

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**EFEITO DA TEMPERATURA DE PRÉ-SECAGEM NA
DIGESTIBILIDADE E NOS FRACIONAMENTOS DA
PROTEÍNA E DO CARBOIDRATO EM GRAMÍNEAS
TROPICAIS**

AUGUSTO AYRES ARAÚJO DE OLIVEIRA

**CAMPO GRANDE
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
MAIO DE 2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**EFEITO DA TEMPERATURA DE PRÉ-SECAGEM NA
DIGESTIBILIDADE E NOS FRACIONAMENTOS DA
PROTEÍNA E DO CARBOIDRATO EM GRAMÍNEAS
TROPICAIS**

AUGUSTO AYRES ARAÚJO DE OLIVEIRA

**CAMPO GRANDE
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
MAIO DE 2006**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Coordenadoria de Biblioteca Central – UFMS, Campo Grande, MS, Brasil)

O48e Oliveira, Augusto Ayres Araújo de.
Efeito da temperatura de pré-secagem nos valores das frações de
proteínas e de carboidratos e na digestibilidade de gramíneas tropicais /
Augusto Ayres Araújo de Oliveira. -- Campo Grande, MS, 2006.
60 f. ; 30 cm.

Orientador: Valéria Pacheco Batista Euclides.
Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia.

1. Nutrição animal. 2. Plantas forrageiras - Nutrição. I. Euclides, Valéria
Pacheco Batista. II. Título.

Augusto Ayres Araújo de Oliveira

“Efeito da temperatura de pré-secagem na digestibilidade e nos fracionamentos da proteína e do carboidrato de gramíneas tropicais”.

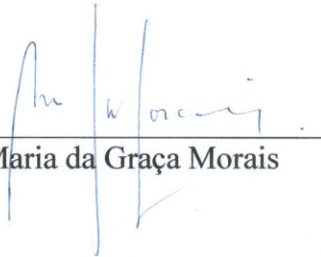
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Produção Animal

APROVADA: 26/05/2006



Dra. Valéria Pacheco Batista Euclides
Orientadora



Dra. Maria da Graça Moraes



Dr. Sergio Raposo de Medeiros

O Senhor é meu pastor e nada me faltará;
Em um lugar de campos me colocou e conduziu-me a uma aguada para saciar minha sede
Converteu a minha alma; levou-me por veredas de justiça, por amor do Seu nome
E ainda quando eu andar no meio da sombra da morte, não temerei males, pois Tu estás
comigo e o teu cajado, a tua orientação, são minha confiança.

Ao meu pai,

José Francisco de Oliveira (*in memoriam*)

e à minha mãe

Gertrudes Araújo de Oliveira,

dedico

AGRADECIMENTOS

À prof^a Dra. Maria da Graça Morais, responsável direta pela existência do curso de Mestrado em Ciência Animal da UFMS, exemplo de trabalho e perseverança.

À minha orientadora Dra. Valéria Pacheco Batista Euclides por ter me aceito como orientado e pelo apoio em horas difíceis.

Ao Dr. Sérgio Raposo de Medeiros pela confiança e inestimável contribuição para realização das análises laboratoriais.

Aos colegas de curso, muitos pais e mães de família, que com esforço, sacrifício pessoal e até desgaste financeiro levam a termo e viabilizam a existência do curso de Mestrado em Ciência Animal nesta fase inicial em que ele se encontra.

Ao químico Gustavo pela atenção dispensada quando dele precisava.

Aos bolsistas e funcionários da EMBRAPA Gado de Corte: Jean, Wellington, Valter, Joel, Benício, Beto, Aramis, “seu” Antenor, “seu” José Benites e Ana Paula “Boiadeira” pela contribuição na coleta e processamento das amostras.

Ao colega Tiago, pelo apoio e disposição em ajudar, e aos companheiros de laboratório: Fábio, Andréia, Jaqueline e Carol, pela convivência harmoniosa e ajuda sempre que possível.

Às estagiárias Juliane e Cristiane pela colaboração no experimento.

Principalmente, aos funcionários do laboratório de Nutrição da EMBRAPA: Josenilto, Laucídio, Ricardo e Sandra; e da UFMS: Antônio, pelos momentos alegres e ajuda na realização das análises.

À funcionária da secretaria do mestrado Marilete, por sua disposição de sempre bem atender e colaborar.

E, sobretudo, a Deus por me permitir concluir esta longa caminhada.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	v
1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Valor nutritivo das forrageiras.....	11
2.2 Composição química.....	11
2.3 Proteínas.....	12
2.4 Carboidratos.....	14
2.4.1 Carboidratos não-fibrosos.....	14
2.4.2 Carboidratos fibrosos.....	15
2.5 Lipídios.....	15
2.6 Fatores que afetam a qualidade das forragens.....	16
2.6.1 Diferenças entre espécies.....	16
2.6.2 Clima.....	16
2.6.3 Solos.....	17
2.6.4 Estádio de desenvolvimento e idade de corte.....	17
2.7 Digestibilidade e consumo voluntário.....	18
2.7.1 Digestibilidade.....	18
2.8 O modelo CNCPS.....	19
2.8.1 Análises bromatológicas pelo CNCPS.....	21
2.9 Reação de Maillard.....	26
3 REFERÊNCIAS.....	28
EFEITO DA TEMPERATURA DE PRÉ-SECAGEM NA DIGESTIBILIDADE E NOS FRACIONAMENTOS DA PROTEÍNA E DO CARBOIDRATO EM GRAMÍNEAS TROPICAIS.....	31
RESUMO.....	31
ABSTRACT.....	32
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAIS E MÉTODOS.....	35

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
CONCLUSÕES.....	56
LITERATURA CITADA.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

- CF – Carboidrato fibroso
- CNCPS – Cornell Net Carbohydrate and Protein System
- CNF – Carboidrato não-fibroso
- DIVMO – Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica
- FDA – Fibra em detergente ácido
- FDN – Fibra em detergente neutro
- Fração A carboidratos – Açúcares solúveis
- Fração B1 carboidratos – Amido
- Fração B2 carboidratos – Fração potencialmente degradável da parede celular
- Fração C carboidratos – Fração indegradável
- Fração A proteína – Nitrogênio não protéico
- Fração B1 proteína – Proteína verdadeira com taxa de degradação rápida
- Fração B2 proteína – Proteína com taxa de degradação média
- Fração B3 proteína – Proteína aderida à parede celular com taxa de degradação lenta
- Fração C proteína – Fração indegradável
- Fração A – Porção solúvel no rúmen
- Fração B – Porção potencialmente degradável no rúmen
- Fração C – Porção indegradável no rúmen
- LDA – Lignina em detergente ácido
- PIDA – Proteína insolúvel em detergente ácido
- PIDN – Proteína insolúvel em detergente neutro
- P. Sol. – Proteína solúvel (fração A + fração B1)
- MM – Matéria mineral
- MO – Matéria orgânica
- NNP – Nitrogênio não protéico
- PB – Proteína bruta
- PTCA – Valor de proteína após solubilização da amostra em ácido tricloroacético
- PTBF – Valor de proteína após solubilização da amostra em tampão de borato-fosfato

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

	Página
Tabela 1. Teores médios e erro padrão para proteína bruta (PB), proteína solúvel (P. Sol), nitrogênio não-protéico (NNP), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), lignina em detergente ácido (LDA), digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica (DIVMO) de amostras de <i>B. decumbens</i> e <i>B. brizantha</i> , submetidas à duas temperaturas de pré-secagem.....	38
Tabela 2. Valores médios e erro padrão das frações protéicas B1 e C e das frações carboidratos não-fibrosos (CNF), B2 e C de carboidratos submetidos a duas temperaturas de pré-secagem.....	39
Tabela 3. Teores médios e erro padrão para proteína indigestível em detergente ácido (PIDA), proteína solúvel (P. Sol.) e frações protéicas A, B2 e B3 de folhas, colmos e matéria morta, submetidos a duas temperaturas de pré-secagem.....	40
Tabela 4. Porcentagem de cada componente na amostra (%am.) e médias e erro padrão para teores de proteína bruta (PB), proteína solúvel (P. Sol.), nitrogênio não-protéico (NNP), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), lignina em detergente ácido (LDA), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ) de lâminas foliares, colmos e matéria morta de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu (Briz.), <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk (Dec.) e <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia (Tanz.).....	43
Tabela 5. Teores médios e erro padrão de proteína bruta (PB) e de carboidratos totais (CHT) e valores médios das frações de proteínas (A, B1, B2, B3 e C) e de carboidratos (CNF, B2 e C) de lâmina foliar, colmos e matéria morta de <i>Brachiaria brizantha</i> (Briz.), <i>Brachiaria decumbens</i> (Dec.) e <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia (Tanz.).....	45
Tabela 6. Médias e níveis de significâncias para proteína bruta (PB), proteína solúvel (P. Sol.), nitrogênio não-protéico (NNP), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), lignina em detergente ácido (LDA), digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica (DIVMO) de amostras de simulação de pastejo (SP) e estimativa da planta inteira por média ponderal dos componentes morfológicos de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu e <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	53

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

	Página
Tabela 7. Teores médios e erro padrão de proteína bruta (PB) e de carboidratos totais (CHT) e valores médios das frações de proteínas (A, B1, B2, B3 e C) e de carboidratos (CNF, B2 e C) de estimativa da planta inteira por média ponderal dos componentes morfológicos e de simulação de pastejo (SP) de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu e <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk decumbens.).....	55
Figura 1. Frações de proteínas (A, B1, B2, B3 e C) e de carboidratos (CNF, B2 e C) da planta inteira estimados pela média ponderal dos componentes morfológicos de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu (Briz.), <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk (Dec.) e <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia (Tanz.).....	49

1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Bovinos são utilizados para converter nutrientes de forragens e outras fontes em alimentos para humanos, sob as mais diversas condições ao redor do globo. Os objetivos de melhorar a nutrição bovina são aumentar a produtividade, reduzir o uso de recursos e proteger o ambiente (Beermann e Fox, 1998).

Com o surgimento e evolução do programa nutricional da Universidade de Cornell, o CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) (Sniffen et al., 1992; Russel et al., 1992), uma nova forma de se prever o desempenho de bovinos foi adotada. Até então, os programas de predição de desempenho eram estáticos, não levando em consideração os vários componentes do alimento com suas diferentes taxas de degradação ruminal e suas interações. O programa de Cornell, como é conhecido, tenta ser um sistema dinâmico, adotando taxas de passagem e taxas de degradações diferenciadas para cada fração da proteína e dos carboidratos.

O programa de Cornell, sendo um programa de simulação, tem duas funções: a primeira, seu objetivo principal, é prever o desempenho animal; a outra é indicar novas pesquisas em assuntos que ainda não estão bem definidos (Fox et al., 2003).

A determinação da composição bromatológica e da digestibilidade das frações que compõem a planta forrageira é de fundamental importância para a previsão do desempenho animal em sistemas de produção de bovinos (Balsalobre, 2002).

As tabelas de alimentos tropicais publicadas até agora não contém poucas informações da análise química usadas para estimar as frações dos alimentos. Estas frações são importantes para ser possível descrever mais acuradamente o alimento em cada situação única de produção (Tedeschi et al., 2002).

A maioria das técnicas analíticas utilizadas para análise bromatológica, requer que as amostras sejam desidratadas, sendo o método comumente empregado a pré-secagem em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de $60\pm 5^{\circ}\text{C}$ (AOAC, 1995). O incremento de temperatura pode promover reação de escurecimento não-enzimática, conhecida como reação de Maillard (Souza, 2003).

Para estudos relacionados à nutrição animal, as modificações induzidas pela reação de Maillard têm como principal consequência a redução do valor nutritivo das proteínas (Van Soest, 1994). Tal ocorrência deve afetar, portanto, os valores das frações dos alimentos analisados, devendo ser avaliado o grau de modificação nestas frações.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Valor nutritivo das forrageiras

As pastagens constituem a base da dieta dos ruminantes na grande maioria dos sistemas de produção das regiões tropicais. Na composição botânica destas pastagens, é encontrada uma ampla variação de espécies em sua grande maioria representadas por gramíneas e leguminosas, que podem ser nativas ou cultivadas, cujas qualidades nutritivas são muito variáveis (Vieira et al., 2000a).

Tais variações de qualidade ocorrem não somente entre gêneros, espécies ou cultivares, mas também, com as diferentes partes das plantas, estágio de maturidade, fertilidade do solo e com as condições climáticas. A eficiência de utilização destas plantas forrageiras pelos animais está na dependência de vários fatores, entre os quais podemos citar como mais significativos, a qualidade e a quantidade de forragem disponível na pastagem e o potencial do animal. Quando a disponibilidade de forragem e o potencial animal não são limitantes, a qualidade da pastagem é definida pela produção do animal, estando diretamente relacionada com o consumo voluntário e com a disponibilidade dos nutrientes contidos na mesma (Norton, s.d.).

2.2 - Composição química

Forragens de alta qualidade, devem fornecer energia, proteína, minerais e vitaminas, para atender as exigências dos animais em pastejo. A distribuição dos diversos componentes químicos nas plantas, variam nos diferentes tecidos e órgãos, em razão de especificidade da organização física das células vegetais. Entretanto, de um modo geral, os principais constituintes químicos das plantas forrageiras, podem ser divididos em duas grandes categorias: aqueles que compõem a estrutura da parede celular, que são de mais baixa disponibilidade no processo de fermentação, e aqueles contidos no conteúdo celular, de maior absorção. Os componentes do conteúdo celular, envolvem substâncias solúveis em água ou levemente solúveis em água, tais como: amido, lipídios e algumas proteínas que são digeridas tanto por enzimas de microorganismos, quanto por aquelas secretadas pelo aparelho digestivo dos animais. Já os componentes da estrutura da parede celular incluem em sua maior parte carboidratos que são totalmente dependentes da atividade enzimática dos microorganismos ruminais (Van Soest, 1994).

Para a determinação da composição química das espécies forrageiras, são utilizados basicamente dois métodos de análise, que são a análise proximal de Weende e o método de Van

Soest. No método de análise aproximativa de Weende, são determinados seis grandes componentes químicos das plantas que são: proteína bruta, extrato etéreo, extrato não nitrogenado, fibra bruta, matéria mineral ou cinzas e matéria seca. A concentração de matéria seca definitiva é determinada por secagem da amostra da forragem em estufa a 105° C, e a matéria mineral se constitui no resíduo da amostra obtido após combustão em mufla a 600°C. A proteína bruta é obtida pelo método de Kjeldahl, onde se determinam os teores de nitrogênio da amostra e se multiplica pelo fator 6,25, admitindo-se que a grande maioria das proteínas possuem 16% de nitrogênio na sua composição elementar. O extrato etéreo envolve, principalmente, as substâncias de natureza lipídica, extraídos dos alimentos pelo uso de solventes orgânicos como o éter. A fibra bruta, é a porção da matéria orgânica insolúvel em ácidos e álcali. O extrato não nitrogenado é obtido, subtraindo-se de 100 os níveis percentuais dos demais componentes (Silva, 1981).

O método de Van Soest, de determinação da qualidade das forrageiras, é baseado na separação das diversas frações dos carboidratos estruturais das plantas, por meio de reagentes específicos, denominados detergentes. Por meio de detergente neutro, é possível separar o conteúdo celular (parte da forragem solúvel em detergente neutro), que se constitui basicamente de proteínas, gordura, carboidratos solúveis, pectina e outros compostos solúveis em água, da parede celular, que se constitui na fibra em detergente neutro (FDN). O uso de detergente ácido, solubiliza o conteúdo celular e a hemicelulose, além de grande parte da proteína insolúvel, obtendo-se um resíduo insolúvel em detergente ácido, denominado fibra em detergente ácido (FDA), constituída pela fração de celulose e lignina. O tratamento do resíduo de FDA com solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄ 72%) ou permanganato, promove a solubilização da celulose, permitindo a determinação desta assim como da lignina. O método de Van Soest para a determinação da fibra tem sido o mais utilizado devido à maior acurácia na definição das proporções de carboidratos não-fibrosos (Silva, 1981).

2.3 - Proteínas

A proteína bruta (PB) das plantas forrageiras inclui tanto a proteína verdadeira quanto o nitrogênio não protéico (NNP). A proteína verdadeira dependendo da maturidade da planta, pode representar até 70% da PB nas forragens verdes, 60% da PB do feno, e em menores proporções no caso da silagem. O NNP inclui substâncias tais como glutamina, ácido glutâmico, asparagina,

ácido aspártico, ácido gama-amino-butírico, ácidos nucléicos e pequenas quantidades de outras substâncias nitrogenadas tais como o próprio nitrato, que se constitui em componente cuja presença em níveis elevados nas forrageiras, requer especial atenção, em virtude dos seus efeitos tóxicos sobre os ruminantes. Existe ainda, uma pequena proporção de NNP que é insolúvel, pois está associada a lignina na parede celular, sendo de baixa disponibilidade no processo digestivo dos animais, e que representa cerca de 5 a 10 % do nitrogênio da maioria das forragens. A proteína verdadeira e o NNP são normalmente de elevada disponibilidade, assim como a qualidade da proteína verdadeira nas folhas mostra-se bastante elevadas (Heath et al., 1985).

Segundo Minson (1990), as gramíneas de clima tropical possuem teores de proteína bruta inferiores ao das espécies de clima temperado. Grande parte destas gramíneas, apresentam teores de PB inferiores a 100g/Kg de MS, que pode ser insatisfatório para o atendimento das exigências de alguns níveis de produção de leite e crescimento. O baixo nível de PB verificado nas gramíneas de clima tropical, é devido à via fotossintética C4, altas proporções de colmo, e de feixes vasculares das folhas. Por outro lado, as leguminosas com anatomia foliar típica das espécies C3, apresentam teores protéicos mais elevados, girando em torno de 166g/Kg de MS, sendo por este motivo, frequentemente, recomendadas para a formação de consórcios com gramíneas tropicais, visando entre outras, o aumento da disponibilidade de proteína bruta para os animais em pastejo.

A maior concentração de proteínas ocorre nas folhas, sendo de alto valor biológico, e de composição aminoacídica de elevada qualidade, variando muito pouco entre as espécies, e não se alterando significativamente, nem com o declínio dos teores de PB devido à maturidade, nem com o aumento da PB em razão da aplicação de adubação nitrogenada. As proteínas das folhas são relativamente ricas em lisina, mas pobres em metionina e isoleucina, embora este aspecto qualitativo seja considerado de pouca importância para ruminantes, em virtude da intensa degradação protéica e síntese ruminal por meio da atividade microbiana (Norton, s.d.).

O grau de degradabilidade ruminal da PB pode ser variável entre as diferentes espécies forrageiras, o que se refletirá sobre a disponibilidade de compostos nitrogenados ruminal para síntese microbiana, e de aminoácidos no intestino, provenientes da fração protéica dietética não degradada no rúmen. A presença de tanino nas leguminosas, reduz a degradação ruminal das proteínas, aumentando a quantidade de aminoácidos absorvidos no intestino, o que pode ser um aspecto interessante para a melhoria da qualidade da dieta de animais de elevada produção. Leguminosas ricas em tanino como o *Desmodium spp*, possuem baixa proporção de proteínas degradáveis no rúmen, o que aumenta a proporção de aminoácidos da dieta disponível no

intestino, proporcionando elevadas taxas de ganhos de peso. Por outro lado, altos níveis de tanino nas forragens pode reduzir o consumo voluntário e conseqüentemente deprimir a produção animal (Minson, 1990).

As concentrações protéicas nas espécies forrageiras são maiores nos estádios vegetativos iniciais da planta e declinam à medida que atingem a maturidade. O conteúdo de proteína na maturidade está em função de diferenças entre espécies, nível inicial de proteína na planta, e das proporções de caule e folha da planta a esta idade. Algumas espécies mantém elevados valores protéicos durante o desenvolvimento mas, invariavelmente, declinam com o florescimento. Este declínio mostra-se mais lento para as leguminosas que para as gramíneas, possivelmente, em razão do suprimento contínuo de nitrogênio proporcionado na fixação biológica do nitrogênio pelas bactérias do gênero *Rhizobium* (Norton, s.d.).

2.4 - Carboidratos

Os carboidratos são os principais constituintes das plantas, envolvendo 50 a 80 % da MS das forrageiras e cereais. As características nutritivas dos carboidratos das forrageiras, depende dos glicídios que os compõem, das ligações estabelecidas entre eles e de outros fatores de natureza físico-química. Assim, os carboidratos das plantas podem ser agrupados em duas grandes categorias conforme a sua menor ou maior degradabilidade, em estruturais e não-estruturais respectivamente (Van Soest, 1994).

Incluem nos grupos dos carboidratos não-estruturais, os do conteúdo celular tais como glicose e frutose, e os de reserva das plantas, como o amido, a sacarose e as frutanas. Os carboidratos estruturais, incluem aqueles encontrados, normalmente, na parede celular, representados principalmente pela hemicelulose e celulose, que são os mais importantes na determinação da qualidade nutritiva das forragens (Van Soest, 1994).

2.4.1 - Carboidratos não-fibrosos

A acumulação de carboidratos não-fibrosos ou solúveis nos tecidos das plantas ocorre quando, a taxa de formação de glicose, durante o processo fotossintético excede a quantidade necessária ao crescimento e respiração. Quantitativamente o carboidrato não estrutural mais importante dos alimentos é o amido, entretanto, seus níveis nas partes aéreas das forragens são muito reduzidos. Contrariamente ao que ocorre com gramíneas e leguminosas de clima temperado, que acumulam, principalmente, sacarose e frutanas e em menor proporção amido, especialmente no caule, as espécies de clima tropical, acumulam, principalmente, amido e

sacarose encontrados tanto nas folhas quanto nos caules. O amido acumulado por estas espécies, apresenta-se com solubilidade bem mais reduzida, que por exemplo o amido acumulado nas raízes e sementes, devido ao elevado conteúdo de amilopectina. Quantitativamente esse acúmulo de amido e demais carboidratos não estruturais na parte aérea de gramíneas e leguminosas tropicais, mostram-se insignificante para a maioria das espécies (Norton, s.d.).

2.4.2 - Carboidratos fibrosos

A natureza e concentração dos carboidratos fibrosos da parede celular são os principais determinantes da qualidade da forragem. A parede celular pode constituir de 30 a 80 % da MS da planta forrageira, onde os mais importantes carboidratos encontrados são a celulose, a hemicelulose e a pectina. Além disto, podem constituir da parede celular componentes químicos de natureza diversa dos carboidratos, tais como tanino, proteína, e lignina. A lignina se constitui em um polímero fenólico que associa-se aos carboidratos estruturais, celulose e hemicelulose, durante o processo de formação da parede celular, alterando significativamente a digestibilidade destes carboidratos das forragens (Norton, s.d.).

Forrageiras de clima tropical, em relação às espécies de clima temperado, são caracterizadas por apresentarem baixos teores de carboidratos solúveis, e pela elevada proporção de parede celular, conseqüentemente, de carboidratos estruturais. O elevado conteúdo de parede celular das gramíneas tropicais está associado a aspectos de natureza anatômica das espécies em razão da alta proporção de tecido vascular característicos das plantas C4 (Van Soest, 1994).

Os níveis de carboidratos estruturais são bem mais elevados em gramíneas do que em leguminosas, e no caule do que nas folhas. Com o avanço da maturidade verificam-se aumentos nos teores de carboidratos estruturais e redução nos carboidratos de reserva o que depende em grande parte das proporções de caule e folhas. Isso se reflete na digestibilidade da forragem, que declina de maneira mais drástica para as gramíneas do que para as leguminosas (Van Soest, 1994).

2.5 - Lipídios

Os lipídios, quantitativamente, importantes nas forragens incluem principalmente os triglicerídeos e os glicolipídios. Além destes, outras substâncias solúveis em éter, tais como ceras, pigmentos, alguns ácidos orgânicos e óleos essenciais, são encontrados em quantidades bastante reduzidas, entretanto, poderão apresentar algum efeito sobre as características de palatabilidade

das plantas. Nutricionalmente, glicolipídios e triglicerídeos são importantes fontes de energia para os animais (Heath et al., 1985).

Os níveis de lipídeos nas forrageiras tropicais são muito reduzidos, raramente excedendo 60 g/Kg de MS, e os galactolipídios constituem cerca de 60 % desta fração. O ácido linolênico é o principal ácido graxo encontrado nos lipídeos das forrageiras, representando de 60 a 75 % do total, seguido pelos ácidos linoleico e palmítico. As folhas são relativamente mais ricas que os caules em galactolipídios e triglicerídeos, já as sementes mostram-se bastante ricas especialmente em triglicerídeos, onde estes servirão de fonte energética condensada para a germinação (McDonald et al., 1995).

2.6 – Fatores que afetam a qualidade das forragens

2.6.1 - Diferenças entre espécies

Espécies forrageiras diferentes crescendo sob mesmas condições ambientais apresentam características nutritivas diferentes (Van Soest, 1994). As variações na composição química entre as espécies, são resultado da diversidade genética das plantas.

Leguminosas tropicais, apresentam-se mais ricas em PB, cálcio e fósforo que as gramíneas, o que explica em parte, o seu valor nutritivo mais elevado. As leguminosas quer sejam de clima tropical ou temperado apresentam teores protéicos similares, ao passo que as gramíneas de clima tropical, demonstram valores protéicos inferiores às de clima temperado. Raramente são registrados em gramíneas de clima tropical, níveis de parede celular, inferiores a 55 % e, valores de 65 % são comuns em plantas colhidas em estágio vegetativo, e de 75 a 80 % naquelas em estágio avançado de maturidade. Comparativamente, gramíneas de clima temperado mostram teores variando de 34 a 73 % (Minson, 1990).

2.6.2 - Clima

Os fatores de natureza climática que mais influenciam a composição bromatológica das forrageiras são: a temperatura, a luminosidade e a umidade.

Segundo Van Soest (1994) elevadas temperaturas, que são características marcantes das condições tropicais, promovem rápida lignificação da parede celular, acelerando a atividade metabólica das células, o que resulta em decréscimo do pool de metabólitos no conteúdo celular, além de promover a rápida conversão dos produtos fotossintéticos em componentes da parede celular. São verificadas reduções nas concentrações de lipídios, proteínas e carboidratos solúveis,

e aumento nos teores de carboidratos estruturais de maneira generalizada nas espécies forrageiras, tendo como consequência, a redução sensível dos níveis de digestibilidade. Os efeitos da temperatura são mais acentuados em gramíneas do que em leguminosas em razão da alta taxa de crescimento típica das espécies C4.

A luminosidade garante o processo fotossintético e, conseqüentemente a síntese de açúcares e ácidos orgânicos, deste modo, independente da temperatura, a luminosidade promove elevação nos teores de açúcares solúveis, aminoácidos e ácidos orgânicos, com redução paralela nos teores de parede celular, aumentando assim a digestibilidade (Heath et al., 1985). Entretanto, os efeitos das altas temperaturas são, em geral, mais decisivos sobre a qualidade da pastagem.

Os efeitos da umidade sobre as plantas forrageiras, são bastante variáveis. Severas restrições hídricas, promovem paralisação do crescimento e morte da parte aérea da planta o que limitará a produção animal, tanto em razão da baixa qualidade quanto da disponibilidade da forragem. Por outro lado, deficiências hídricas suaves, reduzem a velocidade de crescimento das plantas, retardando a formação de caules, o que resulta em plantas com maiores proporções de folhas e conteúdo de nutrientes potencialmente digestíveis. Este efeito é particularmente verificado em gramíneas, uma vez que as leguminosas tendem a perder os folíolos com relativa facilidade mesmo sob déficit hídrico moderado o que reduz consideravelmente o seu valor nutritivo. Déficit hídrico moderado embora produza melhoria de digestibilidade em gramíneas, promove normalmente alguma redução de produtividade, além de eventualmente, tornar mais pronunciado os efeitos tóxicos de alcalóides e glicosídeos cianogênicos que possam estar presentes em algumas espécies forrageiras (Van Soest, 1994).

2.6.3 - Solos

Os efeitos do solo sobre as forragens podem ser avaliados sob dois aspectos: o da acumulação de minerais nas plantas, e da influência dos minerais no rendimento, composição e digestibilidade da matéria orgânica da forragens. Plantas crescendo sob diferentes solos apresentam diferentes concentrações minerais que alteram sua composição e crescimento (Van Soest, 1994).

O nível de fertilidade do solo e a prática da adubação influem na composição química da planta especialmente nos teores de PB, fósforo e potássio e conseqüentemente sobre a digestibilidade e consumo da forragem. Estes efeitos são mais marcantes sobre o rendimento de matéria seca da pastagem e menos sobre o valor nutritivo e composição da forragem (Reis et al., 1993).

2.6.4 - Estádio de desenvolvimento e idade de corte

O estágio de desenvolvimento da planta apresenta ampla relação com a composição química e digestibilidade das forrageiras. Com o crescimento das forrageiras, ocorrem aumento nos teores de carboidratos estruturais e lignina, e redução no conteúdo celular, o que invariavelmente proporcionará redução na digestibilidade. São alteradas as estruturas das plantas com elevação da relação caule:folha, onde as plantas mais velhas apresentam maiores proporções de caule que de folhas, tendo portanto, reduzido o seu conteúdo em nutrientes potencialmente digestíveis (Reis et al., 1993).

O processo de maturação que é acompanhado pela redução do valor nutritivo, pode ser acelerado pela luminosidade, temperatura, e umidade, podendo ser por outro lado, retardado pelo corte ou pastejo. Contudo, as características genótípicas de cada espécie deve ser considerada, e em geral, o declínio do valor nutritivo com o avançar do desenvolvimento é mais drástico em gramíneas que em leguminosas, mesmo crescendo sobre condições semelhantes (Van Soest, 1994).

A época da colheita da forragem quer seja pelo corte ou pastejo, deve estar relacionada ao estágio de desenvolvimento da planta e conseqüentemente ao seu valor nutritivo. Colheitas de plantas mais velhas implica na colheita de alimento com baixa proporção de carboidratos solúveis e de baixa digestibilidade, devido ao aumento da relação caule:folha, que parece ser o principal fator de perda de qualidade da planta com a maturação (Corsi, 1990).

2.7 - Digestibilidade e consumo voluntário

Os baixos níveis de produção animal em pastagens tropicais, tem sido associado com a baixa qualidade da forragem disponível em termos de consumo voluntário e digestibilidade. As interações de características químicas e físicas da forragem, com mecanismos de digestão, metabolismo e consumo voluntário, determinam o consumo de energia digestível e o desempenho animal (Rodrigues, 1986).

Cerca de 60% a 90% das variações observadas na qualidade potencial entre forrageiras são atribuídas às diferenças em consumo, enquanto 10% a 40% são resultantes de diferenças em digestibilidades dos nutrientes (Mertens, 1993).

2.7.1 - Digestibilidade

A digestibilidade é a medida da proporção do alimento consumido que é digerido pelo animal. A princípio, a digestibilidade potencial de todos os componentes da planta, exceto a lignina é de 100%, contudo, a digestão completa nunca acontece devido às incrustações de hemicelulose e celulose pela lignina, que tem efeito protetor contra a ação dos microorganismos do rúmen. A digestibilidade pode ser determinada por métodos "*in vivo*" ou "*in situ*" e "*in vitro*". O método *in vitro*, em razão dos custos mais reduzidos, rapidez, e boa correlação com o método *in vivo*, tem sido bastante utilizado para a avaliação inicial de forragens (Perez, 1997).

Segundo Geus (1979), as gramíneas de clima tropical são em média 13% menos digestíveis que as espécies de clima temperado. Assim, enquanto que a maioria dos capins de clima temperado tem digestibilidade superior a 65%, poucas espécies tropicais atingem este patamar.

A digestibilidade das espécies tropicais diminui de forma contínua com o avançar do desenvolvimento, e as espécies com digestibilidades iniciais mais altas, declinam a digestibilidade a taxas mais acentuadas que aquelas com digestibilidade inicial mais baixa. As espécies que conservam a digestibilidade em patamares maiores por mais tempo, são mais interessantes para a produção animal. Espécies dos gêneros *Brachiaria*, *Setaria* e *Digitaria*, em geral mostram taxas de declínio mais lento, se comparadas com espécies dos gêneros *Panicum*, *Chloris* e *Hypparrhenia* (Rodrigues, 1986).

2.8 - O Modelo CNCPS

O sistema de Weende para análise proximal foi utilizado por mais de 150 anos para estimar o valor nutritivo dos alimentos. Entretanto, este sistema não pode ser usado para prever mecanicamente o crescimento microbiano, porque a fibra bruta não representa toda a fibra dietética, o extrato não-nitrogenado (ENN) não representa acuradamente os carboidratos não-fibrosos e a proteína precisa ser descrita por frações relacionadas com as suas características de degradação ruminal (Fox et al., 2003).

O conteúdo em energia metabolizável de um alimento é utilizado no sistema Agricultural and Food Research Council - AFRC (1993) para estimar o crescimento microbiano e, conseqüentemente, a contribuição da proteína microbiana em aminoácidos para o hospedeiro. Já no sistema National Research Council - NRC (1989) o teor em nutrientes digestíveis totais (NDT) é utilizado para calcular a eficiência de crescimento microbiano. Entretanto, nestes sistemas, não são consideradas as inter-relações dinâmicas do ecossistema ruminal (Russel et al., 1992).

Pensando nisso, em 1992 cientistas da Universidade de Cornell lançaram o CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System), o qual baseia-se no fracionamento dos carboidratos e proteínas e no modo diferenciado como os microrganismos ruminais fazem uso destes compostos, sendo levadas em consideração as diferenças quanto à utilização dos carboidratos para manutenção e crescimento, quanto à utilização e natureza dos compostos nitrogenados consumidos e quanto à sincronização entre a disponibilidade de energia e nitrogênio para maximização do crescimento microbiano no rúmen (Russel et al., 1992; Sniffen et al., 1992).

Neste sistema, os carboidratos são classificados em não-fibrosos (CNF), que compreendem as frações A (açúcares) e B1 (amido e compostos solúveis), e fibrosos (CF), constituídos pelas frações B2 e C, que correspondem às frações potencialmente degradável e indegradável da fibra em detergente neutro da fibra em detergente ácido do alimento (Sniffen et al., 1992; Van Soest, 1994).

Semelhantemente, as proteínas são classificadas em porções A, B1, B2, B3 e C. A fração A (NNP) é a percentagem de PB, que é instantaneamente solubilizada no tempo zero. A fração C, determinada quimicamente, é a percentagem total da PB recuperada na FDA (PIDA), é considerada não-degradável e contém proteínas associadas com lignina e taninos e proteínas danificados pelo calor, como os produtos da reação de Maillard (Sniffen et al, 1992). As frações B1, B2 e B3 representam a proteína verdadeira potencialmente degradada. A B1 é a fração rapidamente degradada no rúmen, a B2 tem taxa de degradação intermediária e a B3 é lentamente degradada no rúmen.

Segundo Fox et al. (2003) as melhoras adicionais na eficiência de produção de bovinos serão resultantes do uso de modelos para predição dos requerimentos nutricionais e utilização de alimentos em vários sistemas de produção. Predições acuradas do suprimento e dos requerimentos de nutrientes, associadas com descrições cuidadosas do animal e do ambiente onde este é manejado, permitem ao nutricionista identificar mais fontes de variação na performance do gado do que abordagens menos detalhadas de formulação de rações.

Conhecendo melhor o que causa flutuações na produção, será menor a necessidade de fatores de segurança nutricional caros e, geralmente, prejudiciais ao ambiente. Dados de Wang et al. (1999) e Hutson et al. (1998), citados por Fox et al. (2003) indicam que o excesso de nutrientes em propriedades leiteiras pode impactar a qualidade da água. O Sistema Cornell de Carboidratos e Proteínas “Líquidos” - Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS)

foi desenvolvido para prever requerimentos, utilização de alimentos e excreção de nutrientes para gado leiteiro e de corte em sistemas de produção específicos.

Este modelo integra o conhecimento dos requerimentos dos bovinos que sejam influenciados por tipo genético, tamanho do animal, nível de produção e ambiente, acrescido com os conhecimentos sobre composição dos alimentos, digestão e metabolismo dos nutrientes fornecidos para atender os requerimentos específicos dos animais (Fox et al., 2003).

Este sistema de avaliação de alimentos e balanceamento de dietas representou uma revolução dentro da nutrição de ruminantes, uma vez, que pela primeira vez, estava-se pensando a avaliação dos alimentos considerando o mecanismo de aproveitamento dos mesmos pelos animais (Fernandes et al., 2003b).

2.8.1 - Análises bromatológicas pelo CNCPS

Malafaia et al. (1997) avaliaram algumas gramíneas tais como: *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, tifton 85, capim-elefante, capim-gordura e soja perene, além de algumas silagens e concentrados. Eles notaram que as *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*, embora tenham semelhante valor de PB, se diferem quando avaliadas quanto ao seu fracionamento. O teor de nitrogênio não-protéico da *B. decumbens* foi, aproximadamente, três vezes maior ao observado na *B. brizantha*. Este aspecto pode resultar em perdas nitrogenadas ruminais, especialmente se não houver na dieta, adequado suprimento de carboidratos solúveis. Entretanto, 27,23% da proteína bruta (fração C) contida na *B. brizantha* não seria digerida no trato gastrointestinal, enquanto na *Brachiaria decumbens* esta fração foi de 11,66%.

Segundo o mesmo autor, o percentual de PB da silagem de milho e do capim-elefante foram semelhantes. Contudo ao analisar as frações nitrogenadas, foi observado que a fração B1 da silagem de milho foi aproximadamente 15 vezes maior, indicando que mais nitrogênio solúvel dos seus peptídeos e da proteína solúvel estarão disponíveis no rúmen. A biomassa de bactéria ruminais que utiliza carboidratos não-estruturais pode ser aumentada em até 18,7% quando ocorre adequada disponibilidade da fração B1 no rúmen (Russel et al, 1992). Isto pode favorecer a utilização de concentrados em dietas contendo silagem de milho, uma vez que os concentrados forneceriam energia, auxiliando assim na redução das perdas nitrogenadas.

Os teores de PB dos farelos de algodão e de soja foram similares. Comparando as frações nitrogenadas, a fração B1 do farelo de soja foi aproximadamente 4,6 vezes maior, enquanto a fração B3 foi quase oito vezes menor. Dessa forma, o farelo de soja pode ser utilizado para atender à exigência de peptídeos dos microorganismos ruminais que utilizam carboidratos não-

estruturais. Em contrapartida, o farelo de algodão que apresentou 79,29% de seu conteúdo protéico como sendo B2+B3 pode ser utilizado para propiciar maior aporte de nitrogênio protéico nos intestinos (Malafaia et al., 1997).

A fração B1 no sorgo foi 3,3 vezes maior que a do milho, enquanto a fração B2 do milho foi aproximadamente 31% maior (Malafaia et al., 1997). O valor obtido para a fração B2 do grão de milho foi de 7,81%, enquanto o valor obtido por Pereira et al. (1995) foi de 8,3% e o descrito pelo sistema de Cornell, 10%. O farelo de trigo apresentou quase um terço de seu conteúdo protéico sob a forma de nitrogênio não-protéico e dentre os concentrados, é o alimento que possui o menor valor para a fração B2 (Malafaia et al., 1997). Os resultados encontrados para as frações nitrogenadas do farelo de trigo assemelham-se aos descritos por Snnifen et al. (1992) e Van Soest (1994).

Dos resultados obtidos por Malafaia et al. (1997), pode-se concluir que rações isoprotéicas podem resultar em predições errôneas sobre o desempenho animal, se os alimentos utilizados possuem diferenças quantitativas nas sub-frações e em suas taxas de degradação.

Cabral et al. (2000) realizou o fracionamento de capim-elefante, obtidos em duas idades de corte (42 e 63 dias de rebrota), do capim-tifton 85, em duas alturas de corte, de silagens de milho e de sorgo, fenos de coast-cross e alfafa e de cana-de-açúcar. O capim-elefante apresentou uma pequena alteração nas frações de carboidratos, com o avanço da idade de corte, em ambas as estações, aumentando a sub-fração C e reduzindo a sub-fração B2.

O avanço da idade de corte do capim Tifton 85 implicou em redução da porcentagem de PB em 32%, ligeiro aumento dos carboidratos totais, incremento da fração C em 17% e redução dos CNF em 19%. Segundo Cabral et al. (2000) a alteração da fração C, com o avanço da idade, pode ser em parte atribuída ao aumento da concentração de lignina na FDN em 23%.

Apesar da silagem de sorgo apresentar maior concentração de lignina na FDN, ela apresentou concentração 21% menor da sub-fração C que a silagem de milho. A sub-fração B2 das duas silagens apresentaram valores bem próximos, entretanto quando se observaram os CNF, foi observado que a silagem de sorgo possuía esta 46% CNF que a silagem de milho (Cabral et al., 2000).

Comparando os fenos, Cabral et al. (2000) observaram os seguintes resultados, o feno de alfafa apresentou cerca de 80% mais PB que o feno de capim *coast-cross* e menor concentração de FDN, por conseguinte, concentração de CNF duas vezes maior, o que permite a alfafa ser classificada como um volumoso de alta qualidade. Estas forragens foram semelhantes quanto à proporção da fração C, entretanto, o feno de capim *coast-cross* possui 17% a mais desta fração.

Estes autores ainda observaram que a cana-de-açúcar contrastou com os demais alimentos, por possuir baixo percentual de PB, maiores frações de C e de CNF e a menor fração B2. A elevada fração C pode ser atribuída à elevada concentração de lignina em sua FDN, e a elevada fração CNF, principalmente, à alta concentração de açúcares solúveis em seu colmo.

A maior percentagem de fração C encontrada no capim-elefante, silagem de milho e na cana-de-açúcar em relação aos demais alimentos pode ser atribuída à elevada proporção de colmos nestas gramíneas.

A cana-de-açúcar, o feno de alfafa e a silagem de sorgo destacaram-se pela elevada fração CNF, sendo, portanto, boas fontes de energia para o crescimento dos microorganismos que utilizam carboidratos não-fibrosos. Dessa forma, seria benéfica a inclusão de fontes protéicas de rápida e média degradação no rúmen, quando estes alimentos compuserem a dieta, objetivando a sincronização da liberação de energia e N (Nocek e Russel, 1988).

Ainda no trabalho de Cabral et al. (2000), os capins elefantes e tifton 85 apresentaram-se como os de maior fração B2, ou seja, fibra potencialmente digestível e, dessa forma, dietas à base destas gramíneas suportam melhor o crescimento de microorganismos que utilizam carboidratos fibrosos. Portanto a utilização dietética de N não protéico ou fontes protéicas de lenta degradação no rúmen seriam desejáveis.

Vieira et al. (2000b) conduziram um estudo com animais fistulados no esôfago e mantidos em pastagens naturais da zona da mata mineira os quais tiveram a extrusa submetida a análise para fracionamento, tanto na estação seca quanto na estação chuvosa do ano. Eles observaram que os carboidratos não-fibrosos compreenderam apenas 15% dos carboidratos totais (CT), na estação chuvosa, e 12,5%, durante a estação seca. A proporção de CNF (% dos CT) diminuiu significativamente entre as duas estações, no entanto, a disponibilidade, ou seja, a quantidade de CNF (g kg⁻¹ MS) não foi alterada entre estações e tampouco entre períodos dentro de estações.

Tal fato reflete a grande importância dos carboidratos estruturais, particularmente de sua fração potencialmente degradável, como fonte de energia para os animais a pasto. Ainda, foram detectadas reduções significativas tanto nas proporções quanto nos teores das classes A e B2, sem haver, no entanto, alteração em ambas as variáveis para a fração B1, a qual é constituída de amido e compostos fibrosos solúveis em solução detergente neutra (Van Soest et al., 1991) e não sofreu alteração com a mudança da estação chuvosa para a estação seca.

Assim como para o teor de PB, pode-se observar que os teores das frações B2 e B3 diminuíram significativamente. Tal fato representa menor suprimento de isoácidos, exigidos

pelos microrganismos do rúmen (Russel et al., 1992) e, concomitantemente, menor escape de proteína verdadeira potencialmente digerível para o intestino.

Ainda no trabalho de Vieira et al (2000a) no que se refere às proporções de cada fração em relação à proteína bruta, observou-se que a fração B2 foi a única que não sofreu alteração significativa entre as estações. O fato da combinação das frações A e B1 ter sido diferente entre as estações pode ser atribuído à maior proporção que o nitrogênio contido na saliva representou no teor de nitrogênio total da extrusa, durante a seca.

Houve redução significativa na proporção de B3 e na combinação dos percentuais de B3 e C, entre estações, embora tenha ocorrido aumento no percentual de C.

Barcelos et al. (2001) fizeram o fracionamento de três cultivares de café armazenados por cinco diferentes períodos. Neste experimento houve aumento nos teores dos açúcares, à medida que aumentou o tempo de armazenamento. Esse aumento foi de 47,5% ao longo dos 360 dias de armazenamento.

A fração B1 da casca e polpa desidratada de café das cultivares aumentou ($P < 0,01$) com o tempo de armazenamento. A fração B2 decresceu ($P < 0,03$) com o tempo de armazenamento. Essa redução representou 3,7% da fração em 360 dias de armazenamento. A fração C da casca e polpa de café sofreu efeito do período de armazenamento ($P < 0,01$). A fração indisponível reduziu em 7,5% no decorrer dos 360 dias de armazenamento.

A exemplo da fração B2, a fração C pode ter sofrido decomposição natural da parede celular indisponível, ao longo do armazenamento e, com isso, contribuir para o aumento da fração A, de maior solubilidade. A cultivar Mundo Novo apresentou maior teor de carboidratos de degradabilidade lenta (B2) e menor teor de carboidratos rapidamente degradáveis, que as cultivares Catuaí e Rubi.

Fernandes et al. (2003a) realizaram um estudo com fracionamento dos carboidratos da cana-de-açúcar em diferentes ciclos de produção em três idades de corte. As variedades precoces e intermediárias não diferiram quanto aos teores de CT e da fração B2. Entretanto, foram observadas diferenças quanto aos CNF e à fração C, em que as variedades precoces apresentaram teores maiores da fração C e menores dos CNF. Tal fato seria esperado, uma vez que as variedades precoces, por apresentarem maior taxa de crescimento, atingem a maturidade com menor idade. Isto determina o aumento de estruturas de sustentação, representadas principalmente pelos CF e pela lignina (Wilson, 1997).

Segundo estes autores, uma característica, também, importante da cana-de-açúcar é seu elevado teor da fração C de carboidratos, quando comparada a outras importantes gramíneas. Esta fração dos carboidratos totais é indisponível no rúmen e nos demais compartimentos digestivos dos ruminantes (Sniffen et al., 1992) e está relacionada ao consumo voluntário de alimentos e à disponibilidade de energia da dieta.

Eles ainda observaram, que o avanço na idade de corte acarretou acréscimo linear do teor dos CT, entretanto, a diferença em termos numéricos foi pequena. Além disso, causou aumento linear ($P < 0,01$) da fração C e redução da fração B2 ($P < 0,01$). Este último efeito afetaria a disponibilidade de energia para as bactérias que utilizam carboidratos fibrosos e o aumento da fração C, provavelmente, reduziria o consumo destas forrageiras, uma vez que esta fração, por ser indegradável, apresentaria lenta taxa de escape, permanecendo por maior período de tempo no ambiente ruminal. A lenta passagem da fração C pelo rúmen afetaria o "turnover", diminuindo assim a eficiência microbiana, uma vez que haveria maior tempo de retenção da microbiota neste compartimento, fazendo com que grande parte da energia disponível aos microrganismos seja utilizada para fins de manutenção (Russel et al., 1992)

No trabalho de Fernandes et al.(2003a), embora a cana-de-açúcar apresente elevada fração C de carboidratos e, que esta fração com a idade de corte tenha aumentado linearmente, o incremento é relativamente pequeno, pois, num intervalo de 120 dias, ou seja, do 426 ao 549 dias, houve aumento de apenas 6%, quando comparado ao acréscimo de 24% desta fração, em apenas 25 dias, em pastagens naturais durante a estação chuvosa, observado por Vieira (1998). Este tipo de comportamento confirma os relatos de Lima & Mattos (1993), de que a cana-de-açúcar, ao contrário de outras forrageiras (como *Melinis minutiflora*, *Hyparrhenia rufa* e *Paspalum* sp.), conserva o valor nutritivo por períodos relativamente prolongados.

Lagunes et al. (1999) conduziram dois experimentos usando o modelo CNCPS para caracterizar as frações de carboidratos e de proteínas e as taxas de digestão correspondentes de 15 gramíneas tropicais para pastejo, e para avaliar a habilidade daquelas gramíneas em suportar a produção de leite por vacas de duplo propósito. No primeiro experimento, os limites das frações de carboidratos e de proteínas das 15 gramíneas dos 35 a 42 dias de rebrota em base de MS foram: FDN de 63,5 a 74,9% ; lignina em permanganato 4,7 a 7,8% do FDN; proteína bruta (PB) 5,5 a 11,9% ; e proteína solúvel 15,1 a 44,1% da proteína bruta. Os limites das taxas de digestão expressas como %/h foram: solúveis em detergente neutro (7,5 a 27,4); FDN em (3,8 a 8,4); e proteína insolúvel em detergente neutro (2,9 a 9,5). Predições da quantidade de leite que poderia ser produzida, baseada na quantidade de energia metabolizável fornecida pela dieta diminuiu

35% quando o teor de FDN aumentou de 60 para 80%; e aumentou 88% quando a taxa de digestão do FDN aumentou de 3 para 6%/h. A produção de leite que poderia ser mantida, baseada na proteína metabolizável na dieta dobrou à medida que a proteína bruta (CP) aumentou de 4 para 12%. No segundo experimento, a fertilização nitrogenada reduziu o teor de FDN em 7,3% e aumentou a proteína bruta em 84% sem alteração na solubilidade da proteína, resultando no aumento dos balanços de nitrogênio ruminal e de proteína metabolizável. Para todas as forragens, o modelo CNCPS foi capaz de prever que a disponibilidade de proteína metabolizável limitaria a produção de leite. O crescimento microbiano foi limitado pela proteína disponível no rúmen, ao invés do carboidrato disponível. Os autores concluíram, que o modelo CNCPS pode ser usado para descrever acuradamente os requerimentos animais e os valores biológicos dos alimentos, se informações adequadas sobre as análises das forragens estiverem disponíveis.

2.9 - Reação de Maillard

A reação de Maillard foi primeiramente descoberta pelo químico francês Louis Camille Maillard em 1912, através da reação amino-carbonil durante a tentativa de síntese de peptídeos em condições fisiológicas (Nunes e Batista, 2001). Mas somente em 1953 foi proposto por Hodge um esquema coerente para esta reação, no qual um açúcar, como a glicose, condensa com um composto que contém um grupo amino livre (de um aminoácido ou proteína) para dar um produto condensado N-substituído de glicosilamina, que se rearranja para formar o produto de Amadori (Martins et al, 2001).

Bases de Schiff, aldose-aminas e compostos de Amadori são os produtos formados nas primeiras etapas da reação. A partir da degradação dos compostos de Amadori poderá haver a formação de vários compostos, muitos deles moléculas insaturadas que se polimerizam, como polímeros nitrogenados escuros conhecidos como melanoidinas. Maillard ainda estudou a temperatura e tempo de aquecimento, e reportou que o incremento da temperatura aumenta a taxa de reação, devido ao aumento da reatividade entre o açúcar e o grupo amino (Martins et al, 2001).

Os complexos amino-açúcar que são produzidos nas primeiras fases da reação têm propriedades físico-químicas, com ausência de cor, alta solubilidade e estabilidade ao calor, diferentes das exibidas pelos produtos finais da reação, que tem fraca solubilidade e são de cor castanha. A intensidade da cor e as propriedades do produto final da reação são dependentes da natureza dos reagentes e das condições de reação, especialmente do pH e da temperatura. (Nunes e Batista, 2001).

Durante os primeiros estágios da reação de escurecimento não enzimática (reação de Maillard), pode haver a formação de radicais livres como produto de reação. Namiki e Haiashi (1981) empregando a Espectroscopia de Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR) detectou sinais destes radicais, provenientes da reação entre açúcar e amino grupos, propondo o mecanismo de reação.

A maioria das técnicas analíticas utilizadas para a determinação bromatológica em amostras orgânicas e inorgânicas, requer que estas estejam secas e, tradicionalmente, o método empregado é a secagem em estufa calibrada $60\pm 5^{\circ}\text{C}$ (AOAC, 1995).

Para estudos relacionados à nutrição animal, as modificações induzidas pela reação de Maillard têm como principal consequência a diminuição do valor nutritivo das proteínas. Os produtos desta reação geralmente estão presentes em alimentos que contêm altos valores de umidade, e que sofrem aquecimento acima de 60°C , afetando as características da parede celular.

Os compostos de Maillard são mensurados junto com a lignina, quando esta é determinada pelo método da lignina em detergente ácido (Van Soest, 1994) e evidenciam que as frações principalmente de proteínas podem ser alteradas quando submetidas a temperaturas acima de 60°C que é comumente utilizado em laboratórios de nutrição animal na pré-secagem de amostras, gerando dados errôneos acerca da composição química do alimento e influenciando negativamente no balanceamento da dieta pelo sistema CNCPS.

3 - REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1993. *Energy and Protein Requirements of Ruminants*. Cambridge: CAB International. 159p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. *Official Methods of Analysis*. 15.ed. Arlington. 1995. 1117p. Chemists.
- BALSALOBRE, M.A. A., Valor alimentar do capim tanzânia irrigado. Piracicaba, 113 p. Dissertação (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2002.
- BARCELOS, A.F., PAIVA, P.C.A., PÉREZ, J.R.O., CARDOSO, R.M. Estimativa das frações dos carboidratos, da casca e polpa desidratada de café (*Coffea arabica L.*) armazenadas em diferentes períodos. *Rev. bras. zootec.*, 30(5):1566-1571, 2001
- BEERMANN, D. H.; FOX, D. G. Use of feed and water by livestock in the United States. Cornell CALS News, May 1998.
- CABRAL, L.C., VALADARES FILHO, S.C., MALAFAIA, P.A.M. Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. *Rev. Bras. Zootec.*, 29 (6): 2087-2098, 2000 (Suplemento 1)
- CORSI, M. Produção e qualidade de forragens tropicais. Pastagens, Piracicaba, 1990, p. 69-85.
- FERNANDES, A.M., QUEIROZ, A.C., PEREIRA, J. C., LANA, R.P. Fracionamento e cinética da degradação *In Vitro* dos carboidratos constituintes da cana-de-açúcar com diferentes ciclos de produção em três idades de corte *R. Bras. Zootec.*, v.32, n.6, p.1778-1785, (Supl. 1) 2003a
- FERNANDES, H. J.; PAIVA, L. M.; OLIVEIRA, M. V. M.; OLIVEIRA, A. F. G.; DEMEUI, F. A. *Exigências nutricionais de ruminantes e avaliação de alimentos para ruminantes*. Aquidauana, MS: FUNDECT/CAPES/PROEP/UEMS, 2003b.
- FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P.; TEDESCHI, L. O.; VAN AMBURGH M. E.; CHASE L. E.; PELL A. N.; OVERTON T. R. e RUSSEL J. B.. *Sistema de carboidratos e proteínas líquidos para avaliação da nutrição de rebanhos e excreção de nutrientes*. tradução de Fernando César Ferraz Lopes - Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. 202 p.
- GEUS, J. G. de. Possibilidades de producción de pastos en los trópicos y subtrópicos. Zurich, 1979, 60 p.
- HEATH, M. E.; BARNES, R. F.; METCALFE, D. S. Forage - The science of grassland agriculture. Iowa, 1985, 643 p.
- HUTSON, J. L.; PITT, R. E.; KOELSCH, R. K.; WAGNET, R. J. Improving dairy farm sustainability. II. Environmental losses and nutrient flows. *J. Production Agric.*, v. 11, p. 233-239, 1998.

- LAGUNES, J. F. I.; FOX, D. G.; BLAKE, R. W.; PELL, A. N.; Evaluation of tropical grasses for milk production by dual-purpose cows in tropical Mexico. *Journal of Dairy Science*. V. 82, p. 2136-2145, 1999.
- LIMA, M.L.M.; MATTOS, W.R.S. *Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros*. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, São Paulo. Anais... Piracicaba:FEALQ, 1993, p.77.
- MACDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D.; MORGAN, C. A. Animal nutrition. New York, 1995, 607 p.
- MALAFAIA, P. A.M.; VALADARES FILHO, S. C.; MENDONÇA, R.A.; SILVA, J. F. C.; PEREIRA, J.C. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. *R. Bras. Zootec.*, v. 26 nº6, p. 1243-1251, 1997
- MARTINS, S.I.F.S.; JONGEN, W.M.F.; van BEKEL, M.A.J.S. A review of Maillard reaction in food and implication to kinetic modelling. *Trends in Food Science*. v. 11, p 364 – 373, 2001
- MERTENS, D.R. 1993a. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Eds.) *Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism*. Cambridge: CAB International. p.13-51.
- MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. San Diego, 1990, 483 p.
- NAMIKI, M., HAIASHI, T. Formation of novel free radical products in na early stage of Maillard reaction. In: ERIKSSON, C. *Maillard reactions in food* (ed) New York, 1981, v. 5, p. 81-91.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1989. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7.ed. Washington, DC: National Academy Press. 242p.
- NOCEK, J.E., RUSSEL, J.B. 1988. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *J. Dairy Sci.*, 71 (8): 2051-2069
- NORTON, B. W. Differences between species in forage quality. Santa Lúcia, s. d., p. 89 – 110.
- NUNES, S.C.; BATISTA, A.O. Implicações da reacção de Maillard nos alimentos e nos sistemas biológicos. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v. 96, p. 53-59, 2001
- PEREIRA, J.R.A., BOSE, M. L. V., BOIN, C., WANDERLEY, R.C. Avaliação das sub-frações dos carboidratos e das proteínas usando a metodologia do CNCPS e “In Situ” com bovinos da raça Nelore. III. Milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34 Brasília, DF. Anais. Brasília: SBZ, 1995.
- PEREZ, J. R. O. Sistemas para a estimativa de digestibilidade *in vitro*. Simpósio Internacional de Digestibilidade em Ruminantes, Lavras, 1997, p. 55 – 68.
- REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. Valor nutritivo de plantas forrageiras. Jaboticabal, 1993, 26 p.

- RODRIGUES, L. R. A. Espécies forrageiras para pastagens: gramíneas. Anais do Congresso Brasileiro de Pastagens 86', Piracicaba, 1986, p. 375 – 387.
- RUSSELL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.*, 70(12):3551-3561. 1992.
- SILVA, D. J. Análise de alimentos. Viçosa, 1981, 116 p.
- SOUZA, G. B. Pré-tratamento e caracterização dos constituintes nutricionais em amostras de alimento animal. São Carlos, 2003, 74 p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Paulo.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, 70(12):3562-3577.
- TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; PELL, A. N.; LANNA, D. P. D.; BOIN, C. Development and evaluation of a tropical feed library for the Cornell Net Carbohydrate and Protein System model. *Scientia Agricola.*, v. 59, p. 1-18, 2002b.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press. 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74(10):3583-3597. 1991.
- VIEIRA, R.A.M., PEREIRA, J.C., MALAFAIA, P.A.M. et al. Fracionamento e cinética de degradação *in vitro* dos compostos nitrogenados da extrusa de bovinos a pasto. *Rev. bras. zootec.*, 29(3):880-888, 2000a.
- VIEIRA, R.A.M., PEREIRA, J.C., MALAFAIA, P.A.M. Fracionamento dos carboidratos e cinética de degradação *In Vitro* da fibra em detergente neutro da extrusa de bovinos a pasto *Rev. bras. zootec.*, 29(3):889-897, 2000b
- WANG, S. -J.; FOX, D. G.; CHERNEY, D. J. R.; KLAUSNER, S. D.; BOULDIN, D. R. Impact of dairy farming on well water nitrate level and soil content of phosphorus and potassium. *J. Dairy Sci.*, v. 82, p. 2164-2169, 1999.
- WILSON, J.R. Structural and anatomical traits of forages influencing their nutritive value for ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.173-208.

1 **Efeito da Temperatura de Pré-Secagem Na Digestibilidade e nos Fracionamentos da**
2 **Proteína e do Carboidrato em Gramíneas Tropicais**

3
4 **Augusto Ayres Araújo de Oliveira¹, Valéria Pacheco Batista Euclides², Maria da**
5 **Graça Morais³, Sérgio Raposo de Medeiros⁴**
6

7 **RESUMO** – Amostras de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens* cv.
8 Basilisk e *Panicum maximum* cv. Tanzânia foram coletadas na época seca do ano. Após a
9 separação botânica dos componentes morfológicos de lâmina foliar, colmo e matéria morta, as
10 amostras foram submetidas a temperaturas de pré-secagem de 55° e 65°C. Foi realizada análise
11 bromatológica para determinação das frações protéicas e de carboidratos e do valor da
12 digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO). Houve aumento no teor de fibra em
13 detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA),
14 proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e da porcentagem de nitrogênio não-protéico na
15 proteína solúvel (NNP %P.Sol.) e diminuição da DIVMO e proteína solúvel (P.Sol.) no
16 tratamento de 65°C, evidenciando reação de Maillard. Ocorreram também alterações nas frações
17 de proteínas e carboidratos em especial nas frações C que aumentaram na temperatura de pré-
18 secagem superior. Houveram maiores diferenças entre os componentes morfológicos entre si do
19 que entre as gramíneas. As amostras coletadas como simulação de pastejo apresentaram melhor
20 valor nutritivo do que a planta inteira (parte aérea, estimada por média ponderada da quantidade
21 dos componentes morfológicos nas amostras) demonstrando que a dieta que o animal consume
22 difere da que é avaliada somente com o valor do corte aéreo total da forragem.

23 **Palavras-chave:** CNCPS, forragem, reação de Maillard, valor nutritivo
24
25
26

27 1 Aluno de mestrado em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
28 augustoaraujo_vet@yahoo.com.br

29 2 Professora, Coordenadora do Curso de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do
30 Sul, mgorais@nin.ufms.br

31 3 Pesquisadora, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262, km 4, Caixa Postal 154, CEP: 79002-970 Campo Grande,
32 MS, val@cnpqc.embrapa.br

33 4 Pesquisador, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262, km 4, Caixa Postal 156, CEP: 79002-970 Campo Grande,
34 MS, sergio@cnpqc.embrapa.br

1 **Effect of Pre-Drying Temperature in Digestibility Value and Proteins and Carbohydrates**
2 **Fractions of Tropical Grasses**

3 **Augusto Ayres Araújo de Oliveira¹, Maria da Graça Morais², Valéria Pacheco**
4 **Batista Euclides³, Sérgio Raposo de Medeiros⁴**

5
6
7 **ABSTRACT**– Samples of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens* cv.
8 Basilisk e *Panicum maximum* cv. Tanzânia were collected in the dry season. After the bothanical
9 separation resulting in morphological compounds like leaves, stems and dead matter, the samples
10 were submitted to 55°C and 65°C temperature for pre-drying. A bromathological analysis was
11 performed to determine the protein and carbohydrate fractions and the *in vitro* organic
12 digestibility value (IVOMD). Neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), acid
13 detergent lignin (ADL), acid detergent insoluble protein (ADIP), non-proteic nitrogen percentage
14 from soluble protein (NNP %Sol.P.) increased and IVOMD and soluble protein (Sol. P.) was
15 reduced in the 65°C treatment showing Maillard reaction. There were changes at the carbohydrate
16 and protein fractions, especially in the C fractions which increased at the higher temperature.
17 There also were more differences among the morphological compounds than among the grass
18 species. The nutritive value of the hand plucked samples (HP) was better than the one of the
19 whole plant (air part, estimated by the pondered means of morphological compounds sums),
20 giving evidence of the cattle diet quality being different from the forage quality collected by
21 totally air cut.

22 Key-words: CNCPS, forage, Maillard reaction, nutritive value

23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

Introdução

Os ruminantes utilizam os alimentos por meio da fermentação ruminal e da digestão intestinal. A retenção de alimentos no rúmen submete-os à ação dos microorganismos que existem neste compartimento. Esta ação digestiva e fermentativa, durante muitos anos, dificultou a predição do desempenho animal a partir dos componentes da dieta (Russel et al., 1992).

Ao longo dos anos houve considerável avanço na nutrição dos ruminantes, mas este progresso na maioria das vezes, baseou-se em resultados empíricos, que desconsideravam as inter-relações dinâmicas do ecossistema ruminal (Russel et al., 1992).

Pensando nisso, em 1992 cientistas da Universidade de Cornell, construíram um modelo para cálculo e avaliação de dietas, o CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System). Nesse modelo foi levado em consideração as diferenças quanto à utilização dos carboidratos e dos compostos nitrogenados consumidos, buscando-se sincronizar a disponibilidade de energia e nitrogênio para maximização do crescimento microbiano ruminal, reduzindo perdas energéticas na forma de amônia, e estimando-se o escape ruminal de nutrientes (Sniffen et al., 1992).

Para isso, os carboidratos são classificados em não-fibrosos (CNF), que compreendem as frações A (açúcares) e B1 (amido e compostos fibrosos solúveis), e fibrosos (CF), constituídos pelas frações B2 e C, que correspondem às frações potencialmente degradável e indegradável da fibra em detergente neutro do alimento (Sniffen et al., 1992; Van Soest, 1994).

Semelhantemente, as proteínas são classificadas nas frações A, B1, B2, B3 e C. A fração A se constitui de nitrogênio não-protéico que é instantaneamente solubilizada no rúmen. A fração C é o percentual de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), considerada não-degradável (Sniffen et al, 1992). As frações B1, B2 e B3 representam a proteína verdadeira potencialmente degradável. A B1 é a fração rapidamente degradada no rúmen, a B2 tem taxa de degradação intermediária e a B3 é lentamente degradada.

1 Para o CNCPS ser válido é imprescindível que haja uma avaliação do real valor nutritivo
2 dos alimentos, tornando possível adequar dietas alimentares mais eficientes e cuja predição do
3 desempenho dos animais possa ser realizada com maior exatidão (Souza, 2003).

4 A maioria das técnicas analíticas utilizadas para análise bromatológica, requer que as
5 amostras sejam desidratadas, sendo o método comumente empregado a pré-secagem em estufa de
6 ventilação forçada a uma temperatura de $60\pm 5^{\circ}\text{C}$ (AOAC, 1995).

7 O aquecimento pode provocar reação de escurecimento não enzimática, conhecida como
8 reação de Maillard. Essa reação envolve a condensação de açúcares redutores com radicais NH_2
9 provenientes de aminoácidos seguidos de polimerização, formando uma substância que poderá
10 ser dosada como lignina. O incremento nos teores de nitrogênio ligados à lignina e à fibra
11 extraída em detergente ácido (FDA) fornece evidências de que o alimento sofreu aquecimento,
12 podendo reduzir os valores de digestibilidade *in vitro* e das frações protéicas (Van Soest, 1994).

13 Segundo Euclides et al. (1993), durante a estação seca/fria as pastagens tropicais
14 normalmente apresentam baixa disponibilidade de forragem de boa qualidade, em razão da
15 avançada idade fisiológica das plantas forrageiras e da baixa rebrotação, decorrente da inibição
16 causada pela grande quantidade de perfilhos maduros, baixa umidade no solo, das temperaturas
17 mais baixas e dos dias mais curtos.

18 Desta forma este período de maior restrição alimentar é a época em que se deve ter
19 maiores cuidados com a suplementação animal, elaborando-se uma dieta adequada com o que a
20 pastagem está oferecendo. Foi dentro desse período que as amostras foram coletadas.

21 O presente trabalho teve como objetivo avaliar as frações de proteínas e de carboidratos e
22 a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria*
23 *brizantha* cv. Marandu e, submetidas à duas temperaturas de pré-secagem (55° e 65°C), assim
24 como fornecer maior conhecimento acerca das frações dos componentes morfológicos das
25 forrageiras citadas e também de *Panicum maximum* cv. Tanzânia.

1 **Materiais e métodos**

2 O experimento foi realizado com amostras de forragem oriundas da Embrapa Gado de
3 Corte, em Campo Grande, MS. O solo da área experimental é classificado como Latossolo
4 Vermelho Distrófico, caracterizado por textura argilosa, pH ácido, baixa saturação de bases, alta
5 concentração de alumínio e baixo teor de fósforo. O padrão climático da região é descrito,
6 segundo Köppen, como pertencente à faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido. A
7 precipitação média anual é de 1.560 mm, e o período considerado de seca compreende os meses
8 de maio a setembro (30% da precipitação anual).

9 As amostras foram coletadas entre agosto e setembro de 2005, ou seja durante o período
10 seco, em pastagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu,
11 *Panicum maximum* cv. Tanzânia. Foram utilizados dois piquetes de cada espécie, e foram
12 colhidos, em cada piquete, 9 sub-amostras ao acaso, formando 3 amostras compostas por piquete
13 e, portanto, 6 amostras por gramínea. Os pastos de braquiárias estavam sob pastejo contínuo e
14 foram cortadas a 10 cm do solo já o capim-tanzânia estava sob pastejo rotacionado e encontrava-
15 se em torno de 38 dias de rebrote pós-pastejo e foi cortado a 30 cm do solo. Nos pastos de
16 braquiária, ainda foram retiradas duas amostras por piquete simulando o pastejo animal, segundo
17 Euclides et al. (1992).

18 Todos os pastos receberam adubação nitrogenada no período das águas, o do capim-
19 tanzânia, foi aplicado 150 kg/ha de N parcelado em três vezes, sendo a última aplicação em
20 Abril, já os de braquiária receberam uma única parcela de 50 kg /ha de N em Março.

21 As amostras foram separadas em seus componentes morfológicos, ou seja, em lâmina
22 foliar, colmo (colmo e bainha) e material morto. Para as braquiárias, as amostras de cada
23 componente morfológico foram divididas em duas, sendo uma conduzida à pré-secagem à 55° C,
24 e a outra a 65° C, em estufa de ventilação forçada. As amostras de *Panicum maximum* cv.

1 Tanzânia foram secas somente a 55°C. Após desidratadas, as amostras foram moídas em moinho
2 do tipo Willey com peneira de 1 mm.

3 Nas amostras pré-secadas foram analisadas matéria seca definitiva (MS), matéria mineral
4 ou cinzas (MM ou CZ), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN),
5 proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), conforme descritos pelo
6 AOAC(1995), e para fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)
7 seguindo as metodologias propostas por Van Soest et al. (1991). A lignina foi analisada com a
8 adição de ácido sulfúrico 72% no resíduo insolúvel da determinação da FDA (Van Soest, 1982).

9 As análises de proteína solúvel (P. Sol.) e nitrogênio não-protéico (NNP) foram feitas
10 pelo procedimento de Krishnamoorthy et al. (1983), adaptado por Licitra et al. (1996). A
11 digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foi realizada segundo Tilley & Terry
12 (1963).

13 O fracionamento das frações de proteínas foi feito baseada nas seguintes equações,
14 adaptado de Sniffen et al (1992):

$$15 \quad A = (PB - PTCA) \times 100 / PB$$

$$16 \quad B1 = (PTCA - PTBF) \times 100 / PB$$

$$17 \quad B2 = (PTBF - PIDN) \times 100 / PB$$

$$18 \quad B3 = (PIDN - PIDA) \times 100 / PB$$

$$19 \quad C = PIDA \times 100 / PB$$

20 Onde: PB é a proteína bruta; PTCA é o valor de proteína após a solubilização em ácido
21 tricloroacético; PTBF é o valor de proteína após solubilização em tampão borato-fosfato; PIDN é
22 a é proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA é a proteína insolúvel em detergente ácido.

23 Já o fracionamento dos carboidratos baseou-se nas seguintes equações de Sniffen et al.
24 (1992):

$$25 \quad CHT = 100 - PB - EE - CZ$$

1
$$C = 100 \times (\text{FDN} \times 0,01 \times \text{LIG}(\% \text{FDN}) / \text{CHT})$$

2
$$B2 = 100 \times (((\text{FDN} - \text{PIDN}(\% \text{PB}) \times 0,01 \times \text{PB} - \text{FDN} \times 0,01 \times \text{LIG}(\% \text{FDN})) \times 2,4) /$$

3
$$\text{CHT})$$

4
$$\text{CNF} = 100 - B2 - C$$

5 Onde: PB é a proteína bruta; CHT é a quantidade percentual carboidratos totais no alimento; EE
6 corresponde a extrato etéreo; CZ são as cinzas do alimento; FDN é a fibra em detergente neutro;
7 PIDN(%PB) é a porcentagem de proteína insolúvel em detergente neutro que faz parte da PB;
8 LIG(%FDN) é a porcentagem de lignina presente na FDN.

9 Para obter-se um valor estimado da planta inteira utilizou-se da média ponderal dos valores
10 de análise bromatológica em relação ao peso de cada componente da planta.

11 Para as espécies de *Brachiaria*, o delineamento experimental foi completamente
12 casualizado, num arranjo fatorial 2x2, sendo duas espécies e duas temperaturas de secagem, com
13 6 repetições. Os dados foram analisados por um modelo matemático contendo os efeitos fixos de
14 espécies, temperatura de secagem, componentes morfológicos, e as interações entre esses. Ainda,
15 foi realizada outra análise estatística, comparando as três espécies pré-secadas a 55° C. Neste caso
16 o modelo matemático foi constituído pelos efeitos fixos de espécies, de componentes
17 morfológicos, e as interações entre eles.

18 Todas as análises foram feitas pelo método dos quadrados mínimos utilizando-se o
19 procedimento “General Linear Model” disponível no SAS (1996). A comparação de médias foi
20 feita pelo teste de Tukey, adotando-se 5% como nível de significância. No caso de interações
21 significativas as comparações de média foram realizadas por meio de contrastes apropriados,
22 utilizando-se o teste de T com um 5% de nível de significância.

23

24

25

Resultados e Discussão

Efeito da temperatura de pré-secagem

Não foram observadas diferenças entre as espécies de *Brachiaria* ($P>0,20$), e para a interação entre os efeitos de espécies e de temperatura ($P>0,25$) e para a interação entre componentes morfológicos e temperatura ($P>0,36$) para os teores de proteína bruta (PB), nitrogênio não-protéico (NNP), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), e de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO). No entanto, foi observado que o aumento na temperatura de pré-secagem alterou significativamente ($P>0,05$) os teores de FDN, FDA, LDA e de DIVMO, aumentando as três primeiras e diminuindo a última. Também, houve uma tendência de acréscimos nos conteúdos de FDA (Tabela 1).

Tabela 8. Teores médios e erro padrão para proteína bruta (PB), proteína solúvel (P. Sol), nitrogênio não-protéico (NNP), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), lignina em detergente ácido (LDA), digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) de amostras de *B. decumbens* e *B. brizantha*, submetidas à duas temperaturas de pré-secagem.

Table 1. Mean contents and standard error of crude protein (CP,) non-proteic nitrogen (NNP), neutral fiber detergent (NDF), acid fiber detergent (ADF), neutral detergent insoluble protein (NDIP), acid detergent insoluble protein (ADIP), acid detergent lignin (ADL), *in vitro* organic matter digestibility (IVOMD) and the bromathological composition of *B. decumbens* and *B. brizantha* samples, submitted at two pre-dry temperatures

	55°C	65°C	Pr>F
PB (%MS)	5,93	5,61	0,15
CP (%DM)	(0,16)*	(0,16)	
NNP (% PSol)	83,90	87,00	0,01
NPN (%SolP)	(0,73)	(0,73)	
FDN(%MS)	75,1	76,49	0,01
NDF(%DM)	(0,23)	(0,23)	
FDA(%MS)	40,39	41,39	0,05
ADF(%DM)	(0,27)	(0,27)	
PIDN (%MS)	2,05	2,11	0,35
NDIP (%DM)	(0,04)	(0,04)	
LDA(%MS)	4,91	5,13	0,03
ADL(%DM)	(0,08)	(0,08)	
DIVMO(%MS)	44,02	41,81	0,01
IVOMD(%DM)	(0,61)	(0,61)	

Valores entre parênteses referem-se ao erro padrão da média.

Par parenthesis values correspond to mean standard error.

1 Para as frações protéicas B1 e C e para as frações de carboidratos não-fibrosos (CNF), B2 e
 2 C também não foram encontradas diferenças entre as espécies ($P>0,06$), interações entre espécies
 3 e temperatura ($P>0,21$) e entre componentes morfológicos e tratamento ($P>0,31$). O aumento na
 4 temperatura de pré-secagem alterou significativamente ($P>0,05$) os valores médios das frações
 5 B1 de proteína e da fração C de carboidratos, diminuindo a primeira e aumentando a segunda.
 6 Também houve uma tendência de aumento da fração C de proteína e diminuição de carboidrato
 7 não-fibroso (CNF) com o aumento de temperatura (Tabela 2).

8 Tabela 9. Valores médios e erro padrão das frações protéicas B1 e C e das frações carboidratos
 9 não-fibrosos (CNF), B2 e C de carboidratos submetidos a duas temperaturas de pré-
 10 secagem

11 *Table2. Means values and standard error of B1 and C proteic fractions and non-fiber carbohydrates*
 12 *(NFC), B2 and C carbohydrate fractions submitted at two pre-dry temperatures*

	55°C	65°C	Pr>F
Frações protéicas <i>Proteic fractions</i>			
B1	6,98 (0,32)	5,45 (0,32)	0,01
C	17,86 (0,40)	18,92 (0,40)	0,06
Frações de carboidratos <i>Carbohydrate fractions</i>			
CNF	12,61 (0,24)	11,97 (0,24)	0,07
B2	73,99 (0,28)	73,95 (0,28)	0,91
C	13,43 (0,23)	14,12 (0,23)	0,04

13 Valores entre parênteses referem-se ao erro padrão da média.

14 *Parenthesis values correspond to mean standard error.*

15 Por sua vez os teores de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), proteína solúvel
 16 (P. Sol.) e os valores das frações protéicas A, B2 e B3, apresentaram interação significativa entre
 17 os componentes morfológicos e os tratamentos ($P>0,05$). Verificou-se que nas folhas houve um
 18 aumento do valor de PIDA e diminuição da proteína solúvel tanto nas folhas como nos colmos. Já
 19 nas frações de proteínas ocorreu diminuição da fração A em colmos, e aumento das frações B2 e
 20 B3 em colmos e folhas respectivamente (Tabela 3).

1 Tabela 10. Teores médios e erro padrão para proteína indigestível em detergente ácido (PIDA),
 2 proteína solúvel (P. Sol.) e frações protéicas A, B2 e B3 de folhas, colmos e matéria
 3 morta, submetidos a duas temperaturas de pré-secagem

4 *Table 3. Means contents and standard error for acid detergent insoluble protein (ADIP), soluble protein*
 5 *(Sol. P.) and proteic fractions A, B2, B3 of leaves, stem and dead material, submitted at two*
 6 *pre-dry temperatures*

	Folha <i>Leave</i>		Colmo <i>Stem</i>		Matéria Morta <i>Dead Material</i>	
	55 °C	65°C	55 °C	65°C	55 °C	65°C
PIDA(%MS)	0,62 ^a	0,75 ^b	0,95 ^a	0,97 ^a	0,74 ^a	0,74 ^a
ADIP(%DM)	(0,22)	(0,22)	(0,22)	(0,22)	(0,22)	(0,22)
P. Sol.(%PB)	38,49 ^a	34 ^b	47,74 ^a	42,38 ^b	42,52 ^a	44,73 ^a
Sol. P.(%CP)	(0,71)	(0,71)	(0,71)	(0,71)	(0,71)	(0,71)
Frações protéicas <i>Proteic fractions</i>						
A	32,37 ^a	31,1 ^a	42,95 ^a	39,19 ^b	34,22 ^a	35,23 ^a
	(0,81)	(0,81)	(0,81)	(0,81)	(0,81)	(0,81)
B2	25,23 ^a	23,24 ^a	16,01 ^a	20,70 ^b	23,02 ^a	24,85 ^a
	(0,81)	(0,81)	(0,81)	(0,81)	(0,81)	(0,81)
B3	31,04 ^a	34,36 ^b	15,13 ^a	14,18 ^a	9,71 ^a	8,05 ^a
	(0,82)	(0,82)	(0,82)	(0,82)	(0,82)	(0,82)

7 Médias na mesma linha e dentro de cada componente morfológico, seguidas de letras diferentes são
 8 diferentes (P<0,05) pelo teste T. Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média. Valores
 9 entre parênteses referem-se ao erro padrão.

10 *Means in the same line and inside the same morphological compound followed by different letters are*
 11 *different(P<0,05) by T test Parenthesis values correspond to mean standard error.*

12
 13 O aumento nos teores de FDN e FDA nas amostras pré-secadas à 65°C deve-se ao aumento
 14 no teor de lignina e de proteína insolúvel ligado à parede celular. Tal fato deve-se à reação de
 15 Maillard propiciada pela elevação da temperatura de pré-secagem. O acréscimo nos teores de
 16 fibra e principalmente pelo fato da proteína que sofre degradação se complexar na forma de
 17 PIDA, provavelmente, foram responsáveis pelo decréscimo no teor de DIVMO, quando as
 18 amostras foram pré-secadas à 65°C.

19 No entanto, o conteúdo de PB não foi alterado, o que era esperado, uma vez que o método
 20 Kjeldahl mede o nitrogênio total da amostra, independente se ele é de natureza não-protéica,
 21 ligado a uma proteína solúvel ou à lignina.

22 O aumento do NNP deve-se ao decréscimo de proteína solúvel (P. Sol.), haja visto que o
 23 NNP é expresso como porcentagem da proteína solúvel. Esta última ao ser diminuída com o

1 aumento da temperatura traz como consequência o aumento relativo do NNP. Nota-se portanto,
2 que a reação de Maillard desnatura em maior quantidade proteínas solúveis verdadeiras.

3 O acréscimo nos teores de PIDA apresenta-se maior em folhas provavelmente pelo fato
4 delas possuírem maior quantidade de glicose e de proteínas e também possuírem maior umidade,
5 propiciando a reação de Maillard quando aquecidos a temperaturas superiores a 60°C.

6 Quanto às frações protéicas ocorreu diminuição na fração A de colmos em virtude de ser
7 este componente morfológico o que apresentou maior quantidade de NNP (que também é
8 constituído por aminoácidos), propiciando que a ocorrência da reação de Maillard fosse mais
9 nítida nele.

10 A fração B1 diminuiu com a temperatura de pré-secagem mais elevada, demonstrando que
11 as proteínas solúveis verdadeiras são as principais a serem danificadas no processo de
12 escurecimento não enzimático. Já a fração B2 apresentou elevação de valores médios em colmos
13 pelo fato dela ser calculada como a diferença entre proteína solúvel e proteína insolúvel em
14 detergente neutro (PIDN), portanto, com o decréscimo de proteína solúvel a fração B2 aumentou.

15 Ocorreu aumento da fração B3 em folhas na temperatura de pré-secagem de 65°,
16 demonstrando elevação na proporção de proteínas ligadas à parede celular com o aumento de
17 temperatura.

18 A fração C, considerada indigestível, representada pela porcentagem de PIDA em relação à
19 proteína bruta, demonstrou uma tendência ($P>0,06$) de elevação com a temperatura de pré-
20 secagem superior. Tal fato reforça a ocorrência de reação de escurecimento não enzimática nas
21 amostras, o que está de acordo com as observações feitas por Van Soest (1994), em que as
22 modificações induzidas pela reação de Maillard têm como principal consequência a diminuição
23 do valor nutritivo das proteínas.

24 Souza (2003), também encontrou diferenças nas frações protéicas com o aumento de
25 temperatura, em experimento cujas amostras foram secas até 100°C. Segundo este autor a

1 redução da fração A com o aumento da temperatura, provavelmente, foi consequência das
2 possíveis formas de nitrogênio não protéico terem sido volatilizadas ou participado da reação de
3 Maillard. As frações B1 e B2, diminuíram devido à desnaturação térmica das proteínas. Já a
4 fração B3 que apresentou aumento provavelmente devido à proteínas advindas da fração B1 e B2.
5 Também a fração C aumentou, em virtude do aumento de PIDA como ocorreu no presente
6 experimento. Palmer et al. (2000) também observaram queda da digestibilidade e aumento de
7 PIDN em temperaturas de secagem superiores à 45°C em amostras de *Calliandra calothyrsus*.

8 Com relação à fração de carboidratos (Tabela 2), o aumento observado na fração C
9 (considerada indigestível) pode ser explicado pela elevação da porcentagem de lignina na FDN
10 no tratamento a 65°C, uma vez que esta variável entra no cálculo da referida fração. Por sua vez
11 a diminuição dos CNF, se dá numericamente pelo aumento na fração C, haja visto que ele é
12 calculado como uma subtração das duas outras frações (B2 e C). Souza (2003) também observou
13 que a fração B2 dos carboidratos não aumentou, ao contrário da fração C que teve seu valor
14 aumentado com a elevação da temperatura de pré-secagem.

15 Nota-se, portanto que tanto nas frações de proteínas quanto nas de carboidratos a elevação
16 da temperatura de pré-secagem produz resultados que subestimam o real valor nutritivo das
17 amostras analisadas.

18 ***Efeito das espécies forrageiras***

19 Com os resultados da análise bromatológica (Tabela 4) das amostras submetidas à
20 temperatura de pré-secagem de 55°C, inferiu-se as frações de proteínas e carboidratos (Tabela 5).
21 As variações mais pronunciadas ocorreram entre os componentes morfológicos do que entre as
22 espécies. Contudo, na análise bromatológica, observou-se que as folhas de *B. decumbens*
23 apresentaram elevado valor de PB, baixa FDN e LDA e alta DIVMO. Quanto aos colmos notou-
24 se que os de capim-tanzânia apresentaram baixos valores de FDN e LDA e alta DIVMO,
25 enquanto que os colmos de *B. decumbens* apresentaram alto valor de LDA e baixo de DIVMO.

1 Quanto a matéria morta não houveram muitas diferenças, a não ser a de capim-tanzânia que teve
2 um valor de PB relativamente maior que as demais gramíneas.

3 Tabela 11. Porcentagem de cada componente na amostra (%am.) e médias e erro padrão para
4 teores de proteína bruta (PB), proteína solúvel (P. Sol.), nitrogênio não-protéico
5 (NNP), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína
6 insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido
7 (PIDA), lignina em detergente ácido (LDA), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ) de
8 lâminas foliares, colmos e matéria morta de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Briz.),
9 *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (Dec.) e *Panicum maximum* cv. Tanzânia (Tanz.).

10 Table 4. Morphological compounds percentage at the sample (%sm) and means of contents and standard
11 error for crude protein (CP), soluble protein (Sol. P.), non-proteic nitrogen (NPN), neutral
12 detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent insoluble protein (ADIP),
13 acid detergent insoluble protein (ADIP), acid detergent lignin (ADL), ethereal extract (EE)
14 and ashes (ASH) from leaves, stems and dead material of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu
15 (Briz.), *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (Dec.) e *Panicum maximum* cv. Tanzânia (Tanz.).

	Lâmina Foliar			Colmo			Matéria Morta		
	Leave			Stem			Dead Material		
	Briz.	Dec.	Tanz.	Briz.	Dec.	Tanz.	Briz.	Dec.	Tanz.
%am.	11,7	11,5	26,9	17	22,4	11,2	71,3	66,1	61,9
%sm.									
PB (%MS)	9,26 ^a	12,32 ^b	11,28 ^b	4,42 ^a	5,31 ^a	4,68 ^a	2,93 ^a	3,53 ^a	4,4 ^a
CP (%MS)	(0,39)	(0,39)	(0,43)	(0,43)	(0,39)	(0,39)	(0,39)	(0,39)	(0,43)
P. Sol. (%PB)	35,11 ^a	40,46 ^a	38,01 ^a	44,8 ^a	50,03 ^a	45,02 ^a	44,69 ^a	43,36 ^a	38,49 ^b
Sol. P. (%CP)	(1,30)	(1,30)	(1,30)	(1,30)	(1,30)	(1,30)	(1,30)	(1,30)	(1,30)
NNP(%P. Sol.)	88,7 ^a	83,2 ^a	86,5 ^a	90,3 ^a	91,1 ^a	86,0 ^a	78,6 ^a	76,6 ^b	75,1 ^b
NPN (% Sol. P.)	(2,37)	(2,37)	(2,37)	(2,37)	(2,37)	(2,37)	(2,37)	(2,37)	(2,37)
FDN (%MS)	70,1 ^a	62,5 ^b	68 ^a	78,91 ^a	81,57 ^a	74,8 ^b	80,57 ^a	80,01 ^a	77,14 ^a
NDF (%DM)	(0,71)	(0,77)	(0,77)	(0,77)	(0,71)	(0,77)	(0,71)	(0,71)	(0,77)
PIDN (%MS)	3,57 ^a	4,36 ^{ab}	5,22 ^b	1,57 ^a	1,73 ^a	1,93 ^a	0,93 ^a	1,19 ^a	1,84 ^a
NDIP (%DM)	(0,23)	(0,23)	(0,23)	(0,23)	(0,23)	(0,23)	(0,23)	(0,23)	(0,23)
PIDA (%MS)	0,65 ^a	0,59 ^a	0,91 ^b	0,93 ^a	0,98 ^a	0,96 ^a	0,70 ^a	0,78 ^a	1,25 ^b
ADIP (%DM)	(0,04)	(0,04)	(0,04)	(0,04)	(0,04)	(0,04)	(0,04)	(0,04)	(0,04)
LDA (%MS)	2,67 ^{ab}	2,13 ^a	3,00 ^b	5,08 ^a	6,13 ^a	3,87 ^b	5,55 ^c	5,80 ^c	5,80 ^c
ADL (%DM)	(0,27)	(0,27)	(0,33)	(0,29)	(0,27)	(0,27)	(0,27)	(0,27)	(0,29)
EE (%MS)	1,84 ^a	2,46 ^a	1,77 ^a	1,13 ^a	1,15 ^a	1,4 ^a	1,36 ^a	1,62 ^a	1,19 ^a
EE (%DM)	(0,18)	(0,18)	(0,18)	(0,20)	(0,18)	(0,18)	(0,18)	(0,18)	(0,20)
CZ (%MS)	7,87	7,95	11	6,98	6,62	10,6	8,02	6,42	9,96
ASH (%DM)	(0,29)	(0,29)	(0,29)	(0,29)	(0,29)	(0,29)	(0,29)	(0,29)	(0,29)
DIVMO(%MS)	54,29 ^a	65,33 ^b	56,06 ^a	44,5 ^{ab}	38,61 ^a	49,38 ^b	34,3 ^a	35,06 ^a	32,83 ^a
IVOMD(%DM)	(1,44)	(1,44)	(1,58)	(1,58)	(1,44)	(1,44)	(1,44)	(1,44)	(1,58)

16 Médias, na mesma linha e dentro de componente morfológico, seguidas de letras diferentes são diferentes
17 ($P < 0,05$) pelo teste T. Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

18 Means in the same line and inside the same morphological compound followed by different letters are different
19 ($P < 0,05$) by T test. Parenthesis values correspond to mean standard error

20
21 Estes resultados, contudo, devem ser analisados levando-se em consideração o efeito de

22 manejo a que as pastagens amostradas estavam submetidas. A pastagem de *B. brizantha* passou

1 por um período de vedação no final das águas superior ao da *B. decumbens*, portanto, com um
2 estágio de desenvolvimento mais avançado é natural que as folhas de *B. brizantha*
3 apresentassem-se com menor valor nutritivo. Já o capim-tanzânia estava submetido a um manejo
4 rotacionado com entrada e saída dos animais nos piquetes determinada pelo estágio de
5 crescimento da pastagem, a fim de que se evitasse a formação de colmos. A altura de corte
6 amostral do capim-tanzânia foi maior que a de *Brachiaria* sp, de modo que a parte mais
7 lignificada dos colmos não foi coletada.

8 Não houve interação entre os componentes morfológicos e as espécies forrageiras
9 ($P>0,54$) Já entre os diferentes componentes morfológicos ocorreram diferenças ($P>0,01$). Dessa
10 forma na fração A observou-se maior porcentagem nos colmos (em média 41%), em especial no
11 de *B. decumbens*. Entretanto, os valores médios de todos componentes morfológicos estão acima
12 de 30%, ou seja, praticamente um terço do nitrogênio da planta é de origem não protéica.

13 Por sua vez, Santos et al. (2004) não observaram maior quantidade de fração A nos
14 colmos e esta foi praticamente a metade nos respectivos materiais mortos de folhas e colmos.

15 Houve maior quantidade de B1 na matéria morta quando comparadas com o colmo e com
16 as folhas. O resultado pode parecer inesperado, haja visto que a fração B1 é constituída de
17 proteínas solúveis como peptídeos e oligopeptídeos. Contudo estes resultados estão de acordo
18 com Santos et al. (2004) que compararam resultados de folhas e colmos verdes com folhas e
19 colmos secos. Vieira et al. (2000) também constataram aumento da fração protéica B1 na época
20 da seca do ano, período que há maior quantidade de matéria morta que de verde, comparando
21 com a extrusa da época das águas. Deve-se ter em mente, porém, que há um aumento em valor
22 percentual e não absoluto. Tal fato pode ser explicado pela translocação de nutrientes para outras
23 partes vivas das plantas ocorrendo aumento da concentração daqueles menos mobilizadas para
24 outros tecidos.

1 Tabela 12. Teores médios e erro padrão de proteína bruta (PB) e de carboidratos totais (CHT) e
 2 valores médios das frações de proteínas (A, B1, B2, B3 e C) e de carboidratos (CNF,
 3 B2 e C) de lâmina foliar, colmos e matéria morta de *Brachiaria brizantha* (Briz.),
 4 *Brachiaria decumbens* (Dec.) e *Panicum maximum* cv. Tanzânia (Tanz.)
 5 Table 5 . Means contents and standard error of crude protein (CP) and total carbohydrates (TC), and
 6 means values of protein fractions (A, B1, B2, B3 e C) and carbohydrate fractions (NCF, B2 and
 7 C) of leaves, stems and dead material of *Brachiaria brizantha*, (Briz.), *Brachiaria*
 8 *decumbens* (Dec.) e *Panicum maximum* cv. Tanzânia (Tanz.)

	Lâmina Foliar			Colmo			Matéria Morta		
	Leave			Stem			Dead Material		
	Briz.	Dec.	Tanz.	Briz.	Dec.	Tanz.	Briz.	Dec.	Tanz.
PB(%MS)	9,26 ^b	12,32 ^a	11,28 ^a	4,42 ^a	5,31 ^a	4,68 ^a	2,93 ^a	3,53 ^a	4,4 ^a
CP(%DM)	(0,39)	(0,39)	(0,43)	(0,43)	(0,39)	(0,39)	(0,39)	(0,39)	(0,43)
Frações protéicas (%PB) Proteic fractions (%CP)									
A	31,09 ^a (1,37)	33,64 ^a (1,37)	32,86 ^a (1,37)	40,38 ^a (1,37)	45,53 ^a (1,37)	38,52 ^b (1,37)	35,22 ^a (1,37)	33,22 ^a (1,37)	28,99 ^a (1,37)
B1	4,02 ^a (1,09)	6,81 ^a (1,09)	5,15 ^a (1,09)	4,38 ^a (1,09)	4,49 ^a (1,09)	6,49 ^a (1,09)	9,47 ^a (1,09)	10,14 ^a (1,09)	9,49 ^a (1,09)
B2	26,40 ^a (1,34)	24,05 ^a (1,34)	14,48 ^b (1,34)	16,94 ^a (1,34)	15,06 ^a (1,34)	13,79 ^a (1,34)	23,30 ^a (1,34)	22,73 ^a (1,34)	23,18 ^a (1,34)
B3	31,42 ^a (1,68)	30,66 ^a (1,68)	39,03 ^b (1,68)	15,24 ^a (1,68)	15,02 ^a (1,68)	20,32 ^a (1,68)	7,8 ^a (1,68)	11,62 ^a (1,68)	11,50 ^a (1,68)
C	7,07 ^a (1,30)	4,82 ^a (1,30)	8,47 ^a (1,30)	23,05 ^a (1,30)	19,85 ^a (1,30)	20,86 ^a (1,30)	24,19 ^a (1,30)	22,28 ^a (1,30)	26,82 ^a (1,30)
CHT(%MS)	79,77 ^a	77,55 ^{ab}	77 ^a	87,76 ^a	86,95 ^a	83,16 ^b	87,84 ^a	88,44 ^a	83,90 ^b
TC(%DM)	(0,59)	(0,59)	(0,59)	(0,59)	(0,59)	(0,59)	(0,59)	(0,59)	(0,59)
Frações de carboidratos (%CHT) Carbohydrates fractions (% TC)									
CNF	16,57 ^a (0,99)	24,06 ^b (0,99)	16,78 ^a (0,99)	9,96 ^a (0,99)	8,04 ^a (0,99)	11,28 ^a (0,99)	9,32 ^a (0,99)	10,86 ^a (0,99)	11,41 ^a (0,99)
B2	75,07 ^a (1,14)	69,30 ^b (1,14)	73,68 ^a (1,14)	74,80 ^a (1,14)	74,87 ^a (1,14)	77,43 ^a (1,14)	75,46 ^a (1,14)	73,43 ^a (1,14)	72,55 ^a (1,14)
C	8,35 ^a (0,67)	6,64 ^a (0,67)	9,52 ^a (0,67)	15,22 ^a (0,67)	17,08 ^a (0,67)	11,29 ^b (0,67)	15,21 ^a (0,67)	15,70 ^a (0,67)	16,03 ^a (0,67)

9 Médias, na mesma linha e dentro de componente morfológico, seguidas de letras diferentes são diferentes
 10 (P<0,05) pelo teste T. Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

11 Means in the same line and inside the same morphological compound followed by different letters are different
 12 (P<0,05) by T test. Parenthesis values correspond to mean standard error.

13
 14 A fração B2 foi maior nas folhas das braquiárias do que nas de capim-tanzânia e esta foi
 15 semelhante aos colmos. A matéria morta apresentou valores próximos aos das folhas das
 16 braquiárias. As proteínas desta fração são de degradação intermediária não são solúveis e nem
 17 estão ligadas à parede celular.

1 Santos et al. (2004) encontraram valores semelhantes (entre 22 a 28%) em todos os
2 componentes morfológicos. Vieira et al. (2000) mencionaram que a fração B2 foi a única a não
3 ser alterada na extrusa coletada em duas épocas distintas do ano (seca e águas). Percebe-se a
4 importância desta fração haja visto que ela se apresenta num percentual relativamente elevado e
5 constante nos componentes morfológicos.

6 Houve maior quantidade da fração B3 nas folhas do que nos colmos e destes em relação à
7 matéria morta. Em todos os componentes o capim-tanzânia apresentou médias maiores, mesmo
8 que não havendo diferença estatística. A fração B3 é constituída por proteínas ligadas a parede
9 celular sendo, portanto, de degradação lenta, e são denominadas extensinas. Como esta fração é
10 calculada pela diferença entre PIDN e PIDA conclui-se que as proteínas estão ligadas à
11 hemicelulose. Desta maneira, a hemicelulose além de ser um carboidrato fibroso importante para
12 o ruminante, também é grande carreadora de proteína nas folhas, e estas por sua vez, são as
13 maiores fornecedoras de proteínas a serem degradadas em nível intestinal.

14 A fração C, que é considerada indigestível, foi maior na matéria morta do que no colmo e
15 esta maior que à da folha. Ela é calculada como a porcentagem de PIDA na PB, trata-se de
16 nitrogênio associado com lignina, taninos e produtos da reação de Maillard, sendo maior,
17 portanto, em tecidos mais lignificados, como a matéria morta.

18 Em plantas tropicais os carboidratos totais (CHT) representam grande proporção nas
19 plantas forrageiras. Neste experimento, os teores oscilaram entre 77 e 88,44% da MS (Tabela 5),
20 isso significa que a variação na qualidade dessa fração interfere diretamente na disponibilidade de
21 energia para o ruminante.

22 A lâmina foliar foi o componente morfológico que apresentou maior quantidade de CNF
23 ($P < 0,01$) quanto comparada ao colmo e ao material morto. Os teores de CNF nas lâminas foliares
24 foram diferentes ($P < 0,01$) entre as espécies, sendo mais elevado para a *B. decumbens* do que para
25 a *B. brizantha* e *P. maximum* cv. *Tanzânia*, que não diferiram entre si. Os carboidratos não-

1 fibrosos são constituídos por açúcares solúveis, amido e pectina e apresentam alta
2 degradabilidade ruminal, sendo, portanto de alto valor nutritivo, contudo, não apresentam grandes
3 proporções em gramíneas tropicais. Apenas nas folhas ocorre uma quantidade satisfatória de
4 CNF, porém este componente morfológico tem baixa disponibilidade na pastagem na época da
5 seca.

6 Os teores de B2 foram semelhantes em todos os componentes, sendo menor ($P<0,01$)
7 apenas para a lâmina foliar da folha de *B. decumbens* (Tabela 5). Isto pode ser explicado pelos
8 menores conteúdos de FDN e LDA (Tabela 4) na lâmina foliar da *B. decumbens*, gerando
9 menores valores da fração B2 e maior teor de CNF (Tabela 5). A fração B2 constitui-se em
10 importante fonte de carboidratos para o animal, possui degradação intermediária e é formada
11 por carboidratos fibrosos, com destaque para a hemicelulose.

12 A fração C, por sua vez, foi menor ($P<0,01$) nas lâminas foliares, seguidas dos colmos e da
13 matéria morta respectivamente (Tabela 5). Exceto para o colmo, não foram observadas diferenças
14 nos componentes morfológicos das espécies para esta fração (Tabela 7). Como a fração C está em
15 função dos teores de LDA, é de se esperar que ela seja maior em tecidos mais lignificados.

16 Em suma, levando-se em conta as frações protéicas digestíveis observou-se que
17 praticamente um terço da proteína disponível ao animal constitui-se de NNP, sendo degradada
18 imediatamente no rúmen. A proteína verdadeira com razoável degradabilidade ruminal (B1+B2)
19 representa cerca de 30% da proteína disponível em folhas e matéria morta e 20% em colmos. Já a
20 proteína que será degradada em sua maior parte fora do rúmen (fração B3), encontra-se em média
21 de 30% das folhas, 15% nos colmos e 10% na matéria morta.

22 Já nas frações digestíveis de carboidratos observou-se que a fração B2 que tem taxa de
23 degradação intermediária, possui um valor elevado e praticamente igual (ao redor de 75%) em
24 todos os componentes morfológicos. Já os CNF, que são prontamente disponíveis no rúmen
25 apresentam-se mais elevados (em média 20%) apenas nas folhas.

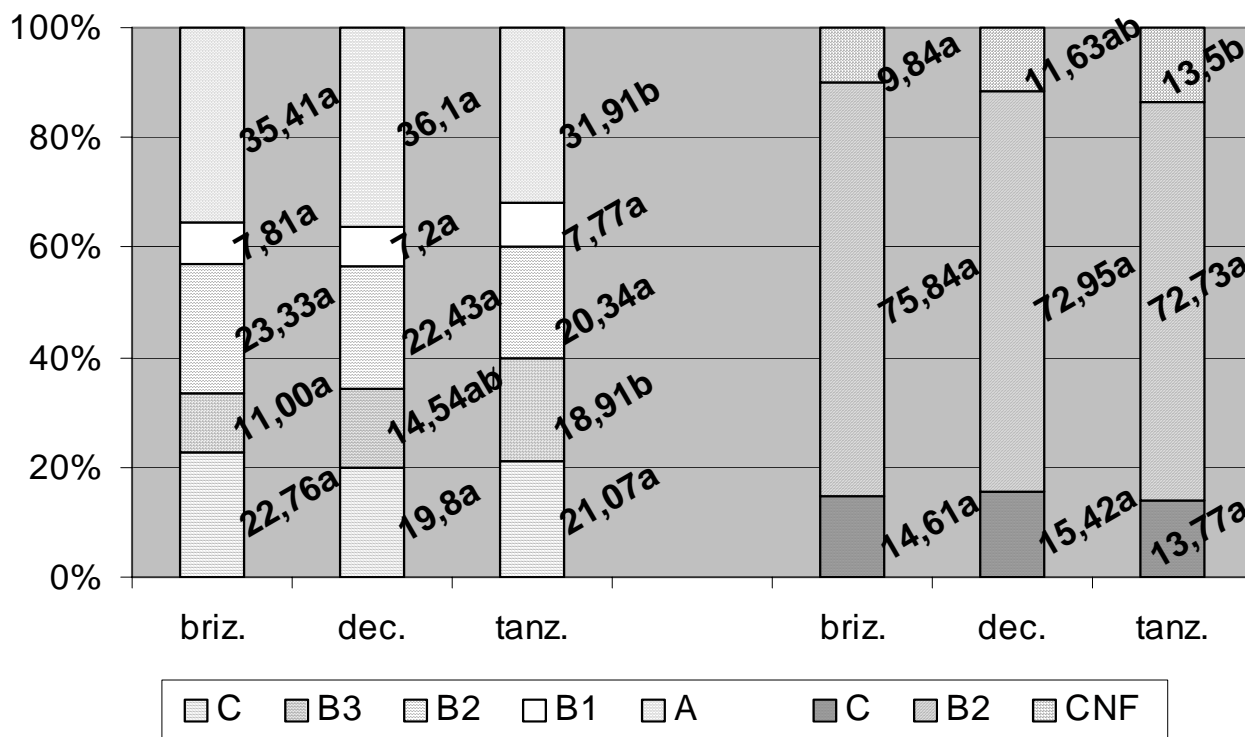
1 Além destas diferenças nas frações dos componentes morfológicos, assume grande
2 importância os teores de PB e CHT destes componentes. Os teores de CHT mantiveram-se
3 elevados, porém os de PB decresceram em colmos e material morto. Este último é o componente
4 botânico em maior quantidade na forragem amostrada, de forma que se conclui que apesar de se
5 constituir em uma fonte satisfatória de fração B2 de carboidratos a matéria morta acarreta um
6 déficit protéico na dieta ofertada ao animal. Já a folha que é o componente de maior valor
7 nutritivo tem baixa disponibilidade na pastagem na época seca do ano.

8 Utilizando-se da média ponderada dos valores de análise bromatológica em função do peso
9 de cada componente da amostra obteve-se um valor estimado da composição da parte aérea de
10 cada forrageira que está apresentada na figura 1. Observou-se que diferenças entre as gramíneas
11 são em grande parte devido à diferente proporção dos componentes morfológicos na amostra,
12 como no presente experimento em que *P. Maximum* cv. Tanzânia possui mais folhas em relação
13 as braquiárias (Tabela 4).

14 Desta forma, para a fração A de proteína obteve-se os valores de 35,41; 36,1 e 31,91% para
15 *B. brizantha*, *B. decumbens* e *P. maximum* cv. Tanzânia, respectivamente. Estes resultados
16 diferem dos encontrados por Malafaia et al. (1997), que determinaram menores níveis da fração
17 A (11,58%) para *B. brizantha* em relação à *B. decumbens* (32,28%) e de Souza (2003) que
18 encontrou 15% e 18% para a fração A da *B. decumbens* e do *P. maximum* cv Tanzânia,
19 respectivamente. No entanto as frações A obtidas para as três gramíneas estudadas foram
20 semelhantes às obtidas por Lagunes et al. (1999) para *B. decumbens* (29,55%), *B. brizantha*
21 (29,62%) e cultivares de *Panicum maximum* (26 a 31,6%), e à obtida por Balsalobre (2003) para
22 *Panicum maximum* cv. Tanzânia (27,45%).

23 Como todos os pastos receberam adubação nitrogenada na época das águas, poderia-se
24 acreditar que os altos valores encontrados para esta fração fosse consequência desta adubação,

1 contudo, o efeito da adubação nitrogenada se faz presente por um período relativamente curto
2 após a sua aplicação, não refletindo em elevação da fração A no período da seca.



3 Figura 1. Frações de proteínas (A, B1, B2, B3 e C) e de carboidratos (CNF, B2 e C) da planta
4 inteira estimados pela média ponderal dos componentes morfológicos de *Brachiaria*
5 *brizantha* cv. Marandu (briz.), *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (dec.) e *Panicum*
6 *maximum* cv. Tanzânia (tanz.)
7 Figure 1. Proteic (A, B1, B2, B3 e C) and carbohydrate fractions (NCF, B2 and C) from *Brachiaria*
8 *brizantha* cv. Marandu (briz.), *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (dec.) e *Panicum Maximum*
9 *cv. Tanzânia* (tanz.) estimated by morphological compounds ponderal media
10

11 Já para a fração B1 encontraram-se os valores de 7,81; 7,2 e 7,77% para *B. brizantha*, *B.*
12 *decumbens* e *P. maximum* cv. Tanzânia, respectivamente, que foram superiores aos encontrados
13 por Malafaia et al. (1997) que obtiveram 4,54% para *B. decumbens* e 1,65% para *B. brizantha* e
14 aos encontrados por Souza (2003) que obteve 4% para *P. maximum* cv. Tanzânia e 5% para *B.*
15 *decumbens*. No entanto, foi semelhante ao encontrado por Balsalobre (2003) que obteve 6,64%
16 para capim-tanzânia.

17 Segundo Russel et al. (1992), a biomassa de bactérias ruminais que utiliza carboidratos
18 não-estruturais pode ser aumentada em até 18,7% quando ocorre adequada disponibilidade da

1 fração B1 no rúmen. No entanto, Balsalobre (2003) afirma que a fração B1 tem pouca
2 importância em plantas forrageiras, pois, ela sempre representa valores menores que 10% do total
3 da proteína.

4 Para a fração B2 obtiveram-se os valores de 23,33; 22,43 e 20,34% para *B. brizantha*, *B.*
5 *decumbens* e *P. maximum* cv. Tanzânia, respectivamente. Estes resultados inferiores aos
6 encontrados por Malafaia et al. (1997) com 32,97% para *B. brizantha* e *B. decumbens*, por Souza
7 (2003) que obteve 60,6% de nitrogênio na fração B2 em *B. decumbens* e de 40,3% em *P.*
8 *maximum* cv. Tanzânia e por Lagunes et al. (1999) que encontraram 28,9% e 30,4% em *B.*
9 *brizantha* e *B. decumbens*, respectivamente. Já Balsalobre (2003) encontrou 18,3% em capim-
10 tanzânia, valor próximo ao observado no presente experimento.

11 Sniffen et al. (1992) afirmaram que uma parte da fração B2 é fermentada no rúmen e outra
12 vai ser digerida no intestino e sua digestão depende das taxas de degradação e passagem.

13 Para a fração B3 obtiveram-se os valores de 11,00; 14,54 e 18,91% para *B. brizantha*, *B.*
14 *decumbens* e *P. maximum* cv. Tanzânia, respectivamente. Malafaia et al. (1997) obtiveram
15 34,17% para *B. brizantha* e 17,55% para *B. decumbens*. Souza (2003) encontrou 30% para o *P.*
16 *maximum* cv. Tanzânia e 15% para *B. decumbens*. Balsalobre (2003), obteve 37,8 % para o
17 capim-tanzânia. Já Lagunes et al. (1999), encontraram 10,1% para *B. brizantha* e 9,3% para *B.*
18 *decumbens*.

19 Segundo Balsalobre (2003), a fração B3 representa a proteína de maior proporção na
20 planta, sendo oriunda da subtração do PIDN pelo PIDA, e seria a proteína aderida à parede
21 celular, por esta razão apresenta baixa taxa de degradação. Um alto percentual da fração B3
22 escapa da degradação ruminal, sendo degradado nos intestinos (Sniffen et al., 1992).

23 A fração C apresentou os valores de 22,76; 19,8 e 21,07% para *B. brizantha*, *B.*
24 *decumbens* e *P. maximum* cv. Tanzânia, respectivamente. Malafaia et al. (1997) obtiveram
25 27,73% para a *B. brizantha* e de 11,66 % para a *B. decumbens*. Souza (2003) encontrou 6,5%

1 para *P. maximum* cv. Tanzânia e 6% para a *B. decumbens*, e Balsalobre (2003) que obteve
2 10,28% para o capim-tanzânia.

3 Silva et al. (2004) em experimento com bovinos fistulados demonstraram discrepância
4 entre os valores de PIDA (fração C) para o alimento e a fração protéica indegradável após 240
5 horas de incubação ruminal (PIIDN) sugerindo avaliações biológicas e não químicas para tal
6 fração.

7 Para a fração CNF de carboidratos obtiveram-se os valores de 9,84; 11,63 e 13,5% para *B.*
8 *brizantha*, *B. decumbens* e *P. maximum* cv. Tanzânia, respectivamente. Estes resultados de CNF
9 são semelhantes aos encontrados por Malafaia et al.(1997) para *B. brizantha* (11,9%) e para *B.*
10 *decumbens* (11,3%), e inferiores aos encontrados por Lagunes (1999) para *B. brizantha* (18%) e
11 para *B. decumbens* (16%) e para as cultivares de *P. maximum* (13 a 20%) e ao de Balsalobre
12 (2002) para o capim-tanzânia (22,85%).

13 Segundo Vieira et al. (2000) as gramíneas tropicais apresentam baixos teores de
14 carboidratos solúveis e amido, frações A e B1, raramente superiores a 20% dos carboidratos
15 totais (CT).

16 A fração B2 de carboidratos é a fração potencialmente digestível da parede celular que
17 demonstrou ser a de valor mais elevado entre as frações dos carboidratos, o que se explica pelos
18 altos teores de FDN encontrados em gramíneas tropicais. Neste experimento obteve-se os valores
19 de 75,84; 72,95 e 72,73% para *B. brizantha*, *B. decumbens* e *P. maximum* cv. Tanzânia,
20 respectivamente (Figura 1).

21 Malafaia et al. (1997) obtiveram valores de B2 de 70% para *B. brizantha* 72,1% para *B.*
22 *decumbens*. (1999) observou 70,45% para *B. brizantha*, 71,09% para *B. decumbens*, e 70 a 76%
23 para as cultivares de *P. maximum*. Valor menor foi encontrado por Balsalobre (2003) que obteve
24 56,74% para o capim-tanzânia.

1 O aumento no teor de lignina afeta diretamente a fração degradável da FDN (fração B2).
2 Segundo Caballero et al. (2001), à medida que ocorre avanço na idade fisiológica da planta
3 ocorre redução dessa fração, pois aumenta o teor de lignina na planta.

4 A fração B2 é também calculada levando-se em conta a porcentagem de lignina na FDN, de
5 forma que aumentando-se essa porcentagem diminui-se a fração B2. Desse modo, a relação
6 lignina/FDN é um fator importante a ser analisado no que diz respeito à qualidade da planta
7 forrageira. Forragens que apresentam baixos valores de lignina em relação a FDN, disponibilizam
8 altas proporções de hemicelulose para a fermentação ruminal. Assim, poderia se inferir que essas
9 plantas podem apresentar altas proporções de parede celular, porém de boa qualidade
10 (Balsalobre, 2003).

11 Já a fração C apresentou os valores de 14,61; 15,42 e 13,77% para *B. brizantha*, *B.*
12 *decumbens* e *P. maximum* cv. Tanzânia, respectivamente. Resultados inferiores aos de Malafaia
13 (1997) que encontrou 18,8% para *B. brizantha* e 16,3% para *B. decumbens*, e ao de Balsalobre
14 (2003) que obteve 20,46% para o capim-tanzânia. Já Lagunes (1999) que observou 11,1% para
15 *B. brizantha*, 12,9% para *B. decumbens*, e de 10 a 17% para as cultivares de *P. maximum*.

16 O CNCPS adota uma relação linear entre o teor de lignina e a porção indegradável de
17 carboidratos (fração C). No entanto, Traxler et al. (1998), mostram que o aumento no teor de
18 lignina e a queda da digestibilidade da FDN não seguem uma relação linear, uma vez que a
19 lignina não tem efeito na digestibilidade da parte solúvel da parede celular. Logo, a obtenção da
20 fração C deve basear-se em procedimentos biológicos diretos (Van Soest, 1994).

21 A análise de corte integral de uma forrageira por si só não parece ser uma estimativa ideal
22 da dieta ingerida pelos animais, em virtude da seletividade de pastejo. Andrade et al. (2004)
23 evidenciaram a diferença entre o valor nutritivo da planta de um dossel com a extrusa de bovinos
24 fistulados.

1 Em condições de pastejo, a caracterização qualitativa da dieta dos animais tem sido alvo de
 2 inúmeras investigações, as quais tem buscado ampliar a acurácia na determinação dos
 3 componentes bromatológicos ingeridos pelos animais. Tal fato evidencia-se quando comparamos
 4 a análise bromatológica da planta inteira (parte aérea) com as de simulação de pastejo de
 5 *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* (Tabela 6).

6 Tabela 13. Médias e níveis de significâncias para proteína bruta (PB), proteína solúvel (P. Sol.),
 7 nitrogênio não-protéico (NPN), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente
 8 ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em
 9 detergente ácido (PIDA), lignina em detergente ácido (LDA), digestibilidade *in vitro*
 10 da matéria orgânica (DIVMO) de amostras de simulação de pastejo (SP) e estimativa
 11 da planta inteira por média ponderal dos componentes morfológicos de *Brachiaria*
 12 *brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk.

13 Table 6. Means of contents and standard error for crude protein (CP), soluble protein (Sol. P.), non-
 14 proteic nitrogen (NPN), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), neutral
 15 detergent insoluble protein (NDIP), acid detergent insoluble protein (ADIP), acid detergent
 16 lignin (ADL), ethereal extract (EE) and ashes from leaves, stems and dead material from hand
 17 plucked samples and whole plant of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (palisade grass) and
 18 *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (signal grass).

	<i>B. brizantha</i>		<i>B. decumbens</i>	
	Palisade grass		Signal grass	
	planta inteira whole plant	SP HP	planta inteira whole plant	SP HP
PB (%MS)	3,9 ^a	6,20 ^b	4,87 ^a	6,22 ^b
CP (%DM)	(0,20)	(0,24)	(0,20)	(0,24)
P. Sol (%PB)	43,85 ^a	36,22 ^b	44,52 ^a	38,30 ^b
Sol. P. (%CP)	(0,88)	(1,08)	(0,88)	(1,08)
NPN (%P. Sol.)	81,89 ^a	83,15 ^a	80,63 ^a	88,93 ^a
NPN (%Sol. P.)	(1,92)	(2,35)	(1,92)	(2,35)
FDN(%MS)	79,56 ^a	72,38 ^b	78,47 ^a	75,15 ^a
NDF(%DM)	(0,78)	(0,95)	(0,78)	(0,95)
PIDN(%MS)	1,36 ^a	2,49 ^b	1,68 ^a	2,50 ^b
NDIP(%DM)	(0,09)	(0,11)	(0,09)	(0,11)
PIDA(%MS)	0,74 ^a	0,79 ^a	0,80 ^a	0,98 ^b
ADIP(%DM)	(0,03)	(0,03)	(0,03)	(0,03)
LDA(%MS)	5,20 ^a	4,91 ^a	5,46 ^a	5,45 ^a
ADL(%DM)	(0,24)	(0,29)	(0,24)	(0,29)
EE(%MS)	1,30 ^a	2,37 ^b	1,67 ^a	2,06 ^b
EE(%DM)	(0,09)	(0,11)	(0,09)	(0,11)
CZ (%MS)	7,96 ^a	8,86 ^a	6,63 ^a	7,31 ^a
Ash (%DM)	(0,22)	(0,27)	(0,22)	(0,27)
DIVMO(%MS)	38,23 ^a	45,25 ^b	39,33 ^a	43 ^a
IVOMD(%DM)	(1,25)	(1,53)	(1,25)	(1,53)

19 Médias, na mesma linha e dentro de componente morfológico, seguidas de letras diferentes diferem
 20 ($P < 0,05$) pelo teste T. Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

21 Means in the same line and inside the same morphological compound followed by different letters are different
 22 ($P < 0,05$) by T test. Parenthesis values correspond to mean standard error.

1 Euclides et al. (1992) não obtiveram diferença ($P < 0,01$) nos conteúdos de folha, PB e
2 DIVMO entre amostras obtidas por extrusa esofágica e de simulação de pastejo e estes
3 conteúdos, por sua vez, foram inferiores ($P < 0,01$) nas amostras obtidas por corte rente ao solo,
4 corte do topo da forragem e cortes efetuados em camadas verticais de 10 cm.

5 Garcia et al. (2004) e Lista et al. (2004) também consideraram satisfatórios os resultados
6 provenientes de simulação de pastejo por coleta manual, consistindo numa técnica simples e de
7 baixo custo.

8 Observando os dados da tabela 6, nota-se que as amostras provenientes de simulação de
9 pastejo possuem maior teor ($P < 0,05$) de PB e DIVMO e menor teor de FDN. Já nas frações
10 protéicas (tabela 7) nota-se o maior valor de fração C da proteína na planta inteira do que o
11 observado nas amostras de simulação de pastejo ($P < 0,05$), estas por sua vez apresentaram maior
12 quantidade de fração B3 ($P < 0,05$). Para as frações de carboidratos observou-se maior quantidade
13 de CNF para as amostras de simulação de pastejo ($P < 0,05$) em *B. brizantha* e menor quantidade
14 de fração B2 de carboidrato ($P < 0,05$) em ambas forrageiras.

15 Estes resultados demonstram que na simulação de pastejo há maior influência das folhas
16 nas médias dos teores da análise bromatológica e conseqüentemente nas frações de proteínas e
17 carboidratos, reforçando a existência de seletividade de pastejo com preferência por folhas.

18 Embora o valor estimado da PB de planta inteira de *B. brizantha* tenha sido menor
19 ($P < 0,05$) que de *B. decumbens*, e sabendo que a própria folha de *B. brizantha* apresentou menor
20 valor nutritivo que a de *B. decumbens* (Tabela 4) as amostras de simulação de pastejo
21 apresentaram PB semelhantes, sugerindo que a *B. brizantha* possui características estruturais que
22 facilitam a preensão de folhas no pastejo, resultando numa dieta de melhor qualidade para os
23 animais.

24 Nota-se também que mesmo com maior influência das folhas, que é o componente
25 morfológico de maior valor nutritivo, na simulação de pastejo, o valor de PB não chegou a 7%,

1 que é o considerado mínimo para adequada atividade dos microorganismos ruminais, segundo
2 Minson (1990).

3 Tabela 14. Teores médios e erro padrão de proteína bruta (PB) e de carboidratos totais (CHT) e
4 valores médios das frações de proteínas (A, B1, B2, B3 e C) e de carboidratos (CNF,
5 B2 e C) de estimativa da planta inteira por média ponderal dos componentes
6 morfológicos e de simulação de pastejo (SP) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e
7 *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk .

8 Table 7. Means contents and standard error of crude protein (CP) and total carbohydrates (TC), and
9 means values of protein fractions (A, B1, B2, B3 e C) and carbohydrate fractions (NCF, B2 and
10 C) of whole plant (ponderal mean estimative) and hand plucked samples (HP) of *Brachiaria*
11 *brizantha*, (palisade grass.) and, *Brachiaria decumbens*(signal grass.)

	<i>B. brizantha</i>		<i>B. decumbens</i>	
	<i>Palisade grass</i>		<i>Signal grass</i>	
	planta inteira <i>whole plant</i>	SP <i>HP</i>	planta inteira <i>whole plant</i>	SP <i>HP</i>
PB (%MS)	3,90 ^a	6,20 ^b	4,87 ^a	6,22 ^b
CP(%DM)	(0,20)	(0,24)	(0,20)	(0,24)
Frações protéicas <i>Proteic fractions</i>				
A	35,77 ^a (1,14)	30,11 ^b (1,40)	36,03 ^a (1,14)	34,06 ^a (1,40)
B1	8,07 ^a (0,82)	6,11 ^a (1,00)	8,49 ^a (0,82)	4,24 ^b (1,00)
B2	22,50 ^a (0,86)	23,56 ^a (1,05)	21,17 ^a (0,86)	21,72 ^a (1,05)
B3	12,03 ^a (1,11)	27,43 ^b (1,36)	14,57 ^a (1,11)	25,19 ^b (1,36)
C	21,91 ^a (1,05)	12,77 ^b (1,28)	19,73 ^a (1,05)	14,79 ^b (1,28)
CHT(%MS)	87,08 ^a	82,57 ^b	86,85 ^a	84,40 ^b
TC(%DM)	(0,38)	(0,46)	(0,38)	(0,46)
Frações dos carboidratos <i>Carbohydrate fractions</i>				
CNF	10,29 ^a (0,79)	15,34 ^b (0,96)	11,74 ^a (0,79)	13,97 ^a (0,96)
B2	75,69 ^a (0,58)	70,40 ^b (0,71)	73,28 ^a (0,58)	71,10 ^b (0,71)
C	14,32 ^a (0,62)	14,25 ^a (0,76)	14,97 ^a (0,62)	14,93 ^a (0,76)

12 Médias, na mesma linha e dentro de espécie forrageira, seguidas de letras diferentes são diferentes (P<0,05)
13 pelo teste T. Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

14 Means in the same line and inside the same grass specie followed by different letters are different (P<0,05) by T test.
15 Parenthesis values correspond to mean standard error.

16
17 Chalupa (1968) sugere que a suplementação com uréia é consistentemente eficiente,
18 quando não ultrapassa 33% do nitrogênio total ou 1% da matéria seca total da dieta. Contudo,

1 segundo Owens & Zinn (1988) o sistema de reciclagem de nitrogênio no rúmen se adapta
2 facilmente à rapidez da liberação de amônia pelas fontes de nitrogênio não-protéico.

3 A deficiência de amônia ruminal pode promover uma diminuição de consumo devido à
4 menor atividade fermentativa no rúmen (Orskov, 1988). Segundo Russel et al. (1992) e Tedeschi
5 et al. (2000), as bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos, utilizam amônia como única
6 fonte de nitrogênio, sendo estas altamente prejudicadas quando ocorre uma deficiência de
7 nitrogênio degradável no rúmen, levando a um menor desaparecimento dos carboidratos fibrosos.

8 Desta forma justifica-se a suplementação com uréia na seca, a fim de se corrigir a
9 deficiência protéica da dieta, mesmo ela ultrapassando 1/3 do nitrogênio disponível ao animal,
10 tendo-se o cuidado em não atingir níveis tóxicos.

11

12

Conclusões

13 Amostras destinadas a análise bromatológica devem ser pré-secadas à temperatura de
14 55°C para não haver alteração de seus componentes, principalmente das frações de proteínas e de
15 carboidratos.

16 Praticamente 1/3 do nitrogênio da pastagem está sob a forma de NNP. A folha é o
17 componente de maior valor nutritivo, apresentando elevado valor protéico com frações de
18 proteínas tendo potencial de degradação tanto em nível ruminal (frações A, B1 e B2) quanto
19 intestinal (fração B3), porém apresenta baixa disponibilidade na época da seca. O material morto,
20 representa fonte de fração B2 de carboidratos, porém, em virtude de possuir baixo valor de PB,
21 produz déficit protéico na dieta.

22 As frações de proteínas e carboidratos se assemelham entre *B. decumbens* cv. Basilisk, *B.*
23 *brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia, a não ser a fração protéica B3 ser
24 maior na Tanzânia em detrimento da fração B2. As diferenças mais pronunciadas ocorreram entre

1 os componentes morfológicos e, portanto, a quantidade de cada componente na pastagem assume
2 papel de destaque na dieta disponível aos animais.

3 Amostras de pastejo simulado possuem maior valor nutritivo do que a estimativa da
4 planta inteira (parte aérea), em virtude da seletividade de pastejo que dá preferência a folhas em
5 relação a colmos e matéria morta, demonstrando que a dieta que o animal consome difere da que
6 é avaliada somente com o valor do corte aéreo total da forragem

7 Faz-se necessária suplementação protéica na época da seca para se atingir o nível mínimo
8 adequado de atividade dos microorganismos ruminais.

9 O conhecimento das frações de proteínas e carboidratos das forrageiras tropicais é
10 importante para ser possível promover validações e correções para o sistema CNCPS em
11 condições tropicais de animais sob pastejo, melhorando a eficiência da suplementação animal.

12

13 **Literatura Citada**

14

15

16

17 ANDRADE, D.K.B.; VÉRAS, A.S. C.; FERREIRA, M. A..F. Avaliação qualitativa da pastagem
18 de *Brachiaria decumbens* Stapf, através de dois métodos de amostragem: corte do pasto
19 rente ao solo e coleta de extrusa no período das águas. IN: 41º Reunião Anual da Sociedade
20 Brasileira de Zootecnia, *Anais*. Campo Grande: SBZ, 2004

21

22 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. 1995. *Official Methods*
23 *of Analysis*. 15.ed. Arlington. 1117p. Chemists.

24

25 ARC-AGRICULTURA RESEARCH COUNCIL. *The nutrient requirements of ruminant*
26 *livestock*. Farham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984.

27

28 BALSALOBRE, M.A. A., Valor alimentar do capim tanzânia irrigado. Piracicaba, 2003,113 p.
29 Dissertação (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade
30 de São Paulo.

31

32 CABALLERO, R.; ALZUETA, C.; ORTIZ, L.T.; RODRÍGUEZ, M.L.; BARRO, C.; REBOLÉ,
33 A. Carbohydrate and protein fractions of fresh and dried Common Vetch at three maturity
34 stages. *Agronomy Journal*, v.93, p.1006 –1013, 2001.

35

36 CHALUPA, W. Problems in feed urea to ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 27, p. 207-
37 219, 1968.

- 1 EUCLIDES, V.P.B., MACEDO, M.C.M., OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de
2 amostragem sob pastejo. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Vol. 21, nº4,1992
3
- 4 EUCLIDES, V.P.B.; ZIMMER, A.H.; OLIVEIRA, M.P. Evaluation of *Brachiaria decumbens*
5 and *Brachiaria brizantha* under grazing. In: INTERNATIONAL GRASSLAND
6 CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. *Proceedings...*Palmerston North: New Zealand
7 Grassland Association, 1993. V.3, p. 1997-1998.
8
- 9 GARCIA, A L.; BERTIPAGLIA, M.A.L.; MELO, M.P.G.; FERREIRA, D.S. Avaliação do valor
10 nutritivo da dieta de bovinos mantidos em pastagens de *Brachiaria brizantha* utilizando três
11 métodos de amostragem. IN:41º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, *Anais*.
12 Campo Grande: SBZ, 2004
13
- 14 KRISHNAMOORTHY, U. C.; SNIFFEN, C. J.; STERN, M. D.; VAN SOEST, P. J. Evaluation
15 of a mathematical model of digesta and in-vitro simulation of rumen proteolysis to estimate
16 the rumen undegraded nitrogen content of feedstuffs. *Br. J. Nutr.*, v. 50, p. 555, 1983.
17
- 18 LAGUNES, F. I.J.; FOX, D. G.; BLAKE, R. W.; PELL, A. N.; Evaluation of tropical grasses for
19 milk production by dual-purpose cows in tropical Mexico. *Journal of Dairy Science*. V. 82,
20 p. 2136-2145, 1999.
21
- 22 LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for
23 nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology*, v.57, p.347- 358,
24 1996.
25
- 26 LISTA, F.B.; SILVA, J.F.C.; VASQUEZ, H.M.; DETMANN, E.; CLIPES, R.C. Fracionamento
27 de carboidratos e compostos nitrogenados em amostras obtidas por extrusa esofágica e
28 simulação manual em pastagens tropicais. IN:41º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de
29 Zootecnia, *Anais*. Campo Grande: SBZ, 2004
30
- 31 MALAFAIA, P. A.M.; VALADARES FILHO, S. C.; MENDONÇA, R.A.; SILVA, J. F. C.;
32 PEREIRA, J.C. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos
33 para ruminantes. *R. Bras. Zootec.*, v. 26 nº6, p. 1243-1251, 1997
34
- 35 MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. San Diego, 1990, 483 p.
36
- 37 ORSKOV, E. R. *Nutrición proteica de los rumiantes*. Zaragoza: ACRIBIA, 1988. 18 p.
38
- 39 OWENS, F.N.; ZINN, R. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D.C. (Ed.).
40 The ruminant animal, digestive physiology and nutrition. Englewood Cliffs: Prentice-Hall,
41 1988. cap.12, p.227-249.
42
- 43 PALMER, R.; JONES, R.J.; WINA, E.; TANGENDJAJA, B. The effect of sample drying
44 conditions on estimates of condensed tannin and fibre content, dry matter digestibility,
45 nitrogen digestibility and PEG binding of *Calliandra calothyrsus*. *Animal Feed Science*
46 *Technology*, v.87, p.29-40, 2000.
47
- 48 RUSSELL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for
49 evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.*, 70(12):3551-3561. 1992.

- 1 SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; QUEIROZ, D.S.; VALADARES FILHO, S.D.; FONSECA,
2 D.M.; LANA, R.P. Avaliação da pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf:1.
3 Características químico bromatológicas da forragem durante a seca. *R. Bras. Zootec.*, v33,
4 n.1, p.203-213, 2004
5
- 6 SAS Start User's Guide Version 6. 4 ed., v.2, Cary, North Carolina. SAS Institute Inc., 1996.
7
- 8 SILVA, J.F.C.; VIEIRA, R.A.M.; LISTAF, N.; NUNES, L.B.M. Avaliação da proteína insolúvel em
9 detergente ácido como estimador da fração protéica indegradável no rúmen em forragens
10 tropicais. IN: 41º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, *Anais*. Campo
11 Grande: SBZ, 2004
12
- 13 SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein
14 system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*,
15 70(12):3562-3577. 1992.
16
- 17 SOUZA, G. B. Pré-tratamento e caracterização dos constituintes nutricionais em amostras de
18 alimento animal. São Carlos, 74 p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo,
19 Instituto de Química de São Paulo. 2003.
20
- 21 TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. Accounting for the effects of a ruminal nitrogen
22 deficiency within the structure of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. *Journal*
23 *of Animal Science*, v. 78, p. 1648-1658, 2000.
24
- 25 TILLEY, J.M.A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops.
26 *J. Br. Grassl. Soc.*, 18(2):104-111. 1963.
27
- 28 TRAXLER, M.J.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J.; PELL, A.N.; LASCANO, C.E.; LANNA,
29 D.P.D.; MOORE, J.E.; LANA, R.P.; VÉLESZ, M.; FLORES, A. Predicting forage
30 indigestible NDF from lignina concentration. *Journal of Animal Science*, v.76, p.1469 -
31 1480, 1998.
32
- 33 VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Oregon: Ed. Corvallis, E.E.U.U.O., & B.
34 Books, 1982. p.374.
35
- 36 VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press.
37 1994. 476p.
38
- 39 VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral
40 detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*,
41 74(10):3583-3597.
42
- 43 VIEIRA, R.A.M., PEREIRA, J.C., MALAFAIA, P.A.M. Fracionamento dos carboidratos e
44 cinética de degradação *In Vitro* da fibra em detergente neutro da extrusa de bovinos a pasto
45 *Rev. bras. zootec.*, 29(3):889-897, 2000
46
47
48
49
50