1aA	35,0aA	33,2aA	31,5aA	28,7bA	29,4bA	28,3bA
Ruim	0-10	33,0aB	34,9aA	38,9aA	31,2aA	33,7aA	31,3aA	30,4aA	30,5aA
	10-20	33,2aB	33,9aA	37,5aA	29,6bB	32,7aA	30,8aA	28,9bA	30,9aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, na mesma profundidade, comparando tipos de pastos e médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, comparando as profundidades, são estatisticamente iguais, pelo teste F, a 5% de significância.

Embora o efeito de profundidade tenha sido não significativo, observa-se a tendência de maiores valores de microporosidade na camada superficial em

relação à subsuperficial. Isso ocorre devido ao comportamento observado para VTP. A distribuição de poros do solo condiciona a difusão de oxigênio e a drenagem da água, que ocorrem, predominantemente, nos macroporos, bem como a capacidade do solo de reter a água disponível à baixa energia que ocorre, principalmente, nos microporos por capilaridade (Baver et al., 1972).

De maneira generalizada, constatou-se que os valores encontrados são considerados baixos, segundo Silva et al. (2005), no entanto não foi observada diferença significativa nos valores de VTP entre os tipos de pastos e as profundidades avaliadas. Então, esta pode ser uma característica do solo pertencente à classe dominante neste estudo, visto que, de modo geral, os atributos físicos estudados sofreram pouca ou nenhuma alteração negativa.

De acordo com Spera et al. (2004), não foram encontradas, em Latossolo Vermelho distrófico típico, diferenças entre os valores de microporosidade nos sistemas de culturas anuais e de pastagens perenes, evidenciando que, em sistemas bem manejados, o pisoteio animal, em lotação adequada, não promove alterações adicionais neste atributo do solo.

Apenas para algumas pastagens houve diferenças entre as médias de macroporosidade nas diferentes profundidades de coleta (Tabela 6). A macroporosidade é mais susceptível a mudanças impostas pelo manejo de solo, fato também constatado por Trein et al. (1991) e Albuquerque et al. (2001).

**TABELA 6** Valores médios de macroporosidade (MACRO), em porcentagem, em função do tipo de pasto e profundidades de coleta.

Pasto	Profundidade (cm)	Sub-bacias hidrográficas							
		Santa Cruz				Água Limpa			
		Propriedades							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Bom</b>	<b>0-10</b>	17,5aA	22,4aA	13,6aB	23,6aA	20,9aA	15,6aA	14,6bA	14,4bA
	<b>10-20</b>	12,7bA	20,3aA	15,4aA	19,9aA	21,6aA	18,0aA	20,7aA	18,1aA
<b>Ruim</b>	<b>0-10</b>	18,2aA	21,8aA	17,8aA	19,7bA	16,9aA	15,2aA	19,1aA	16,3aA
	<b>10-20</b>	16,3aA	20,9aA	12,8bB	25,1aA	19,2aA	14,7aA	20,2aA	14,8aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, na mesma profundidade, comparando tipos de pastos e médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, comparando as profundidades, são estatisticamente iguais, pelo teste F, a 5% de significância.

De acordo com Spera et al. (2004), a  $D_s$  e a microporosidade aumentam da camada superficial para a camada mais profunda e, em conseqüência, para porosidade total e macroporosidade ocorre o inverso, uma vez que estes atributos são dependentes entre si. Porém, no presente trabalho, observou-se uma situação contrária para sub-bacia Água Limpa.

Isso pode ser atribuído ao tipo de vegetação observada nesta última, onde houve o predomínio de pastagens nativas e mistas, com menor rendimento por área, o que, conseqüentemente, resulta em menor densidade de raízes, assim como menores teores de MO, podendo refletir na estrutura do solo.

Na avaliação da estabilidade de agregados pelo diâmetro médio geométrico (DMG), foi observada a mesma tendência dos outros atributos avaliados no comportamento deste. Como se pode observar, com base nos dados da Tabela 7, não houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre pastos, porém, foi

observado maior efeito de profundidades de coleta nos valores de DMG, dentro de cada propriedade.

**TABELA 7** Valores médios de diâmetro médio geométrico (DMG), em mm, em função do tipo de pasto e profundidades de coleta.

Pasto	Profundidade (cm)	Sub-bacias hidrográficas							
		Santa Cruz				Água Limpa			
		Propriedades							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Bom</b>	<b>0-10</b>	4,80aA	4,82aA	4,80aA	4,86aA	4,82aA	4,77aA	4,81aA	4,84aA
	<b>10-20</b>	4,82aA	4,56bB	4,78aA	4,79aA	4,84aA	4,76aA	4,79aA	4,84aA
<b>Ruim</b>	<b>0-10</b>	4,86aA	4,40aC	4,83aA	4,65aB	4,80aA	4,79aA	4,82aA	4,85aA
	<b>10-20</b>	4,71bA	4,43aC	4,57bA	4,51bB	4,71aA	4,43bA	4,65bA	4,77aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, na mesma profundidade, comparando tipos de pastos e médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, comparando as profundidades, são estatisticamente iguais, pelo teste F, a 5% de significância.

Observou-se a ocorrência de maiores valores de DMG na camada superficial em relação à subsuperficial. Confrontando-se os valores obtidos com os encontrados na literatura, pode-se considerar estes solos como tendo uma boa estabilidade de agregados, parâmetro importante quando se considera a conservação do solo. Observações de manutenção desta condição de equilíbrio entre o sistema de plantio direto e o cerrado nativo, e a ação benéfica de gramíneas na estabilidade de agregados, também foram relatadas, em Latossolos, por Campos et al. (1995), Da Ros et al (1997) e Silva et al. (1998).

Pastos bons apresentaram maiores DMGs em relação aos ruins, o que pode ser atribuído ao maior rendimento de forragem nestes, como será discutido posteriormente. Em trabalhos conduzidos por Alvarenga & Davide (1999) e

D'Andréa (2002), foram observadas reduções na estabilidade de agregados em sistemas revolvidos, em função das técnicas de manejo e, principalmente, do tempo de utilização. Este último autor observou a redução do DMG de 4,55 mm para 2,71 mm, entre os sistemas cerrado nativo e o cultivo convencional de milho e soja com 15 anos de uso.

Silva et al. (2005) não observaram diferenças significativas quando compararam os valores de DMG entre diferentes sistemas de manejo e o Cerrado nativo. Semelhança nos valores do DMG do solo sob sistemas de manejo que aplicam diferentes intensidades de revolvimento e sob cerrado nativo também foi observada por Figueiredo (1998).

Na maioria das propriedades estudadas, o teor de MO encontrava-se entre 2% a 3,5%, valores estes considerados satisfatórios e adequados, pois, de acordo com Vilela et al. (2000), teor de MO menor 1,6 g/kg é considerado baixo para fase de estabelecimento de pastagem exclusiva de gramíneas. Segundo Costa et al. (1996), o fornecimento de nutrientes, pelo resíduo orgânico, resultou em um melhor desenvolvimento da braquiária, que atuou indiretamente na agregação das partículas do solo, levando a uma melhor estruturação do mesmo.

O contínuo fornecimento de material orgânico, como ocorre em solos sob pastagens, é fundamental para a manutenção de uma boa estrutura, atuando como agente de estabilização dos agregados (Campos et al., 1995). A relação entre o carbono orgânico do solo e a biomassa microbiana reflete processos importantes relacionados com adições e transformações da matéria orgânica, assim como a eficiência de conversão do carbono desta em carbono microbiano (Sparling, 1992).

De acordo com Silva et al. (2005), nas áreas com pouco tempo de implantação de sistemas agrícolas e onde se pratica o revolvimento do solo, as prováveis explicações para a continuidade do equilíbrio com a condição natural,

ou seja, a redução não significativa desse atributo indicador da qualidade do solo, seriam o pouco tempo de cultivo e o grande aporte de carbono orgânico, oriundo do desmatamento do cerrado, o que, provavelmente, está mantendo a estabilidade dos agregados nesses sistemas.

A resistência do solo à desagregação pode ser avaliada pela estabilidade que os agregados apresentam quando submetidos ao choque pela água por determinado período de tempo (Tisdall et al., 1978). No entanto, este parâmetro não avalia a qualidade estrutural do solo quanto à distribuição de tamanho dos poros (Forsythe, 1975). Assim, é possível que um solo adensado, com estrutura degradada, apresente uma alta estabilidade de agregados em água e, ao mesmo tempo, uma relação entre microporos e porosidade total completamente alterada em relação à ideal. No entanto, é comum que solos submetidos a menores pressões mecânicas e menos degradados apresentem maior estabilidade de agregados, com conseqüente maior diâmetro médio ponderado de agregados, do que outros mais degradados (Tisdall et al., 1978). Observa-se, ainda, que, de modo geral, todos os solos apresentaram elevado DMG. Isso pode ser explicado pelo sistema radicular das forrageiras, em sua maioria de *Brachiaria*, que reflete positivamente na estrutura do solo, como já foi discutido anteriormente.

#### **4.3 Características bromatológicas das pastagens**

Nas Tabelas 9A a 16A são apresentados os resumos da análise de variância dos dados de produção de matéria seca por hectare, teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido das distintas pastagens de todas as propriedades estudadas, nas diferentes épocas de corte. Observaram-se, de modo geral, diferenças significativas entre as diferentes épocas de corte, para a maioria das características bromatológicas avaliadas.

A produção de matéria seca por hectare (PMS) foi estatisticamente diferente entre todos os pastos, assim como na maioria das propriedades com relação à época de corte. Este fato pode ser explicado pelo efeito da sazonalidade na produção das pastagens. De modo geral, o rendimento das pastagens apresentou valores muito baixos, refletindo pastagens degradadas e ou mal manejadas, como pode ser observado na Tabela 8.

**TABELA 8** Valores médios de produção de matéria seca por hectare (t/ha), em função do tipo de pasto e época de corte.

Pasto	Época de corte	Sub-bacias hidrográficas							
		Santa Cruz				Água Limpa			
		Propriedades							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Bom	Seca	5,2aA	5,4aA	9,6aA	5,1aA	1,9aA	6,2aA	3,1aA	3,6aA
	Águas	5,7aA	6,2aA	5,6aB	1,9bB	0,9bB	2,4aB	1,2bB	1,8aB
Ruim	Seca	2,4aB	6,0aA	2,4bB	3,2aA	1,5aA	3,2aB	4,5aA	1,9aA
	Águas	2,3aB	6,5aA	4,6aB	1,4bB	0,8bB	2,1bB	2,2bB	0,8bB

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, na mesma época de corte, comparando tipos de pastos e médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, comparando as épocas de corte, são estatisticamente iguais, pelo teste F, a 5% de significância.

Em média, os pastos bons apresentaram maior rendimento por unidade de área em relação aos pastos ruins, corroborando as informações cedidas pelos proprietários. Houve maior rendimento na sub-bacia Santa Cruz em relação à Água Limpa, fato que deve ser atribuído às melhores condições dos atributos químicos encontrados nesta sub-bacia, o que, certamente, é consequência de um melhor nível tecnológico de manejo adotado pelos produtores rurais nesta área.

No entanto, é válido ressaltar que maior rendimento não significa melhor qualidade bromatológica, pois, durante a estação seca/fria, as pastagens tropicais, normalmente, apresentam baixa disponibilidade de forragem de boa qualidade, em razão da avançada idade fisiológica das plantas forrageiras e da baixa rebrotação, decorrente da inibição causada pela presença de grande quantidade de perfilhos maduros, baixa umidade no solo, das temperaturas mais baixas e dos dias mais curtos. Assim, a sazonalidade da produção forrageira conduz, freqüentemente, à sazonalidade da produção animal, se a criação é conduzida em regime extensivo (Santos et al., 2004), como é o caso das propriedades rurais avaliadas no presente estudo.

Para garantir determinado suprimento de pasto na época da baixa produção forrageira, os pecuaristas, tradicionalmente, vedam algumas pastagens no período chuvoso ou a partir do final das chuvas, acumulando forragem para utilização na seca. No entanto, as gramíneas C4, que constituem os pastos tropicais, exibem alterações em suas características morfológicas e químicas, associadas ao desenvolvimento, à maturidade fisiológica e à senescência natural da planta forrageira, que alteram a qualidade e a disponibilidade de forragem e a estrutura do relvado, influenciando o consumo e o desempenho dos animais (Blaser, 1994; Euclides et al., 1990; Gomide, 1997).

Segundo Barbosa et al. (1996), o aparecimento, a expansão e a senescência de folhas, dentro dos períodos de crescimento estabelecidos, variam nas diferentes épocas do ano. As maiores taxas de aparecimento e crescimento de folhas são observadas no verão, sendo inferiores no inverno e intermediárias na primavera e outono. O número de folhas senescentes foi importante no inverno e na primavera, não sendo detectada senescência no verão e outono.

Estes dados vão ao encontro dos argumentos de Mcivor (1984), segundo os quais, em épocas de chuvas abundantes, a quantidade de folhas verdes não é

limitada, enquanto que, em períodos de secas prolongadas, poderá não haver folhas verdes presentes nas pastagens. Nestas condições, a taxa de aparecimento, expansão e senescência de folhas será um determinante importante na qualidade das forragens e no desempenho animal.

O rendimento (PMS) na época seca foi estatisticamente superior ao observado na época das águas. Uma das explicações para este fato é a de que, na época seca, as plantas atingem a maturação, entrando em estágio de senescência e, conseqüentemente, há um aumento da conversão dos carboidratos não estruturais em estruturais, ou seja, os teores de fibras aumentam e a planta perde água. Mas, isso pode ser atribuído, ainda, à falta de manejo em algumas propriedades que não realizam diferimento das pastagens e manejo da fertilidade, entre outros, o que influencia negativamente na rebrota e no desenvolvimento das forragens, conferindo-lhe menor teor de MS, principalmente no início da época das águas.

Porém, em alguns casos, a produção de massa verde foi significativamente maior na época das águas do que na estação seca. De acordo com Santos et al. (2004), o diferimento da pastagem resulta em alta disponibilidade de forragem durante o período seco (julho ao final de outubro).

Segundo Costa et al. (2005), nos meses de maio a setembro ocorre uma baixa disponibilidade de forragem, devido ao problema da estacionalidade. Nesse período, a PMS é um terço daquela observada no período chuvoso, em virtude das condições climáticas, com baixas temperaturas, umidade do ar e precipitação, que não permitem o desenvolvimento da forrageira.

Com relação à proteína bruta (PB), os valores encontrados são estatisticamente diferentes em metade das propriedades de cada sub-bacia hidrográfica, o que pode ser atribuído ao manejo que estas pastagens receberam. Como se pode concluir com base nos dados da Tabela 9, nem sempre o pasto

ruim tem a menor porcentagem de PB em relação ao pasto bom. Ocorreram, na época das águas, pastagens com maior teor de PB em relação à época seca. Os baixos teores de PB podem ser atribuídos à queda de produção de MS, ao mesmo tempo em que os tecidos vão se tornando de baixa qualidade, o que diminui o valor nutritivo da forragem.

**TABELA 9** Valores médios de proteína bruta (PB), em porcentagem, em função do tipo de pasto e época de corte.

Pasto	Época de corte	Sub-bacias hidrográficas							
		Santa Cruz				Água Limpa			
		Propriedades							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Bom</b>	<b>Seca</b>	4,67aA	4,40aA	5,35bB	3,55bA	5,14aB	3,57bB	3,54bB	6,32aA
	<b>Águas</b>	2,75bB	3,01bA	10,52aA	3,98bA	6,98aA	5,32aA	7,46aA	6,63aA
<b>Ruim</b>	<b>Seca</b>	5,52aA	4,44aA	5,66bA	5,25aA	3,91bA	5,46aA	3,72bA	5,66aA
	<b>Águas</b>	4,16aA	3,54aA	7,52aA	4,22aA	3,62bA	3,64bB	12,24aA	6,33aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, na mesma época de corte, comparando tipos de pastos e médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, comparando as épocas de corte, são estatisticamente iguais, pelo teste F, a 5% de significância.

Fato relevante foi observado nas propriedades 3 (Santa Cruz) e 7 (Água Limpa), onde houve adoção do sistema de pastejo rotacionado e integração lavoura-pecuária, respectivamente e, como conseqüência, estas práticas afetaram positivamente a maioria das características bromatológicas avaliadas, mostrando a influência do manejo na qualidade destas.

O baixo valor nutritivo das forrageiras está associado ao reduzido teor de PB e de minerais e ao alto conteúdo de fibra e baixa digestibilidade da MS (Van

Soest, 1994). Euclides (1995) relata que, de acordo com comparações feitas sob as mesmas condições climáticas, a variabilidade do valor nutritivo é pequena entre as espécies e cultivares, sendo as maiores mudanças ocorridas na composição química da forragem, principalmente aquelas que acompanham a maturação da planta. Assim, à medida que a planta amadurece, os teores de PB, minerais e outros componentes do conteúdo celular diminuem, enquanto que os da parede celular aumentam.

Os resultados de PB observados na época das águas foram semelhantes aos encontrados por Costa et al. (2005) e Thiago et al. (2000). Porém, Euclides (1995) e Nunes (1985) observaram teores médios de PB de 11,0% e 11,1%, respectivamente, no período das águas, na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sob pastejo rotacionado.

É importante salientar que em pastos com menor PMS, houve menor crescimento das plantas, conseqüentemente maior teor de PB, o que, certamente, ocorreu devido ao efeito de diluição do nitrogênio ao longo da planta, como relatado por Monteiro et al. (1995). Estes autores, cultivando a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em solução nutritiva, verificaram que, com a omissão de fósforo, apresentaram-se plantas raquíticas e sem perfilhos laterais, além de elevada concentração de nitrogênio na MS, caracterizando o efeito de concentração, devido ao limitado crescimento das plantas.

Em trabalho realizado por Rezende et al. (2004), com manejo de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, foram encontrados teores de PB variando de 5,6% a 9,1%, valores este que corroboram com os teores encontrados no presente trabalho. As espécies de *Brachiaria*, predominantes nas áreas de estudo, são normalmente caracterizadas pelo baixo teor protéico, o que poderá refletir negativamente no desempenho animal.

No mês de julho, Costa et al. (2005) verificaram um decréscimo de PB para a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Nesta época, também foram observadas menores produções de MS. A redução do teor de MS está associada com o estresse hídrico. Com isso, ocorre redução da síntese de proteínas associada à diminuição do teor de água dos tecidos.

Maestri et al. (2002) relatam que o metabolismo completo da planta é reduzido com o baixo potencial da água. Por meio do decréscimo de crescimento, ficam demonstradas as razões pelas quais o baixo potencial interfere em muitos processos que contribuem para o crescimento vegetal.

Euclides et al. (1990) e Leite & Euclides (1994) mencionaram que, no início do estágio vegetativo, o teor de proteína bruta (PB) e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica dos pastos tropicais são, geralmente, altos. À medida que as plantas amadurecem, ocorrem espessamento e lignificação da parede e redução do conteúdo celular; a concentração dos componentes potencialmente digestíveis decresce e a de fibra aumenta. Segundo Minson (1990), muitas vezes, o teor de nitrogênio (N) disponível no pasto é inferior a 1% da MS, valor considerado limite mínimo para a adequada atividade dos microrganismos ruminais.

Os teores de FDN apresentaram diferenças significativas com relação à época de corte apenas em metade das propriedades estudadas, como pode ser verificado pelos dados da Tabela 10 que, coincidentemente, são propriedades que adotam algumas práticas de manejo como veda de pasto, aplicação de esterco e sistema de pastejo rotacionado. Na sub-bacia Água Limpa, houve um decréscimo do teor de FDN, como era esperado, no entanto, na Santa Cruz ocorreu o inverso. Mesmo que a diferença seja mínima, isso pode ser atribuído aos tipos de pastos encontrados em cada uma. Na Água Limpa, onde há o predomínio de espécies menos exigentes e mais adaptadas, certamente, há uma

recuperação mais rápida do seu estado fisiológico produtivo, o que não acontece para espécies mais exigentes e menos adaptadas.

**TABELA 10** Valores médios de fibra em detergente neutro (FDN), em porcentagem, em função do tipo de pasto e época de corte.

Pasto	Época de corte	Sub-bacias hidrográficas							
		Santa Cruz				Água Limpa			
		Propriedades							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Bom</b>	<b>Seca</b>	85,1aA	78,7bA	74,4bB	81,4bA	78,2aA	84,0aA	76,4bB	83,7aA
	<b>Águas</b>	84,2aA	82,5aA	82,7aA	84,9aA	79,4aA	74,9bB	75,1bB	74,3bA
<b>Ruim</b>	<b>Seca</b>	79,7aB	80,0aA	75,8bB	81,5bA	80,6aA	82,1aA	81,0aA	80,0aA
	<b>Águas</b>	80,8aB	78,6bA	83,4aA	83,7aA	78,8aA	77,3bB	77,7bB	80,9aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, na mesma época de corte, comparando tipos de pastos e médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, comparando as épocas de corte, são estatisticamente iguais, pelo teste F, a 5% de significância.

Os valores de FDN variaram de 78,16% a 84,65%, entre pastos e de 75,72% a 84,32%, entre as diferentes épocas de corte. Resultados semelhantes foram observados por Gomes Jr. (2000) que verificou, na *Brachiaria decumbens* sob pastejo, na época seca, teor mais elevado de FDN na MS. Doble et al. (1971) verificaram que os teores de fibra em detergente neutro (FDN) de gramíneas tropicais variaram de 45% a 82% da MS; as amostras com teores mais baixos de FDN apresentaram maiores valores de digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN), até 82%. Os teores de FDN e a DIVFDN foram mais influenciados, principalmente, pela maturidade do perfilho e menos pela espécie forrageira.

Costa et al. (2005), avaliando o efeito da estacionalidade na produção de MS e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, observaram que os teores de FDN foram superiores na época das águas em relação à época da seca. Para as duas épocas, os teores encontrados foram superiores a 60%. Segundo Aguiar (1999), os teores de FDN de forrageiras tropicais são altos, geralmente acima de 65% em rebrotas e de 75% a 80% em estágios mais avançados de maturação. Van Soest (1994) relata que o teor de FDN é o fator mais limitante do consumo de volumosos e os teores dos constituintes da parede celular superiores a 55%-60% na MS correlacionam-se de forma negativa com o consumo de forragem.

As médias dos valores de FDA, na maioria das propriedades, apresentaram diferenças significativas entre os dois tipos de pastos avaliados, assim como para as diferentes épocas de corte. Foi observada interação entre tipos de pasto e épocas de corte, mostrando que esta característica é muito susceptível às variações climáticas e ao tipo de manejo adotado.

**TABELA 11** Valores médios de fibra em detergente ácido (FDA), em porcentagem, em função do tipo de pasto e época de corte.

Pasto	Época de corte	Sub-bacias hidrográficas							
		Santa Cruz				Água Limpa			
		Propriedades							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Bom</b>	<b>Seca</b>	46,5aA	46,1aA	42,1aA	50,4aA	46,4aA	43,3aA	44,5aA	49,2aA
	<b>Águas</b>	41,3bA	46,5aA	41,3aA	45,5bB	36,9bB	35,4bB	37,2bB	37,6bB
<b>Ruim</b>	<b>Seca</b>	42,7aA	49,5aA	43,6aA	48,2aA	45,6aA	46,7aA	51,3aA	45,1aA
	<b>Águas</b>	39,9bA	39,9bB	39,0bA	42,8bB	43,4aA	42,1aA	34,6bB	39,7bB

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, na mesma época de corte, comparando tipos de pastos e médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, comparando as épocas de corte, são estatisticamente iguais, pelo teste F, a 5% de significância.

Observa-se que houve efeito significativo de época de corte para esta característica, evidenciando, mais uma vez, a influência da sazonalidade na qualidade das pastagens. Em média, observaram-se teores mais elevados na sub-bacia Santa Cruz em relação à Água Limpa, o que afeta diretamente a qualidade desta, pois a digestibilidade de um alimento está relacionada com a FDA, sendo que quanto maior o valor da FDA menor é a digestibilidade do alimento (Kirchof, 1997).

Malafaia et al. (1997) encontraram teores de 80,45% de FDN e 44,94% de FDA para a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cortada durante a estação das chuvas. Costa et al. (2005) observaram que o teor de FDA relacionou-se de forma quadrática com a precipitação, ficando em torno de 40% no período da seca e de 35% nas águas. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados

por Thiago et al. (2000) que, durante um período de dois anos, em sistemas de pastejo rotacionado, obtiveram teores de FDA de 34,4% para o capim-marandu, na época das águas.

Então, é plausível afirmar que, com a adoção mínima de algum tipo de tecnologia, como foi observado em algumas propriedades, é possível alterar positivamente a qualidade nutricional das pastagens. Segundo Blaser (1994), com favoráveis condições climáticas, dependendo da morfologia e da fisiologia das plantas, os rendimentos das forrageiras e os produtos animais por hectare podem ser substancialmente mais altos no pastejo rotacionado do que no contínuo. Daí percebe-se, então, que, com a adoção de algumas tecnologias viáveis economicamente ou até de custo zero, ocorrerão efeitos positivos na qualidade nutricional das pastagens e, conseqüentemente, nas respostas produtivas dos animais.

Um fato importante constatado é que, talvez, a falta de informação ou até mesmo a resistência à adoção de tecnologias de baixo custo resultem na insustentabilidade do sistema produtivo em ambas as sub-bacias, pois, em muitas propriedades, foi verificada uma aplicação pouco eficiente dos recursos, como, por exemplo, gastos excessivos dispensados à confecção de silagem em detrimento da melhoria da fertilidade do solo e, conseqüentemente, da pastagem.

As características avaliadas das pastagens são próprias de pastagens degradadas, com valores muito altos para teores de fibras (FDN e FDA), baixíssimos teores de PB, além da PMS estar muito aquém daquela encontrada em pasto com o manejo adequado, incluindo o manejo da fertilidade do solo e o sistema de pastejo adotado. De forma generalizada, constatou-se qualidade bromatológica superior nas pastagens da Santa Cruz, quando comparadas às da Água Limpa, fato atribuído às condições químicas destes solos. Isso porque, se considerarmos que as pastagens constituem o componente principal da dieta

dos ruminantes presentes nas propriedades estudadas, o consumo de MS verde é afetado, segundo Gomide (1994), principalmente pela disponibilidade de forragem entre outros aspectos.

#### **4.1 Correlação canônica entre os atributos físicos do solo e as características bromatológicas das pastagens**

Por meio das análises de correlação canônica, verificaram-se as associações existentes entre o grupo de características da pastagem, rendimento de matéria seca, teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, com os atributos do solo, densidade do solo, microporosidade e diâmetro médio geométrico. É relevante destacar que, na análise de correlação canônica, não existe distinção entre variável independente e dependente, mas somente dois grupos de variáveis, buscando-se a máxima correlação entre ambos.

Na Tabela 12 estão representados os valores referentes aos pares canônicos estimados entre as características da pastagem e as características do solo em profundidade de 0 a 10 cm, bem como as correlações canônicas ( $r$ ) e sua significância e a correlação canônica ao quadrado ( $r^2$ ). Observou-se que somente o primeiro par canônico foi significativo ( $P < 0,05$ ), sendo este, portanto, de interesse para o presente trabalho. Isso mostra que as características da pastagem e os atributos do solo são correlacionados para a profundidade em questão, ou seja, o rendimento das pastagens associou-se inversamente à densidade do solo.

**TABELA 12** Coeficientes padronizados, correlação canônica (r), correlação canônica ao quadrado ( $r^2$ ) e significância para os pares canônicos entre as características da pastagem e atributos do solo em profundidade de 0 a 10 cm.

Variáveis		Pares canônicos		
		1º	2º	3º
Pastagem	PMS	0,1599	0,8917	-1,0764
	PB	-0,8200	1,1872	0,8072
	FDA	0,8925	0,0713	0,1075
	FDN	-0,3903	0,1796	2,3706
Solo	Ds	-2,5177	-1,9007	-3,3741
	MICRO	0,3358	1,5498	1,3000
	DMG	1,6111	0,8682	3,3950
r		0,9227	0,5098	0,2399
F		6,91*	1,58 ns	0,76 ns
$r^2$		0,8514	0,2598	0,0576

PMS: produção de matéria seca por hectare; PB: proteína bruta; FDA: fibra em detergente ácido; FDN: fibra em detergente neutro; Ds: densidade do solo; MICRO: microporos; DMG: diâmetro médio geométrico; \*( $P < 0,05$ ).

Verificam-se, pelos dados da Tabela 13, os coeficientes da matriz estrutural ou matriz dos fatores canônicos, ou seja, a matriz de correlação entre as variáveis originais e as canônicas. A interpretação por meio das correlações entre as variáveis originais e as canônicas fornece, em geral, o caminho mais adequado para a discriminação e a interpretação dos coeficientes de correlações de interesse para pesquisa (Abreu & Vetter, 1978).

**TABELA 13** Coeficientes da matriz estrutural entre o grupo de características da pastagem e o grupo de características do solo versus variável canônica.

Variáveis		1º fator canônico
Pastagem	PMS	0,3942
	PB	-0,3817
	FDA	0,7327
	FDN	0,2749
Solo	Ds	-0,7975
	MICRO	-0,6799
	DMG	-0,5323

PMS: produção de matéria seca por hectare; PB: proteína bruta; FDA: fibra em detergente neutro; FDN: fibra em detergente ácido; Ds: densidade do solo; MICRO: microporos; DMG: diâmetro médio geométrico.

Pelos dados da Tabela 13 verifica-se que o primeiro par canônico (0,9227) apresentou uma correlação muito forte e inversa entre PMS (0,3942) e Ds (-0,7975). Isso pode ser atribuído, segundo Bertol et al. (1998), ao sistema radicular das gramíneas que refletiu positivamente na estrutura do solo. O efeito benéfico das gramíneas para a formação de agregados com conseqüente aumento da porosidade total do solo foi também observado por Silva & Mielniczuck (1998). Visto que os atributos físicos do solo encontram-se em condições normais para esta classe de solo, a qualidade bromatológica das pastagens pode ser atribuída, em grande parte, às condições químicas em que estes solos se encontram.

Nos locais onde foram coletadas as amostras de solo para análise na profundidade de 0-10 cm, os atributos físicos do solo estavam tão alterados quanto àqueles pertencentes à camada de 10-20 cm. Cassol (2003), Flores (2004) e Leite et al. (2005), estudando atributos físicos do solo e pressão de pastejo em um sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto,

verificaram apenas efeitos em profundidade ( $P > 0,05$ ) em todos os atributos físicos avaliados após o ciclo de pastejo.

Os dados da Tabela 14 apresentam os pares canônicos estimados entre as características da pastagem e as características do solo em profundidade de 10 a 20 cm. Os resultados mostram que os dois primeiros pares canônicos estimados apresentaram correlações canônicas significativas ( $P < 0,05$ ) e que os grupos considerados não são independentes, ou seja, as características da pastagem e as características físicas do solo se correlacionam.

**TABELA 14** Coeficientes padronizados, correlação canônica ( $r$ ), correlação canônica ao quadrado ( $r^2$ ) e significância para os pares canônicos entre as características da pastagem e do solo em profundidade de 10 a 20 cm.

Variáveis		Pares canônicos		
		1°	2°	3°
Pastagem	PMS	0,2414	-0,1300	-0,5199
	PB	0,9926	-0,8427	1,2246
	FDA	0,0708	1,1498	0,1922
	FDN	-0,1767	-1,0822	2,0181
Solo	Ds	0,8144	0,9479	-3,1577
	MICRO	0,1170	0,5381	1,4784
	DMG	0,1314	-1,4216	2,5662
R		0,9652	0,8655	0,4086
F		15,90 *	7,52 *	2,00 ns
$r^2$		0,9317	0,7492	0,1670

PMS: produção de matéria seca por hectare; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; Ds: densidade do solo; MICRO: microporos; DMG: diâmetro médio geométrico; \*( $P < 0,05$ ).

Verificam-se, pelos dados da Tabela 15, os coeficientes da matriz estrutural ou matriz dos fatores canônicos, ou seja, a matriz de correlação entre as variáveis originais e as canônicas.

**TABELA 15** Coeficientes da matriz estrutural entre o grupo de características da pastagem e o grupo de características do solo versus variável canônica.

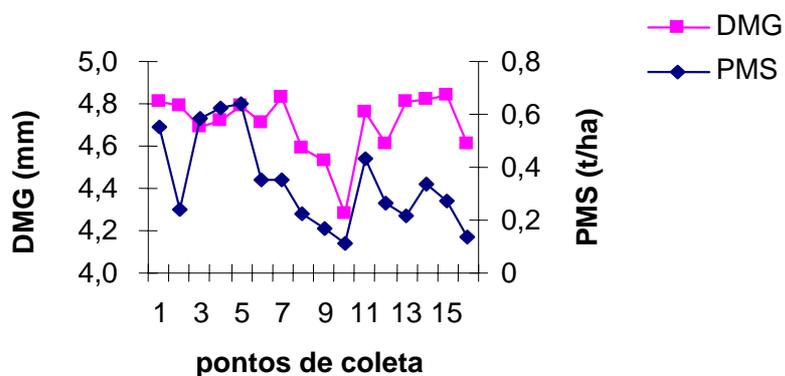
Variáveis		1º fator canônico	2º fator canônico
Pastagem	PMS	-0,4290	-0,1043
	PB	0,9539	-0,0334
	FDA	0,0017	0,6519
	FDN	-0,6895	-0,0687
Solo	Ds	0,9626	-0,0253
	MICRO	0,5684	0,6229
	DMG	0,8569	-0,3900

PMS: produção de matéria seca por hectare; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; Ds: densidade do solo; MICRO: microporos; DMG: diâmetro médio geométrico.

Com base nos dados da Tabela 15, verifica-se que o primeiro par canônico (0,9652) apresenta uma correlação muito forte e inversa entre PMS (-,4290) e Ds (0,9626). O mesmo comportamento foi observado para o segundo par canônico (0,8655).

Pela correlação canônica verifica-se que as características bromatológicas das pastagens mostram algum grau de associação na sua sensibilidade aos atributos físicos do solo em que se encontram. Para ambas as profundidades, observou-se um comportamento semelhante, ou seja, pastagens mais produtivas correlacionam-se a solos menos densos e vice-versa.

Verificou-se que houve correlações entre PMS e o DMG e agregados acima de 2 mm. A Figura 2 demonstra valores médios de DMG (mm) na camada de 0-10 cm de profundidade e PMS por hectare (t/ha), nas diferentes pastagens.



**FIGURA 2** Comportamento do DMG (mm), em relação à produção de massa seca por hectare, para a sub-bacia Santa Cruz (t/ha).

A provável explicação, segundo Silva et al. (2005), para a manutenção desse atributo indicador da qualidade do solo está relacionada ao não revolvimento do solo nos últimos anos e também ao acúmulo de material orgânico oriundo das pastagens (liteira).

## 5 CONCLUSÕES

As características avaliadas das pastagens mostram o reflexo de pastagens degradadas, devido à inadequação do manejo da fertilidade do solo e do sistema de pastejo adotado.

A baixa qualidade nutricional das pastagens pode ser atribuída, certamente, ao longo período de pastejo, à redução do extrato folhoso do relvado, em razão de sua utilização contínua pelos animais e à baixa rebrotação do pasto, em virtude da época seca do ano e, principalmente, ao manejo adotado.

A discrepância para o rendimento das pastagens entre as sub-bacias pode ser atribuída às condições de fertilidade de cada uma, além das espécies de gramíneas predominantes nas mesmas.

Embora os atributos físicos do solo não tenham apresentado diferenças significativas, constatou-se, por meio da correlação canônica, que as características bromatológicas das pastagens mostram alguma associação na sua sensibilidade, relacionada aos mesmos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. A.; VETTER, D. A análise de relações entre conjuntos de variáveis na matriz geográfica: correlação canônica. In: FAISSOL, S. **Tendências atuais na geografia urbano/regional: teorização e quantificação**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978. p. 133-144.

AGUIAR, A. P. A. Possibilidades de intensificação do uso da pastagem através de rotação sem ou com uso mínimo de fertilizantes. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: fundamentos do pastejo rotacionado, 14., Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 85-138.

ALBERNAZ, W. M. **Composição botânica, manejo de pastagens e relação com atributos dos solos em sub-bacias hidrográficas da região de Lavras, MG**. 2005. 117 p. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 717-723, jul./set. 2001.

ALVARENGA, M. I. N.; DAVIDE, A. C. Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agrossistemas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 933-942, out./dez. 1999.

ANJOS, J. T.; UBERTI, A. A. A.; VIZZOTTO, V. J.; LEITE, G. B.; KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 139-145, jan./abr. 1994.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p. 123-141. (SSSA Special Publication, 49).

ASSAD, E. D.; et al. Estruturação de dados geoambientais no contexto de sub-bacia hidrográfica. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.) **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília: Embrapa – SPI, 1998. Cap. 07, p. 119-158.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC.  
**Official methods of analysis**. 15. ed. Virginia, 1990. v. 1, 684 p.

BARBOSA, M. A. A. F.; DAMASCENO, J. C.; CECATO, U. et al. Estudo de perfilhamento em 4 cultivares de *Panicum maximum* Jacq. submetidos a duas alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 106-108.

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: John Wiley & Sons, 1972. Chap. 5, p. 178-223.

BERTOL, I.; GOMES, K. E.; DENARDIN, R. B. N.; MACHADO, L. A. Z.; MARASCHIN, G. E. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 5, p. 779-786, maio 1998.

BERTOL, I.; SANTOS, J. C. P. Uso do solo e propriedades físico-hídricas no Planalto Catarinense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 263-267, fev. 1995.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Part 1: Physical and mineralogical methods. Madison: ASA, 1986a. p. 363-376. (Agronomy, 9).

BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Particle density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2.ed. Part 1: Physical and mineralogical methods. Madison: ASA, 1986b. p.377-382. (Agronomy, 9).

BLASER, R. E. Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 279-336.

BURNS, J. C.; TOLEDO, J. M.; MOCHRIE, R. D. The relationship of herbage mass and characteristics to animal responses in grazing experiments. In:

MARTEN, G. C. (Ed.) **Grazing research: design, methodology, and analysis.** Madison: CSSA-ASA, 1989. p. 7-19. (CSSA. Special Publication no. 16).

CAMPOS, B. C.; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistema de manejo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 121-126, jan./abr. 1995.

CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, M. M.; ARRUDA, M. L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F. T. T. Pastagens. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação.** Viçosa, 1999. p. 332-341.

CANTARUTTI, R. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; COSTA, O. V. Impacto do animal sobre o solo: compactação e reciclagem de nutrientes. In: MATTOS, W. R. S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros.** São Paulo: FEALQ, 2001. p. 826-837.

CASSOL, L. C. **Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície.** 2003. 157 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, 1999. 359 p.

CORSI, M. Potencial das pastagens para a produção de leite. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). **Bovinocultura Leiteira: fundamentos da exploração racional.** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 177-193.

COSTA, K. A. de P. C.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; CUSTÓDIO, D. P.; SILVA, D. C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 187-193, jul./set. 2005.

COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A. **Efeito de níveis de nitrogênio e fósforo na recuperação de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.** Porto Velho: EMBRAPA-CEPAF, Rondônia, 1996. 4 p. (EMBRAPA-CEPAF. Rondônia. Comunicado Técnico, 119).

COUTINHO, H. L. de C.; UZÊDA, M. C.; ANDRADE, A. G. de; TAVARES, S. R. de L. Ecologia e biodiversidade do solo no contexto da agroecologia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 220, p. 45-54, 2003.

CURADO, R. F. **Mapeamento cadastral e análise do uso e ocupação do solo em duas sub-bacias hidrográficas no município de Lavras, MG**. 2003. 95 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 913-923, 2002.

DA ROS, C. O.; SECCO, D.; FIORIN, J. E.; PETRERE, C.; CADORE, M. A.; PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 241-247, abr./jun. 1997.

DANIELSON, R. E.; SUTHERLAND, P. L. Porosity. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: Part 1 – physical and mineralogical methods**. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 443-461.

DIAS JUNIOR, M. S. Compactação do Solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1, p. 55-94.

DUBLE, R. L.; LANCASTER, J. A.; HOLT, E. C. Forage characteristics limiting animal performance on warmseason perennial grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, n. 3, p. 795-798, May June 1971.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 312 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rer. Atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; SILVA, J. M.; VIEIRA, A. Avaliação de forrageiras tropicais manejadas para produção de feno em pé. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 393-407, mar. 1990.

EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 245-273.

FIGUEIREDO, L. H. A. **Propriedades físicas e mecânicas de um Latossolo Roxo submetido a diferentes sistemas de manejo**. 1998. 68 p. Dissertação (Mestrado em Solo e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FLORES, J. P. C. **Atributos de solo e rendimento de soja em um sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo em plantio direto com aplicação de calcário na superfície**. 2004. 74 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFRGS, Porto Alegre.

FORSYTHE, W. **Física de solos**: manual de laboratório. New York: University Press, 1975. 324 p.

GAGGERO, M. R. **Alterações das propriedades físicas do solo sob sistemas de preparo e pastejo**. Porto Alegre: UFRGS, 1998. 124 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

GOMES JR., P. **Composição químico-bromatológica da *Brachiaria decumbens* e desenvolvimento de novilhos em recria suplementados durante a seca**. 2000. 51 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GOMIDE, J. A. Manejo de pastagens para a produção de leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA; REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá-PR. **Anais...** Maringá-PR: EDUEM, 1994. p. 141-168.

GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 411-429.

GRADWELL, M. W. Soil moisture deficiencies in puddled pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wallington, v. 9, n. 1, p. 127-136, 1966.

GREENLAND, D. J. Soil science and sustainable land management. In: SYPERS, J. K.; RIMMER, D. L. **Soil science and sustainable land management in the tropics**. Wallingford, UK: CAB International, 1994. p. 1-15.

GROHMANN, F. Distribuição e tamanho de poros em três tipos de solos do estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.9, n.21, p. 319-329, abr. 1960.

HARRIS, R. F.; KARLEN, D. L.; MULLA, D. J. A conceptual framework for assessment and management of soil quality and health. In: DORAN, J.W.; JONES, A. J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of América, 1996. p. 61-82. (SSSA special Publication, 49).

HASSINK, J.; WHITMORE, A. P.; KUBÁT, J. Size and density fractionation of soil organic matter and the physical capacity of soils to protect organic matter. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 7, n. 1/3, p. 189-199, Sept. 1997.

HODGSON, J. Grazing management. **Science into practice**. Palmerston North: Longman, 1990. 203 p.

KICHEL, A. N.; KICHEL, A. G. Sistemas extensivos e intensivos de produção de carne: cust/benefício. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE: novos conceitos na produção bovina, 2., 2002, Lavras. **Anais...** Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**: relações solo-planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 264 p.

KIRCHOF, B. **Alimentação da vaca leiteira**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 111 p.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. Prefácio. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

LAL, R. **Métodos para a avaliação do uso sustentável dos recursos dolo e água nos trópicos**. Jaguariuma: Embrapa Meio Ambiente 1999. 97 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 03).

LANNA, A. C. **Impacto ambiental de tecnologias, indicadores de sustentabilidade e metodologias de aferição: uma revisão**. Santo Antonio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 31 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 144).

LEITE, G. G.; EUCLIDES, V. P. Utilização de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 267-297.

LEITE, J. G. D. B.; FLORES, J. P. C.; FRAGA, T. I. ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DO SOLO, Atributos físicos do solo e pressão de pastejo em um sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2005, Recife, PE. **Resumos...** Recife: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 1CD-ROM.

LUZ, P. H. de C.; HERLING, V. R. Impactos do pastejo sobre as propriedades físicas do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

MAESTRI, M.; ALVIM, P. T.; SILVA, M. A. P.; MOSQUIM, P. R.; PUSCHMANN, R.; CANO, M. A. O.; BARROS, R. S. **Fisiologia vegetal: exercícios práticos**. Viçosa: UFV, 2002. 91 p.

MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M.; SILVA, J. F. C.; PEDREIRA, J. C. Determinação cinética ruminal das frações protéicas e nitrogenada de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1243-1251, nov./dez. 1997.

MCIVOR, J. G. Leaf growth and senescence in *Urochloa mosambicensis* and *U. oligotricha* in a seasonally dry tropical environment. **Australy Journal Agricultural Research**, Collingwood, v. 35, n. 2, p. 117-187, 1984.  
MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483 p.

MONTEIRO, F. A.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, D. D.; ABREU, J. B. R. de; DAIUB, J. A. S.; SILVA, J. E. P. da; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria*

brizantha Stapf. Cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 135-141, jan./abr. 1995.

MORAES, A.; LUSTOSA, S. B. C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. In: JOBIM, C. C.; SANTOS, G. T.; CECATO, U. **Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais**. Maringá: UEM, 1997. p. 129-149.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e plantas em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.

NUNES, S. G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M. I. O.; GOMES, D. T. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Campo Grande: EMBRAPA / CNPGC, 1985. 31 p. (EMBRAPA/CNPGC. Documento, 21).

OLIVEIRA, P. A. V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa: CNPSA, 1993. 188 p (EMBRAPA-CNPSA. Documento, 27).

PEDREIRA, C. G. S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 2002, Recife. **Anais...** Recife, PE, 2002. p. 100-150.

PEREIRA, J. M.; MORENO, R. M. A.; CANTARUTTI, R. B. et al. Crescimento e produtividade estacional de germoplasma forrageiro. In: Ceplac/Cepec (ed.). **Informe de Pesquisa – 1987/1990**. Ilhéus: Ceplac, 1995. p. 307-309.

PREVEDELLO, C. L. **Física do solo com problemas resolvidos**. Curitiba: SAEAFS, 1996. 446 p.

QUEIROZ, D. S.; FONSECA, D. M. da; MOREIRA, L. de M. Importância do manejo sobre a persistência e a sustentabilidade da pastagem. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 226, p. 54-64, 2005.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4. ed. Viçosa: NEPUT, 2002. 2002. 338 p.

RESENDE, A. V. de; MEDEIROS, L. T.; CUNHA NETO, F. R. da; VALERIANO, A. R.; CASALI, A. O. Adubação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com dejetos líquidos de suínos. In: REUNIÃO ANUAL

DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1CD-ROM.

SANO, E. E.; BARCELLOS, A. de O.; BEZERRA, H. S. **Área e distribuição espacial de pastagens cultivadas no cerrado brasileiro**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 21 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa, n. 3).

SANTOS, E. D. G. **Terminação de bovinos em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf, durante a estação seca, alimentados com diferentes concentrados**. 2000. 163 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; QUEIROZ, D. S.; FONSECA, D. M.; FILHO, S. C. V.; LANA, R. P. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf: 2. Disponibilidade de forragem e desempenho animal durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 214-224, jan./fev. 2004.

SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; QUEIROZ, D. S.; VALADARES FILHO, S. de C.; FONSECA, D. M. da; LANA, R. de P. Avaliação de Pastagem Diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf: 2. Características Químico-Bromatológicas da Forragem Durante a Seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 203-213, jan./fev. 2004.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. da. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: MATTOS, W. R. S. (Ed.) **A produção animal na visão dos brasileiros**. São Paulo: FEALQ, 2001. p. 731-754.

SECCO, D.; DA ROS, C. O.; FIORIN, J. E.; PAUTZ, C. V.; PASA, L. Efeito de sistemas de manejo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 57-60, jan./mar. 1997.

SILVA, A. P. da; IMHOFF, M. S.; TORMENA, C. A. et al. Qualidade física de solos sob sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 19., 2002, Piracicaba. **Inovações tecnológicas no manejo de pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 79-97.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 311-317, abr./jun. 1998.

SILVA, M. L. N.; BLANCANEUX, P.; CURI, N.; LIMA, J. M.; MARQUES, J. J. G. S. M.; CARVALHO, A. M. Estabilidade e resistência de agregados de Latossolo Vermelho-Escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 97-103, jan. 1998.

SILVA, R. R.; SILVA, M. L. N.; FERREIRA, M. M. Atributos físicos indicadores da qualidade do solo sob Sistemas de manejo na bacia do alto do Rio Grande. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 719-730, jul./ago. 2005.

SOUZA, E. R. **Alterações físico-químicas no deflúvio de três sub-bacias hidrográficas de decorrentes agrícolas**. 1996. 160 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SPARLING, G. P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 30, n. 2, p. 195-207, 1992.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 533-542, 2004.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **Software**: versão 8. 3. Cary: 2003

THIAGO, L. R. L. S.; VALLE, L. C. S.; SILVA, J. M.; MACEDO, M. C. M.; JANK, L. Uso intensivo de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Pennisetum purpureum* cv. Cameroon, e *Panicum maxicum* cv. Mombaça visando à produção de carne. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 1CD-ROM.

TISDALL, J. M.; COCKROFT, B.; UREN, N. C. The stability of soil aggregates as affected by organic materials, microbial activity and physical disruption. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 16, n. 1, p. 9-17, 1978.

TREIN, C. R.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia + trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 105-111, jan./abr. 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 446 p.

VIEIRA, M. J. comportamento físico do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A. L.; TORRADO, P. V.; MACHADO, J. **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 163-179.

VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G.; MACEDO, M. C. M. **Calagem e adubação para pastagens na região do cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000. n. 37, 15 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica).

WERNER, J. C. Adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 11., 1994, Nova Odessa. **Anais...** Piracicaba: FEAQ, 1994. p. 209-222

## ANEXOS

<b>ANEXO A</b>	<b>Pág.</b>
<b>TABELA 1A</b> Resumo da análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 1. ....	<b>63</b>
<b>TABELA 2A</b> Resumo da análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 2. ....	<b>63</b>
<b>TABELA 3A</b> Resumo da análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 3. ....	<b>64</b>
<b>TABELA 4A</b> Resumo da análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 4. ....	<b>64</b>
<b>TABELA 5A</b> Resumo da análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 5. ....	<b>65</b>
<b>TABELA 6A</b> Resumo da análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 6. ....	<b>65</b>
<b>TABELA 7A</b> Resumo da análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 7. ....	<b>66</b>
<b>TABELA 8A</b> Resumo da análise de variância da densidade do solo (DS),	<b>66</b>

volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 8. ....

<b>TABELA 9A</b>	Resumo da análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 1.....	<b>67</b>
<b>TABELA 10A</b>	Resumo da análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 2 .....	<b>67</b>
<b>TABELA 11A</b>	Resumo da análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 3.....	<b>68</b>
<b>TABELA 12A</b>	Resumo da análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 4. ....	<b>68</b>
<b>TABELA 13A</b>	Resumo da análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 5. ....	<b>69</b>
<b>TABELA 14A</b>	Resumo da análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 6. ....	<b>69</b>
<b>TABELA 15A</b>	Resumo da análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 7. ....	<b>70</b>
<b>TABELA 16A</b>	Resumo da análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 8. ....	<b>70</b>

**TABELA 1A** Análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 1.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		DS	VTP	MACRO	MICRO	DMG
Pasto (P)	1	0,0041 ns	29,7977 ns	15,3480 ns	87,9175 *	0,0024 ns
Erro (a)	8	0,0056	9,8453	10,0514	14,3541	0,0117
Profundidade (Pr)	1	0,0110 ns	13,5581 ns	15,3561 ns	0,0559 ns	0,0200 ns
P x Pr	1	0,0024 ns	7,0833 ns	5,9284 ns	0,0513 ns	0,0309 ns
Erro (b)	8	0,0022	3,7361	15,8374	4,9624	0,0102
CV 1 (%)		5,84	6,25	21,17	10,76	2,26
CV 2 (%)		3,69	3,85	26,58	6,33	2,11

\*(P<0,05); ns-não significativo.

**TABELA 2A** Análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 2.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		DS	VTP	MACRO	MICRO	DMG
Pasto (P)	1	0,0065 ns	5,1140 ns	5,1485 ns	0,00005 ns	0,3693 *
Erro (a)	8	0,0029	3,7993	13,4638	6,71549	0,0267
Profundidade (Pr)	1	0,0039 ns	8,2486 ns	1,2519 ns	3,07343 ns	0,0654 ns
P x Pr	1	0,0082 ns	10,2662 ns	12,7397 ns	0,13340 ns	0,1089
Erro (b)	8	0,0027	3,9188	13,1769	5,04890	0,0422
CV 1 (%)		4,79	3,53	17,62	7,53	3,59
CV 2 (%)		4,63	3,58	17,43	6,53	4,51

\*(P<0,05); ns-não significativo.

**TABELA 3A** Análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 3.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		DS	VTP	MACRO	MICRO	DMG
Pasto (P)	1	0,0207 ns	23,0538 ns	3,2799 ns	8,9425 ns	0,0382 ns
Erro (a)	8	0,0069	12,4943	17,7334	8,8625	0,0131
Profundidade (Pr)	1	0,0852 *	89,1167 *	13,7555 ns	32,8471 *	0,0974 ns
P x Pr	1	0,0219 ns	26,4976 ns	58,3080 *	6,1926 ns	0,0672 ns
Erro (b)	8	0,0079	12,4849	10,1444	4,2757	0,0205
CV 1 (%)		6,96	6,74	28,25	7,93	2,41
CV 2 (%)		7,46	6,74	21,37	5,51	3,02

\*(P<0,05); ns-não significativo.

**TABELA 4A** Análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 4.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		DS	VTP	MACRO	MICRO	DMG
Pasto (P)	1	0,0103 ns	15,1691 ns	1,6688 ns	26,9008*	0,2960 **
Erro (a)	8	0,0036	7,0663	9,0648	3,0576	0,0243
Profundidade (Pr)	1	0,0000 ns	2,1436 ns	4,0070 ns	0,2891 ns	0,0492 ns
P x Pr	1	0,0282 **	51,9834 **	101,6590 *	8,2517 ns	0,0047 ns
Erro (b)	8	0,0020	3,8333	14,2348	3,8611	0,0303
CV 1 (%)		5,30	4,96	13,64	5,54	3,31
CV 2 (%)		3,91	3,65	17,09	6,23	3,70

\*(P<0,05); \*\* (P<0,01); ns-não significativo.

**TABELA 5A** Análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 5.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		DS	VTP	MACRO	MICRO	DMG
Pasto (P)	1	0,0088 ns	10,4194 ns	36,0273 ns	7,6969 ns	1,5165 ns
Erro (a)	8	0,0021	4,4485	8,5688	2,4166	1,3290
Profundidade (Pr)	1	0,0032 ns	20,3505 ns	45,4589 ns	4,9780 ns	0,9977 ns
P x Pr	1	0,0003 ns	0,3746 ns	0,4675 ns	0,0051 ns	0,9159 ns
Erro (b)	8	0,0046	6,6547	17,4649	4,1756	1,0031
CV 1 (%)		3,94	4,09	15,46	4,77	25,29
CV 2 (%)		5,76	5,01	22,07	6,27	21,97

\*(P<0,05); \*\* (P<0,01); ns-não significativo.

**TABELA 6A** Análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 6.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		DS	VTP	MACRO	MICRO	DMG
Pasto (P)	1	0,0005 ns	0,1002 ns	16,5543 ns	14,0777 *	0,1216 ns
Erro (a)	8	0,0074	16,7044	16,7162	2,3171	0,0531
Profundidade (Pr)	1	0,0001 ns	0,0250 ns	4,5501 ns	3,9003 ns	0,1712 *
P x Pr	1	0,0034 ns	5,4784 ns	10,8704 ns	0,9147 ns	0,1554 *
Erro (b)	8	0,0042	9,6785	11,7945	1,7651	0,0178
CV 1 (%)		6,47	8,86	25,72	5,03	4,92
CV 2 (%)		4,88	6,74	21,60	4,39	2,85

\*(P<0,05); ns-não significativo.

**TABELA 7A** Análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 7.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		DS	VTP	MACRO	MICRO	DMG
Pasto (P)	1	0,0041 ns	1,9361 ns	19,8556 ns	9,3916 ns	0,0174 ns
Erro (a)	8	0,0121	16,6428	27,7872	5,1436	0,0316
Profundidade (Pr)	1	0,0006 ns	2,4502 ns	61,6563 *	39,5243 **	0,0498 ns
P x Pr	1	0,0067 ns	10,7664 ns	31,7502 ns	5,5389 ns	0,0295 ns
Erro (b)	8	0,0021	4,8650	10,7610	2,2222	0,0328
CV 1 (%)		8,77	8,31	28,25	7,45	3,72
CV 2 (%)		3,70	4,49	17,58	4,90	3,79

\*(P<0,05); \*\* (P<0,01); ns-não significativo.

**TABELA 8A** Análise de variância da densidade do solo (DS), volume total de poros (VTP), macroporos (MACRO), microporos (MICRO) e diâmetro médio geométrico (DMG) da propriedade 8.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		DS	VTP	MACRO	MICRO	DMG
Pasto (P)	1	0,0153 ns	23,6722 ns	0,2413 ns	4,5710 ns	0,0047 ns
Erro (a)	8	0,0121	18,2108	34,5551	9,6642	0,0038
Profundidade (Pr)	1	0,00002 ns	1,5253 ns	108,9707 *	48,5485 *	0,0083 ns
P x Pr	1	0,0038 ns	10,5183 ns	5,7921 ns	62,1887 **	0,0073 ns
Erro (b)	8	0,0058	11,3014	13,1207	5,3542	0,0053
CV 1 (%)		8,15	9,31	38,78	9,97	1,28
CV 2 (%)		5,66	7,34	23,89	7,42	1,52

\*(P<0,05); \*\* (P<0,01); ns-não significativo.

**TABELA 9A** Análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 1.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		MS	PB	FDA	FDN	Prod
Pasto (P)	1	18,6248 ns	6,4093*	34,0853 ns	95,9421**	1209338,8993**
Corte (C)	1	4520,6516 **	13,4834 **	79,4876**	0,0825 ns	51819,5899 ns
P x C	1	6,7461 ns	0,3907 ns	7,5579 ns	4,4785 ns	101429,9435 ns
Resíduo	16	22,9754	0,7568	9,0089	10,6845	353884,4893
CV (%)		12,64	20,35	7,05	3,96	30,26

(P<0,05); \*\* (P<0,01); ns-não significativo.

**TABELA 10A** Análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 2.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		MS	PB	FDA	FDN	Prod
Pasto (P)	1	77,2119 ns	0,3904 ns	12,4862 ns	7,8841 ns	23376,169 ns
Corte (C)	1	4503,6907 **	6,6038 **	107,2822 **	7,1642 ns	4656,5972 ns
P x C	1	19,5130 ns	0,2961 ns	126,2827 **	33,8442 ns	56721,2081 ns
Resíduo	16	24,3395	0,1056	8,9468	17,8128	518946,6310
CV (%)		12,44	8,45	6,57	5,28	23,77

(P<0,05); \*\* (P<0,01); ns-não significativo.

**TABELA 11A** Análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 3.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		MS	PB	FDA	FDN	Prod
Pasto (P)	1	69,2120 *	9,0612 *	0,7039 ns	5,2390 ns	2057,6295 **
Corte (C)	1	471,9877 **	61,5548 **	36,1054 *	314,2809 **	10977,2315 ns
P x C	1	66,9706 *	13,6805 *	17,5921 ns	0,7751 ns	1208,0719 **
Resíduo	16	13,0045	1,9916	6,1101	8,2730	817153,9697
CV (%)		14,67	19,43	5,96	3,64	32,57

(P<0,05); \*\* (P<0,01); ns-não significativo.

**TABELA 12A** Análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 4.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		MS	PB	FDA	FDN	Prod
Pasto (P)	1	12,3751 ns	2,2481 ns	29,7382 *	1,4112 ns	199,7257 **
Corte (C)	1	6793,6076 **	0,00015 ns	133,8886 **	41,5270 **	735,7322 **
P x C	1	19,9572 ns	0,9459 ns	0,2251 ns	1,8785 ns	5907,3695 ns
Resíduo	16	11,1656	0,5183	4,1655	3,6348	148387,7018
CV (%)		7,70	17,56	4,37	2,30	26,90

(P<0,05); \*\* (P<0,01); ns-não significativo.

**TABELA 13A** Análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 5.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		MS	PB	FDA	FDN	Prod
Pasto (P)	1	22,0932 ns	26,3261 **	39,2050 *	3,6429 ns	704237,6898 *
Corte (C)	1	2934,2143 **	3,0061 *	168,2162 **	0,3532 ns	14481,5874 **
P x C	1	602,4550 ns	5,7329 **	65,4792 **	10,9181 ns	296731,6453 ns
Resíduo	16	192,0607	0,4756	5,7885	5,4486	85093,2902
CV (%)		34,24	14,03	5,58	2,95	44,50

(P<0,05); \*\* (P<0,01); ns-não significativo.

**TABELA 14A** Análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 6.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		MS	PB	FDA	FDN	Prod
Pasto (P)	1	211,3767 **	0,0535 ns	13,5918 ns	0,3032 ns	349,5772 **
Corte (C)	1	2813,3651 **	0,0054 ns	193,9131 **	241,4145 **	739,3800 **
P x C	1	591,5967 **	16,0595 **	124,6437 *	23,3601 *	221,8730 *
Resíduo	16	13,4053	0,6112	15,3027	5,1969	352783,1408
CV (%)		8,89	17,39	9,34	2,86	34,24

(P<0,05); \*\* (P<0,01); ns-não significativo.

**TABELA 15A** Análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 7.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		MS	PB	FDA	FDN	Prod
Pasto (P)	1	1,8066 ns	30,7363 **	22,5638 ns	64,5687 *	178,7906 *
Corte (C)	1	5361,617 **	193,7686 **	718,5235 **	26,5367 ns	561,5553 **
P x C	1	26,8621 ns	26,3785 **	107,8397 **	5,7477 ns	50365,0840 ns
Resíduo	16	6,2503	0,8297	11,9157	7,5884	347473,8885
CV (%)		6,99	13,51	8,24	3,55	43,21

(P<0,05); \*\* (P<0,01); ns-não significativo.

**TABELA 16A** Análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) da propriedade 8.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		MS	PB	FDA	FDN	Prod
Pasto (P)	1	8,0547 ns	1,1629 ns	5,1761 ns	6,5084 ns	221,4490 **
Corte (C)	1	3535,323 **	1,2070 ns	360,5957 **	189,9411 ns	272,8291 **
P x C	1	0,9837 ns	0,1495 ns	47,6657 *	33,0481 ns	158393,1587 ns
Resíduo	16	11,6374	1,2532	8,0616	53,4850	119791,8904
CV (%)		8,49	17,96	6,62	9,28	33,93

(P<0,05); \*\* (P<0,01); ns-não significativo.

