

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação**

**CONSUMO E AMBIENTE RUMINAL DE VACAS  
HOLANDÊS-ZEBU EM LACTAÇÃO SOB PASTEJO DE  
*BRACHIAIA* spp SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES  
QUANTIDADES DE CONCENTRADO**

**BRENO MOURÃO DE SOUSA**

**Belo Horizonte  
Escola de Veterinária da UFMG  
2006**

**BRENO MOURÃO DE SOUSA**

**CONSUMO E AMBIENTE RUMINAL DE VACAS  
HOLANDÊS-ZEBU EM LACTAÇÃO SOB PASTEJO DE  
*BRACHIAIA* spp SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES  
QUANTIDADES DE CONCENTRADO**

Tese apresentada à Escola de Veterinária da  
Universidade Federal de Minas Gerais,  
como requisito parcial para obtenção de  
grau de Doutor em Ciência Animal.  
Área de Concentração: Nutrição Animal.  
Orientador: Helton Mattana Saturnino

Belo Horizonte  
Escola de Veterinária da UFMG  
2006

S725c Sousa, Breno Mourão de, 1973-  
Consumo e ambiente ruminal de vacas holandês-zebu em lactação sob  
pastejo de *brachiaia* spp suplementadas com diferentes quantidades de  
concentrado / Breno Mourão de Sousa. - 2006.  
77p.: il.  
Orientador: Helton Mattana Saturnino  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de  
Veterinária  
Inclui bibliografia  
1. Bovino leiteiro – Alimentação e rações – Teses. 2. Pastejo – Teses.  
3. Nutrição animal – Teses. 4. Capim Brachiaria – Teses. I. Saturnino,  
Helton Mattana. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de  
Veterinária. III. Título.

CDD - 636.214.085

Tese defendida e aprovada em 04/05/2006, pela Comissão Examinadora constituída por:

---

Prof. Helton Mattana Saturnino  
Orientador

---

Profa. Ana Luiza Costa Cruz Borges

---

Prof. Ronaldo Braga Reis

---

Profa. Maria Cristina Duarte Rios Diniz

---

Dr. Fernando César Ferraz Lopes

### **DEDICATÓRIA**

Para os treze anos de dedicação e convivência na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, não há como agradecer. Terminei um ciclo para começar outro, mas você nunca será esquecida. Choramos, mas vencemos. OBRIGADO. Para você, eu dedico o que sou e tudo que tenho.

Para Anália, Anna Flávia e Anna Luiza, eu dedico (...). Vocês três deram uma nova alegria e paixão em minha vida, e pela primeira vez, projeto... Espero tê-las sempre ao meu lado, estimulando e torcendo por um futuro promissor, sempre...

Para minha família (Pai, Mãe, Dedé e Dudu), eu dedico (...). Sempe presente, eterno orgulho. União, companheirismo, bem comum, trabalho. Caímos quantas vezes? Levantamos todas, e sempre aprendendo. Tentarei passar os ensinamentos por toda a eternidade...

## AGRADECIMENTOS

São tantos:

Ao Prof. Helton Mattana Saturnino, pela orientação, amizade, carinho e muita paciência. Nunca conseguiria mudar a vida profissional e pessoal de alguém como o senhor mudou a minha. É e sempre será o meu ORIENTADOR.

À Profa. Ana Luiza Costa Cruz Borges, pelas palavras de incentivo mesmo quando o horizonte parecia perdido. Você sabe melhor que ninguém elevar o moral de um ser humano, fantástico. À Profa. Sandra Gesteira Coelho, por ter me ensinado o bem mais precioso da profissão de docente. Ao Prof. Ronaldo Braga Reis, cujos estímulos e desafios levam o estudante aos limites do conhecimento. Ao amigo Fernando César Ferraz Lopes, de um simples colega de mestrado, você conseguiu tornar-se um exemplo de profissional para todos nós. Tenho a honra de dizer que fui seu colega de pós-graduação. À amiga Maria Cristina Diniz, cuja amizade permitiu a conclusão deste trabalho.

Aos meus sempre amigos e professores da clínica: Antônio Último de Carvalho, Elias Jorge Facury Filho e Paulo Marcos Ferreira. Amizade, união, objetivo, qualidades não lecionadas em sala de aula, mas facilmente transmitida pela convivência. Para todos aqueles professores não mencionados, o meu mais sincero muito obrigado. Venci, graças aos ensinamentos de todos vocês. Eternos mestres.

Para meu amigo e irmão de orientação, Warley Efreim Campos. Nunca, nunca teria o que tenho hoje se não fosse sua companhia e estímulo. Obrigado por escutar-me.

Mariana Magalhães e Ricardo Reis: se eu tenho uma tese de doutorado, devo a vocês dois. Não teria conseguido sem suas palavras de incentivo e agradável companhia.

Aos amigos que possibilitaram a realização deste trabalho de campo: Denílson Glodoaldo de Figueiredo; Joan Brálio Mendes Pereira Lima; Ricardo Augusto Bernardes (Ricardinho); Lucas Paim; Eduardo Boabaid; Guilherme Lanna; Jairão; Alexandre Portugal; Armanda; Silas.

Aos amigos de mestrado e doutorado: Leonardo Andrade Leite, Fabiene Ferreira, Rafahel Carvalho de Souza, Janaína Januário, Patrícia Pimentel, Marcelli Antenor de Oliveira, André Guimarães, Fabiana Lessa, Flavia Adriana, enfim, todos: obrigado. Amizade é combustível para vencer.

Aos funcionários da propriedade rural em Leandro Ferreira, povoado Moinhos: Geovani (Ge); Vanessa; Rodrigo (Ro); João de Deus (Deuzinho); Leonilde (Lia); Wesley (Lelé); Wuanderson (Nan); Carolina (Carol). Agradável companhia por 88 dias ininterruptos.

Sinceros agradecimentos para toda a equipe PRODAP, em especial à pessoa do Sr. Marcelo Pimenta. Se eu tive um modelo experimental para fazer este trabalho, dedico integralmente a todos vocês. Obrigado pela oportunidade e aprendizado.

Para toda a equipe técnica e administrativa da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (EV-UFGM): MUITO OBRIGADO.

Deus, mais uma vez, muito obrigado...

---



---

**SUMÁRIO**


---



---

<b>RESUMO</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	12
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1 SITUAÇÃO DA PESQUISA PARA ESTIMATIVA DO CONSUMO VOLUNTÁRIO DE MATÉRIA SECA COM VACAS LEITEIRAS A PASTO .....	14
2.2 NOVAS FRONTEIRAS DA PESQUISA PARA ESTIMATIVA DO CONSUMO VOLUNTÁRIO DE MATÉRIA SECA COM ANIMAIS A PASTO .....	21
2.3 AMBIENTE RETÍCULO-RUMINAL DE VACAS LEITEIRAS À PASTO .....	26
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	31
3.1 LOCAL E PIQUETES EXPERIMENTAIS .....	31
3.2 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS COM OS PIQUETES ROTACIONADOS E DESCRIÇÃO GERAL DOS ANIMAIS EXPERIMENTAIS .....	32
3.3 AVALIAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES DAS GRAMÍNEAS PASTEJADAS .....	34
3.4 DESCRIÇÃO DOS ANIMAIS E TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS .....	35
<b>3.4.1 Experimento 1</b> .....	36
3.4.1.1 <i>Alimentação, ordenha e arraçãoamento</i> .....	36
3.4.1.2 <i>Disposição do ensaio 1</i> .....	36
3.4.1.3 <i>Disposição do ensaio 2</i> .....	36
3.4.1.4 <i>Estimativa do consumo de matéria seca</i> .....	37
3.4.1.5 <i>Análises laboratoriais</i> .....	38
<b>3.4.2 Experimento 2</b> .....	39
3.5 ANÁLISE DE VARIÂNCIA .....	40
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	41
4.1 DISPONIBILIDADE DAS GRAMÍNEAS EXPERIMENTAIS .....	41
4.2 VALOR NUTRITIVO DAS GRAMÍNEAS PASTEJADAS E DO ALIMENTO CONCENTRADO SUPLEMENTADO .....	47
4.3 ESTIMATIVA DO CONSUMO VOLUNTÁRIO DE MATÉRIAS SECA .....	50
4.4 AMBIENTE RETÍCULO-RUMINAL .....	61
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	71
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	72

---

**LISTA DE TABELAS**

---

Tab. 1	Consumos médios de matéria seca em relação ao peso vivo (% MS/PV) e de fibra em detergente neutro (% FDN/PV) de gramíneas em experimentos nacionais com vacas em lactação e novilhas leiteiras	18
Tab. 2	Consumos médios de matéria seca (Kg MS ou % MS/PV) e de fibra em detergente neutro (Kg FDN ou % FDN/PV) de forrageiras de clima temperado de experimentos estrangeiros com vacas em lactação e novilhas leiteiras	19
Tab. 3	Disponibilidade total de MS (Kg/ha) das gramíneas pastejadas por vacas lactantes em experimentos nacionais, segundo a gramínea e o autor	24
Tab. 4	Valores médios de pH e concentração média de nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> , mg/dL) e de ácidos graxos voláteis (AGV's, mM) de vacas leiteiras suplementadas ou não com alimento concentrado	31
Tab. 5	Características climáticas locais* de temperatura máxima e mínima (°C), umidade relativa do ar máxima e mínima (% UR) e pluviosidade acumulada (mm) durante o período de 09 de Fevereiro até 30 de Abril de 2004, na área experimental	32
Tab. 6	Situação geral dos piquetes para organização, área e gramínea predominante	33
Tab. 7	Taxa de lotação (fêmeas/ha) para os três módulos de piquetes rotacionados dos animais experimentais, de acordo com a espécie de gramínea predominante e o lote ou grupo de animais	33
Tab. 8	Análise de Variância dos ensaios 1 (Desponta) e ensaio 2 (Repasse) do experimento 1 de estimativa do consumo de matéria seca de vacas leiteiras a pasto	40
Tab. 9	Análise de Variância dos ensaios 1 (Desponta) e ensaio 2 (Repasse) do experimento 1 de estimativa do consumo de matéria seca de vacas leiteiras a pasto, corrigida	41
Tab. 10	Análise de Variância do experimento 2 de ambiente retículo-ruminal de vacas leiteiras a pasto	41
Tab. 11	Valores médios e desvio padrão das disponibilidades de matéria seca (Kg MS/ha) e altura do relvado (cm) e respectivas médias ponderadas de diferentes gramíneas, na entrada de cada grupo de pastejo e no resíduo final do pastejo	42
Tab. 12	Valores médios para disponibilidade de matéria seca de pastagem por animal (Kg MS/vaca/dia), estimativa da pressão de pastejo média e respectivas médias ponderadas de diferentes gramíneas na entrada de cada grupo de pastejo	45
Tab. 13	Proporção média e desvio padrão, com base na matéria seca (MS), das frações matéria verde (%MV), matéria morta (%MM), razão MV:MM e respectivas médias ponderadas de diferentes gramíneas na entrada de cada grupo de pastejo e no resíduo final	46

---

**LISTA DE TABELAS (continuação...)**

---

Tab. 14	Composição bromatológica, digestibilidade “ <i>in vitro</i> ” da matéria seca (MS) e dados da dinâmica de degradação da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) pela técnica da degradabilidade ruminal “ <i>in situ</i> ” da amostra de capim-briquiária coletada por pastejo simulado dos grupos experimentais do ensaio 1 e do experimento 2 (Desponta) e do ensaio 2 (Repasse) e do alimento concentrado utilizado como suplemento	48
Tab. 15	Relação Volumoso:Concentrado na matéria seca (V:C), consumo de matéria seca (Kg MS/vaca/dia) de pasto de Braquiária (CMSP) e total (CMST) para vacas lactantes do grupo de Desponta, de acordo com a quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)	50
Tab. 16	Relação Volumoso:Concentrado na matéria seca (V:C), consumo de matéria seca (Kg MS/vaca/dia) de pasto de Braquiária (CMSP) e total (CMST) para vacas lactantes do grupo de Repasse, de acordo com a quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)	51
Tab. 17	Consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio em relação ao peso vivo (% PV) de pasto de braquiária (MS <sub>PASTO</sub> , FDN <sub>TOTAL</sub> ) e total (MS <sub>TOTAL</sub> , FDN <sub>TOTAL</sub> ) para o grupo de vacas lactantes de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)	53
Tab. 18	Consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio em relação ao peso vivo (% PV) de pasto de braquiária (MS <sub>PASTO</sub> , FDN <sub>TOTAL</sub> ) e total (MS <sub>TOTAL</sub> , FDN <sub>TOTAL</sub> ) para o grupo de vacas lactantes de Repasse em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)	55
Tab. 19	Consumo (Kg/dia) de nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio (FDNn), carboidratos não fibrosos (CNF) e extrato etéreo (EE) para as vacas lactantes do grupo de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)	58
Tab. 20	Consumo (Kg/dia) de nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio (FDNn), carboidratos não fibrosos (CNF) e extrato etéreo (EE) para as vacas lactantes do grupo de Repasse em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)	58
Tab. 21	Valores de pH no líquido retículo-ruminal referentes à primeira alimentação diurna (07:30 h) para vacas em lactacao do grupo de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)	61
Tab. 22	Concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> , mg/dL) no líquido retículo-ruminal referentes à primeira alimentação diurna (07:30 h) para vacas em lactacao do grupo de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)	65
Tab. 23	Concentração molar total de ácidos graxos voláteis (AGV's, mM) no líquido retículo-ruminal referentes à primeira alimentação diurna (07:30 h) para vacas em lactacao do grupo de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)	68

---

**LISTA DE TABELAS (continuação...)**

---

- Tab. 24 Relação molar acetato:propionato (A:P) no líquido retículo-ruminal referente à primeira alimentação diurna (0 h) para o grupo experimental da Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN) 70

---

**LISTA DE FIGURAS**


---

Fig. 1	Índices pluviométricos diários e acumulados (mm) durante o período pré-experimental e experimental de Janeiro a Abril de 2004	32
Fig. 2	Pontos dentro do quadrado onde as alturas foram medidas	35
Fig. 3	Relação entre a altura das gramíneas pesquisadas (cm) e disponibilidade (Kg MS/ha) das mesmas nos piquetes experimentais	44
Fig. 4	Consumo voluntário de matéria seca (CVMS, Kg MS/dia) de pasto de braquiária (CMSP) e de alimento total (CMST) para vacas lactantes do grupo de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado, em Kg MN/vaca/dia	51
Fig. 5	Consumo voluntário de matéria seca (CVMS, Kg MS/dia) de pasto de braquiária (CMSP) e de alimento total (CMST) para vacas lactantes do grupo de Repasse em função da quantidade de alimento concentrado ofertado, em Kg MN/vaca/dia	52
Fig. 6	Consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (%/PV) de pasto de braquiária (CMSPPV) e de alimento total (CMSTPV) e de fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio de pasto (CFDNnPPV) para o grupo de vacas lactantes de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado suplementado, em Kg MN/vaca/dia	54
Fig. 7	Consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (%/PV) de pasto de braquiária (CMSPPV) e de alimento total (CMSTPV) e de fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio de pasto (CFDNnPPV) para o grupo de vacas lactantes de Repasse em função da quantidade de alimento concentrado suplementado, em Kg MN/vaca/dia	55
Fig. 8	Plotagem da quantidade de alimento concentrado verdadeiramente consumida (Kg MN/vaca/dia) com o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT, Kg/vaca/dia) para os grupos de Desponta (A) e de Repasse (B)	60
Fig. 9	Valores individuais de pH de vacas em lactação suplementadas com 4, 6 ou 8 Kg/vaca/dia MN de concentrado em pastejo de Desponta de gramíneas do gênero <i>Brachiaria</i>	62
Fig. 10	Valores individuais de nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ) de vacas em lactação suplementadas com 4, 6 ou 8 Kg/vaca/dia MN de concentrado em pastejo de Desponta de gramíneas do gênero <i>Brachiaria</i>	65
Fig. 11	Valores individuais de ácidos graxos voláteis totais (AGV's) de vacas em lactação suplementadas com 4, 6 ou 8 Kg/vaca/dia MN de concentrado em pastejo de Desponta de gramíneas do gênero <i>Brachiaria</i>	69
Fig. 12	Relação molar acetato:propionato (A:P) de vacas em lactação suplementadas com 4, 6 ou 8 Kg/vaca/dia MN de concentrado em pastejo de Desponta de gramíneas do gênero <i>Brachiaria</i>	71

## RESUMO

Foram objetivos deste experimento estimar o consumo de matéria seca de vacas leiteiras mestiças em pastejo de gramínea tropical e observar e analisar o efeito da quantidade crescente de alimentos concentrado sobre o consumo e os parâmetros retículo-ruminais (pH, concentração de nitrogênio amoniacal e ácidos graxos voláteis). Foram utilizadas 48 vacas em lactação divididas em dois ensaios de 24 vacas cada. As 24 primeiras vacas pastejavam os piquetes experimentais (*Brachiaria* sp.) em primeiro lugar, fazendo o grupo experimental de desponta, e foram divididas em três tratamentos, com 8 vacas cada, suplementadas com 4, 6 ou 8 Kg de alimento concentrado/vaca/dia na matéria natural (MN), no momento da ordenha, duas vezes ao dia. As 24 vacas remanescentes também pastejaram os mesmos piquetes, mas após a passagem do grupo inicial de vacas da desponta, perfazendo o grupo experimental de repasse, sendo suplementadas com 1, 2 e 4 Kg de alimento concentrado/vaca/dia na MN. A estimativa do consumo foi avaliada segundo técnica dos indicadores de digestibilidade e estimativa da produção fecal. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo oito blocos com três vacas em cada um, cada vaca sendo alimentada com um dos três tratamentos. Um terceiro grupo de vacas canulada no rúmen foi utilizado, sendo trabalhadas de forma idêntica ao grupo experimental de desponta. Nestas vacas foi extraído líquido ruminal diretamente através da cânula nos seguintes tempos referente à primeira oferta de alimento concentrado: 0, 1, 3, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 17 e 24 horas. O líquido removido foi utilizado para leitura de pH e determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (mg/dL), ácidos graxos voláteis totais (mM) e relação acetato:propionato. O experimento seguiu um delineamento em quadrado latino 3 x 3, em esquema de parcela subdividida. O consumo de fibra detergente neutro do pasto pelas vacas experimentais aumentou com a quantidade de suplemento fornecido, sendo 1,05, 1,03 e 1,17 %/peso vivo para o grupo da desponta suplementado com 4, 6 e 8 Kg/vaca/dia, respectivamente e de 1,19, 1,16 e 1,49%/peso vivo para o grupo de repasse suplementado com 1, 2 e 4 Kg/vaca/dia, respectivamente. Em ambos os grupos, o tratamento com a maior quantidade de suplemento diferiu dos demais tratamentos ( $P < 0,05$ ). O aumento na quantidade da suplementação concentrada também aumentou o consumo total de matéria seca do alimento volumoso, sendo 1,81, 1,79 e 2,03%/peso vivo para 4, 6 e 8 Kg concentrado/vaca/dia e 1,97, 1,92 e 2,46%/peso vivo para 1, 2 e 4 Kg concentrado/vaca/dia para os grupos de desponta e de repasse, respectivamente. Novamente, os tratamentos com maior quantidade de concentrado (4 Kg/dia para repasse e 8 Kg/dia para desponta) foram diferentes ( $P < 0,05$ ) dos demais tratamentos. O aumento da quantidade de alimento concentrado ofertado para vacas em pastejo de gramínea durante a desponta reduziu o pH (6,67, 6,59 e 6,43,  $P < 0,05$ ) e aumentou a concentração de nitrogênio amoniacal (11,09, 12,27 e 15,04 mg/dL,  $P < 0,05$ ) no líquido ruminal para as vacas canuladas no rúmen e alimentadas com 4, 6 e 8 Kg concentrado/vaca/dia, respectivamente. Não houve efeito do suplemento concentrado ( $P > 0,05$ ) na concentração total de ácidos graxos voláteis (mM) e na relação molar acetato:propionato. Concluiu-se que a oferta em quantidades crescentes de alimento concentrado para vacas lactantes em regime de pastejo criou um ambiente retículo-ruminal satisfatório para que o animal respondesse à suplementação aumentando o consumo voluntário de matéria seca e de fibra detergente neutro do alimento volumoso pastejado em relação ao peso vivo.

**Palavras-chave:** ambiente retículo-ruminal, consumo, *Brachiaria*, gado de leite, pastejo, suplementação.

### ABSTRACT

The objective of the experiments were to evaluate the effect of the amount of concentrate fed on dry matter intake (DMI), neutral detergent fiber intake (NDFi) and into ruminal fluid pH, ammonium nitrogen and volatile fatty acid (VFA) concentrations of lactating dairy cows grazing *Brachiaria* grass. Cows (n = 48) were assigned to either groups (G). G-I cows (n = 24; weighing 513 Kg with 155 days in milk and producing 16,3 Kg of milk) were divided in three treatments to receive 4, 6 or 8 Kg of concentrate daily, as fed, divided equally to the am and pm milking time. G-II cows (n = 24; weighing 523 Kg with 311 days in milk and producing 8,4 Kg of milk) were divided in others three treatments to receive 1, 2 or 4 Kg of concentrate daily, as fed, divided equally to am and pm milking time. Cows from G-I were always the first to graze followed by G-II cows. These two experiments were assigned to be a random block design. Three rumen cannulated milking cows were managed as the G-I cows (G-III). Ruminal fluid was removed from cannulated cows before the first meal at milking time (time zero) and at 1, 3, 5, 7, 9, 12, 14, 17, 24 hours. The experiment was a latin square design (3x3) at a split plot scheme. The DMI as % of live weight were 1,81, 1,79 and 2,03 for cows that receive 4, 6 or 8 Kg (G-I) and 1,97, 1,92 and 2,46 for cows that receive 1, 2 or 4 Kg (G-II) of concentrate daily. Cows that receive more concentrate in both G had great total DMI than the others cows (P<0,05). The NDFi, as % of live body weight, was greater by G-I cows fed 8 Kg of concentrate than G-I cows fed 4 or 6 Kg (1,17 vs 1,03 and 1,17%, p<0,05) and G-II cows fed 4 Kg of concentrate intake more NDF than the ones fed 1 or 2 Kg of concentrate (1,49 vs 1,19 and 1,16%, P<0,05), respectively. As the time of increasing the amount of concentrate fed the pH decreased (6,67, 6,59 and 6,43, p<0,05) and the ammonium nitrogen increased (11,09, 12,27 and 15,04 mg/dl, p<0,05) for 4, 6 or 8 Kg of concentrate/cow/day, respectively. No difference (p>0,05) was observed on VFA concentrations and on acetate:propionate ratio. It was concluded that rumen environment allowed an increased intake of DM and NDF in relation to live body weight in boths groups.

**Keywords:** *Brachiaria*, dairy cow, grazing, intake, rumen environment, supplementation.

## 1. INTRODUÇÃO

Na última década, a pecuária leiteira brasileira tem passado por profundas mudanças na sua filosofia. Os antigos sistemas extensivos de produção de leite a pasto passaram a serem substituídos por intensivos sistemas de pastejo rotacionado e, ocasionalmente, até mesmo com irrigação. As gramíneas de baixa produtividade foram substituídas por outras de maior produtividade e com maior capacidade de suporte animal (taxa de lotação e pressão de pastejo). Houve melhoramento genético tanto dos animais quanto das próprias gramíneas pastejadas, visando melhor adaptação às diferenças regionais brasileiras.

Por outro lado, a produção intensiva de leite baseado em sistemas de confinamento está cada vez mais disseminada no país. De fato, maiores produções individuais de leite são observadas em sistemas de produção onde vacas são mantidas em confinamento, mas a rentabilidade econômica do sistema será muito reduzida caso grandes produtividades animais não sejam alcançadas.

Por sua vez, a produção de leite a pasto realmente mostra menores produtividades animais, mas haja vista o menor investimento em instalações e em animais, a produção total de leite por área acaba por favorecer este sistema em termos de rentabilidade por área por ano, quando comparado ao sistema confinado. O país possuía em 2005 cerca de 20,1 milhões de vacas sendo ordenhadas, produzindo aproximadamente 23,5 bilhões de litros de leite por ano. Grande parte desta produção é oriunda de sistemas de produção baseados em pastagens, sendo que 80% do território nacional encontram-se na faixa tropical.

As forrageiras tropicais ocupam 29% a mais de área de terra em relação às de clima temperado. Entretanto, em escala mundial, as regiões de clima quente produzem apenas 36 e 19% da carne e do leite, respectivamente, em virtude da baixa produtividade dos rebanhos nos trópicos. No ambiente tropical, o problema da utilização dos componentes lignocelulósicos é bastante peculiar, uma vez que os acentuados gradientes térmicos e pluviométricos determinam diversas modificações químicas e físicas nas forragens que vão condicionar o consumo voluntário, a

taxa de degradação e inúmeros outros parâmetros relacionados com o eficiente aproveitamento dessa importante biomassa. (Van Soest, 1994).

A baixa produção dos bovinos nos trópicos deve-se a um consumo deficiente de matéria seca (MS) digestível, haja vista que a baixa digestibilidade dessas forrageiras determina que o consumo de matéria seca de vacas em pastejo não ultrapasse os 2,0% em relação ao peso vivo. Conseqüentemente, há grande interesse em novas técnicas que maximizem a produção de leite de vacas manejadas em pastagens de clima tropical ou temperado, aumentando o consumo voluntário de forragem (Detmann *et al.*, 2001; Vasquez, 2002).

A fim de maximizar o consumo de matéria seca digestível, o fornecimento de suplemento concentrado na dieta de vacas em lactação assume maior ou menor importância em razão do potencial de produção de leite do animal e da fase da lactação. Aparentemente, o limite para produção de leite de vacas em pastagens tropicais não ultrapassa 4.500 Kg/vaca/lactação, sendo esse limite determinado pelo alto conteúdo de fibra e pela baixa digestibilidade da mesma. Em sistemas de produtividade superior, torna-se fundamental a suplementação com alimentos concentrados (Alvim *et al.*, 1999).

Para o futuro da pesquisa de produção de leite com vacas manejadas em pastos tropicais, deve ser considerado de suma importância o estudo concomitante do consumo de MS de vacas lactantes e os parâmetros da fermentação retículo-ruminal e da digestão de alimentos ricos em fibra em detergente neutro (FDN).

A literatura brasileira recente dispõe de poucos dados sobre os parâmetros fermentativos no retículo-rúmen de vacas leiteiras em regime de pastejo. Dados nacionais sobre as variações diurnas e noturnas do pH, nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e dos ácidos graxos voláteis (AGV's) de bovinos leiteiros sob pastejo são ainda poucos (Benedetti, 1994; Vasquez, 2002; Franco *et al.*, 2002).

Logo, foram objetivos desta tese estimar o consumo de matéria seca de vacas lactantes mestiças pastejando *Brachiaria* spp. e analisar o efeito da quantidade crescente de concentrado

sobre o consumo e os parâmetros retículo-ruminais (pH, concentração de N-NH<sub>3</sub> e de AGV's).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SITUAÇÃO ATUAL DA PESQUISA PARA ESTIMATIVA DO CONSUMO VOLUNTÁRIO DE MATÉRIA SECA COM VACAS LEITEIRAS A PASTO

A pesquisa brasileira ainda apresenta um número reduzido de publicações (artigos, dissertações e teses) referente à estimativa do consumo voluntário de matéria seca (CVMS) de pasto para vacas em lactação, sob influência do nível de suplementação. Alguns resultados experimentais sobre CVMS baseiam-se em animais mestiços de corte ou vacas leiteiras, mas em pastagens de gramíneas de crescimento cespitoso (*Pennisetum purpureum* ou Capim-elefante e *Panicum maximum*).

Segundo Gerdes *et al.* (2000), as gramíneas do gênero *Brachiaria* são largamente utilizadas em pastagens na América tropical. Os autores mencionaram cerca de 40 milhões de hectares de pastagens somente de braquiária, formando extensos monocultivos, especialmente no Brasil central e Amazônia. Dentre as espécies mais disseminadas nas pastagens brasileiras destacam-se a *Brachiaria decumbens* e a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (braquiarião). De toda a área de pastagens no Brasil (177,7 milhões de hectares naturais e cultivadas), somente o gênero *Brachiaria* responde por de 22,5% de toda a área pastejada.

Quatro recentes trabalhos nacionais abordaram este importante gênero (*Brachiaria* spp.): Benedetti (1994); Gerdes *et al.* (2000), Leopoldino (2000) e Gomide *et al.* (2001). Mas foram Benedetti (1994), Leopoldino (2000) e Gomide *et al.* (2001) que estudaram o CVMS de vacas em pastejo. Três outros trabalhos (Alvim *et al.*, 1999; Alvim e Botrel, 2001; Vilela *et al.*, 2006) estudaram o CVMS de vacas em lactação pastejando *Cynodon dactylon* cv. "Coast Cross". Portanto, mais trabalhos são necessários em vacas leiteiras em regime de pastejo utilizando aquele importante gênero disseminado em todo o país, procurando estabelecer os potenciais e os limites de

produção de vacas leiteiras a partir de dados de estimativa do consumo.

Junto com a variação do gênero de gramínea pesquisada está a finalidade da pesquisa. Nesta revisão, dos trabalhos que estudaram diretamente a estimativa de CVMS de animais em lactação sob pastejo, a finalidade da pesquisa foi: 1) estratégia de fornecimento de alimento concentrado (Alvim *et al.*, 1999); 2) comparação entre cultivares de gramíneas de diferentes ou de mesmo gênero (Benedetti, 1994; Euclides *et al.*, 1999); 3) Efeito de doses de nitrogênio na pastagem (Soares *et al.*, 1999; Alvim e Botrel, 2001); 3) efeito de disponibilidades e pressão de pastejo (Gomide *et al.*, 1994; Silva *et al.*, 1994; Gomide *et al.*, 2001); 4) metodologia de utilização de indicador externo de digestibilidade (Soares *et al.*, 2001b; Soares *et al.*, 2004); 5) validação de equações para predição indireta de consumo (Soares *et al.*, 2001a; Lopes *et al.*, 2005); 6) efeito da concentração de nutrientes no suplemento (Pereira, 2005); 7) efeito dos dias de ocupação e dos dias de descanso (Aroeira *et al.*, 1999; Lopes, 2002; Lopes *et al.*, 2004); 8) efeito da quantidade de alimento concentrado fornecido (Combellas, 1979; Combellas e Martinez, 1979; Benedetti, 1994; Lima *et al.*, 2001; Lopes, 2002; Vasquez, 2002; Vilela *et al.*, 2006; Ribeiro Filho *et al.*, 2007) e 9) valor nutricional de pastagens (Benedetti, 1994; Leopoldino, 2000). Seguem alguns destes trabalhos e seus respectivos resultados.

Em 1994, Benedetti analisou os atributos nutricionais e o potencial de consumo de matéria seca em seis vacas leiteiras Holandês x Zebu (7/8 HZ) pastejando três gramíneas: capim braquiária (*Brachiaria decumbens*), capim colômbio (*Panicum maximum*) e capim elefante (*Pennisetum purpureum*). As vacas foram suplementadas com 2 Kg de alimento concentrado em cada momento da ordenha. O consumo de matérias seca para os capins braquiária, colômbio e elefante foi de 2,74, 2,84 e 2,94%/PV e de fibra detergente neutro de 2,29, 2,43 e 2,44%/PV, respectivamente.

Com o objetivo de verificar os efeitos de três pressões de pastejo (12, 9 e 6 Kg/100 de PV de MS) sobre o consumo de matéria orgânica de pasto de *Pennisetum purpureum* cv. Capim-elefante Anão, Silva *et al.* (1994) conduziram

um experimento com vacas mestiças em lactação e suplementadas com 2 Kg de concentrado dividido em duas quantidades iguais por ocasião da ordenha. A estimativa de consumo foi feita com a utilização de indicadores externos, 10 g/dia de óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) administrados em duas quantidades iguais. O consumo de matéria orgânica (MO) foi, em média, de 98,7; 116,0 e 105,0 g/Kg<sup>0,75</sup> para pressões de pastejo de 12, 9 e 6 Kg/100 de PV de MS, respectivamente.

Alvim *et al.* (1999) trabalharam com 16 vacas da raça Holandesa PB (6.000 Kg de leite/lactação) em pastagens de *Cynodon dactylon* cv. "Coast Cross" e em três momentos na lactação: terço inicial (até 90 dias lactação), terço médio (entre 91 a 180 dias) e terço final (além de 181 dias até o final da lactação). Os animais foram distribuídos em dois tratamentos, em função da quantidade de alimento concentrado ofertado em cada uma destas fases da lactação: A) quantidade fixa de alimento concentrado (6,0 Kg/vaca/dia de matéria natural – MN, fornecido em duas vezes iguais – 2X) e B) quantidade variada de alimento concentrado (9,0; 6,0 e 4,0 Kg MN/vaca/dia, em 2X). O consumo da pastagem de "Coast Cross" foi estimado pela diferença entre a disponibilidade da matéria seca (MS) nas áreas experimentais antes e após o pastejo. O CVMS da pastagem foi estimado em 12,7 Kg MS para o tratamento A) e de 13,3 Kg MS para o tratamento B), sem haver diferença ( $P>0,05$ ). Em relação ao peso vivo (% PV), o consumo de matéria seca de "Coast Cross" foi de 2,36% PV, enquanto que o de fibra em detergente neutro foi de 1,54% do PV. Apesar de não afetar o consumo de matéria seca, os autores concluíram haver maior benefício econômico o fornecimento de quantidades variadas de alimento concentrado ao longo da lactação.

Utilizando novilhos mestiços de corte (12 por tratamento), Euclides *et al.* (1999) pesquisaram o CVMS em diferentes cultivares do gênero *Panicum maximum*: Colonião, Tobiatã e Tanzânia. Utilizando a técnica do indicador externo, sendo o óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) o indicador de escolha (10 g/dia, em duas aplicações), a produção fecal foi obtida e dividida pela indigestibilidade da matéria seca das gramíneas (obtidas via digestibilidade "*in vitro*" de extrusas). O consumo de matéria seca

dos capins Colonião, Tobiatã e Tanzânia não diferiu ( $P>0,05$ ), sendo de 2,51, 2,34 e 2,46% PV, respectivamente. Ao estudar o efeito da estação do ano, os autores observaram maior ( $P<0,05$ ) CVMS no verão (2,82%) que no inverno (2,05%). Para o consumo de FDN em relação ao PV nas estações, os autores observaram consumos de FDN de 1,45% no inverno e de 1,90% no verão, sem especificar se houve diferença.

Soares *et al.* (1999) testaram duas dosagens de nitrogênio em áreas de pastagens de *Pennisetum purpureum* cv. Napier (Capim-elefante): 300 e 700 Kg/ha/ano de nitrogênio (N), na forma de uréia. Trinta e seis vacas mestiças Holandês x Zebu foram utilizadas e divididas em duas áreas (18 vacas/tratamento) de 11 piquetes de 454 m<sup>2</sup> e três dias de ocupação (taxa de lotação de 4 vacas/ha). A estimativa do consumo também foi baseada na técnica dos indicadores de digestibilidade, utilizando a FDN mordantada em dicromato de sódio (FDN<sub>C</sub>) como indicador externo. A indigestibilidade da matéria seca da pastagem foi estimada a partir da digestibilidade "*in vitro*" de amostras de extrusa. O consumo de matéria seca do Capim-elefante durante o verão (Jan-Mar) diferiu entre os dois tratamentos ( $P<0,05$ ), sendo maior para doses de 300 Kg N/ha (1,4% MS/PV) que para 700 Kg N/ha (1,1% MS/PV).

Leopoldino (2000) trabalhou com pastagens puras de *B. decumbens* e consorciadas por leguminosas (*Arachis pintoi* ou *Stylosanthes guianensis*). O autor utilizou 8 vacas mestiças Holandês x Zebu canuladas no rúmen, produzindo 20 Kg/dia de leite e suplementadas com concentrado, em quantidade não especificada. O consumo de pasto de foi de 3,7% do PV de MS em média, variando de 3,1 a 4,3% do PV. Logo, o consumo de FDN variou de 2,1 a 2,9% do PV.

Outro experimento que avaliou dosagens de nitrogênio na pastagem foi aquele conduzido por Alvim e Botrel (2001). Os autores testaram dosagens crescentes de N na pastagem: 100, 250 e 400 Kg/ha/ano de N. Vinte e quatro vacas da raça Holandesa PB pastejando *Cynodon dactylon* cv. "Coast Cross" foram utilizadas e divididas nestes três tratamentos (8 vacas/tratamento). A pressão de pastejo adotada pelos autores foi fixa em 6% PV, utilizando

somente um dia de ocupação dos piquetes. Foi fornecido para os animais 9, 6 e 4 Kg MN de concentrado durante o primeiro, o segundo e o último terço da lactação, respectivamente. O consumo de matéria seca foi estimado pela diferença na disponibilidade de matéria seca nos piquetes experimentais antes e após o pastejo. O consumo médio de matéria seca de Capim “Coast Cross” durante o verão foi de 12,03, 12,10 e 12,20 Kg MS/vaca/dia para as dosagens de 100, 250 e 400 Kg N/ha/ano, respectivamente, não diferindo ( $P>0,05$ ), o que representa uma média de consumo de matéria seca de 2,0% do PV.

Enquanto Alvim e Botrel (2001) concluíram que a dosagem de nitrogênio não interferiu no consumo de matéria seca (média de 2,0% PV), Soares *et al.* (1999) observaram haver diferença no consumo de matéria seca quando da utilização de dosagens crescentes de nitrogênio (1,4 e 1,1% PV). É interessante observar que a quantidade de nitrogênio utilizado por Soares *et al.* (1999) nas pastagens foi quase o dobro da maior dosagem de Alvim e Botrel (2001), além da diferença na gramínea utilizada (*Pennisetum* e *Cynodon*, respectivamente).

Gomide *et al.* (2001) avaliaram o efeito da disponibilidade de pastagens de *Brachiaria decumbens*, acessada pela pressão de pastejo, no consumo de matéria seca de vacas leiteiras mestiças Holandês x Zebu. Doze vacas lactantes foram divididas em duas áreas experimentais, onde os piquetes foram dimensionados para pressões de pastejo de 4 e 8% PV. A produção fecal das vacas foi estimada a partir do óxido crômico (10 g/dia) e a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca da planta inteira foi utilizada para calcular o consumo de matéria seca diário. O consumo diário de matéria seca foi de 2,4% do PV, não variando ( $P>0,05$ ) em função das ofertas de forragem (4 ou 8% PV), diferente do que foi postulado por Forbes (1995), onde o consumo de matéria seca aumenta quanto maior for a disponibilidade. O consumo de FDN foi de 1,39% PV. Ao concluir, Gomide *et al.* (2001) postularam que o aumento da oferta da forragem (pelo aumento da pressão de pastejo de 4 para 8% PV) não influenciou o consumo de matéria seca.

Alguns autores testaram a metodologia de administração ou a eficiência de utilização da

técnica do indicador externo para acessar o consumo de matéria seca de animais a pasto.

Soares *et al.* (2001b) pesquisaram a administração de fibra em cromo mordante (obtida via estrusa), em dose única, na estimativa do consumo de matéria seca de 18 vacas leiteiras mestiças Holandês x Zebu em pastejo de Capim-elfante (*Pennisetum purpureum*). Os autores utilizaram três modelos não lineares para estimar a produção fecal e o consumo de MS de vacas a pasto, obtendo médias para consumo de MS de 1,5 a 1,8% e de FDN de 1,15% do PV.

Soares *et al.* (2004) compararam duas formas de estimar o consumo de Capim-elfante fresco picado: via direta (utilizando cochos automáticos “calan gates”) e indireta (óxido crômico). Os autores empregaram nove vacas Holandês x Zebu canuladas no retículo-rúmen e em lactação. Foi observado consumo de 10,70 Kg MS/vaca/dia, o que representa cerca de 2,03% PV. O consumo de FDN foi idêntico àquele sugerido por Mertens (1994), ou seja, 1,2% PV. Mas os autores concluíram que a estimativa do consumo obtido via óxido crômico superestimou em 9,25% o consumo real.

Utilizando 24 vacas em lactação e procurando avaliar quatro equações de predição de consumo voluntário de matéria seca em pastagens de Capim-tanzânia (*Panicum maximum*) a partir de parâmetros da degradabilidade ruminal “*in situ*”, Soares *et al.* (2001a) relataram consumos médios de matéria seca de 2,1% PV, sendo que os dados variaram de 1,30 a 2,75% PV. O material utilizado para incubação ruminal foi obtido a partir de animais fistulados no esôfago, ou seja, extrusas.

Pereira (2005) trabalhou com 9 vacas mestiças Holandês x Zebu (15/16 e 31/32) em pastagens de *Pennisetum purpureum* (Capim-elfante) e testou o efeito de diferentes concentrações protéicas no alimento concentrado no consumo de vacas leiteiras em pastejo. A estimativa do consumo de matéria seca foi obtida mediante a utilização do indicador externo lignina purificada e enriquecida (LIPE®) e pela digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca de amostras da gramínea cortadas à altura do pastejo. As vacas experimentais foram

alimentadas com quantidade fixa (6,0 Kg matéria natural) de alimento concentrado, variando apenas, dentro de cada período do quadrado latino, o seu teor de proteína bruta (15,2, 18,2 e 21,1%). O consumo de matéria seca de Capim-elefante não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelo teor de proteína do alimento concentrado, sendo em média 15,4, 15,7 e 15,1 Kg MS/vaca/dia ou 3,1, 3,1 e 3,0 % PV para vacas alimentadas com concentrado, que apresentava 15,2, 18,2 e 21,1% de proteína bruta (PB), respectivamente. Em média, o consumo de FDN foi de 2,01% PV nos três tratamentos.

Em um trabalho com 24 vacas mestiças Holandês x Zebu entre os anos de 1992 e 1994, Lopes *et al.* (2004) estudaram o efeito do período de descanso (30, 36 e 45 dias) e do número de dias de ocupação (1, 2 e 3 dias) no consumo de vacas sob condição de pastejo em *Pennisetum purpureum* cv. Mineiro. A estimativa do consumo foi baseada na técnica do indicador externo, utilizando o óxido crômico (10 g/dia). Foram utilizados bovinos adultos canulados no esôfago para coleta de estrusas, submetidas a análise de digestibilidade “*in vitro*”. O consumo de matéria seca das gramíneas pelas vacas durante o período de verão (Fev-Mar) variou de 2,23 a 3,57% PV, sendo que o consumo de FDN variou de 1,1 a 2,7% PV.

De maneira geral, todos os experimentos citados anteriormente abordaram diferentes justificativas para a pesquisa do consumo de matéria seca de vacas lactantes em pastagens tropicais. Mas outra importante e pouco abordada vertente da pesquisa, além das anteriormente citadas, é o efeito da suplementação concentrada (quantidade de suplemento ofertado, Kg MS/vaca/dia) sobre o consumo de matéria seca de vacas leiteiras a pasto.

Santos *et al.* (2005) mencionaram trabalhos de outros pesquisadores que, trabalhando com *Panicum maximum* Schum. cv. Tobiata (na Embrapa Pecuária Sudeste de São Carlos/SP), mostraram que vacas suplementadas com alimento concentrado na proporção de 1 Kg de concentrado para cada 2,8 Kg de leite, suportaram lactações iniciais de 30,6 Kg leite/vaca/dia, o que induziu os animais à um

consumo de até 11 Kg de alimento concentrado/vaca/dia, fornecidos duas vezes. Segundo os autores, as pastagens foram manejadas de forma que as vacas ingerissem apenas as pontas das folhas e que o restante da forragem fosse consumido por animais de repasse.

Uma outra fonte para a pesquisa científica é estudar o efeito da suplementação concentrada sobre o consumo de matéria seca de vacas em lactação sob pastejo. Este tipo de pesquisa procura estudar o consumo de energia e o quanto desta energia está disponível para o animal poder realizar suas funções vitais e produtivas (manutenção, reprodução e produção leiteira). Mas, a suplementação com alimento concentrado pode levar ao aumento no consumo de matéria seca total em detrimento ao consumo de matéria seca do pasto (Benedetti, 1994; Bargo *et al.*, 2003a).

Mas os resultados da pesquisa no Brasil, ou em países de clima tropical, foram curiosos. Dos 9 (nove) trabalhos avaliados, somente um deles observou efeito substitutivo no consumo de matéria seca do pasto (Cambellas, 1979). Nos outros oito trabalhos, o resultado foi aditivo, ou seja, aumentando o consumo de pasto (Aroeira *et al.*, 1999; Lopes, 2002; Lopes *et al.*, 2004), ou nulo (Cambellas e Martínez, 1979; Lima *et al.*, 2001; Vasquez, 2002; Vilela *et al.*, 2006; Ribeiro Filho *et al.*, 2007).

É interessante como a literatura estrangeira aborda o conceito da suplementação de vacas em lactação a pasto. Praticamente toda a literatura estrangeira estudada, e que abordou a suplementação com alimento concentrado para vacas leiteiras em pastagens de clima temperado, mencionou redução no consumo de matéria seca da gramínea pastejada, mas aumento no consumo de matéria seca total, quando da adição de suplementação concentrada.

No trabalho de Aroeira *et al.* (1999), foram obtidas médias para consumo de matéria seca de vacas em pasto de *Pennisetum purpureum* variando entre 2,8 a 3,9% PV durante os meses de verão. Quando houve o fornecimento de alimento concentrado, o consumo da gramínea subiu de 3,3 para 3,5% PV ( $P>0,05$ ). Em média,

o consumo de FDN em relação ao peso vivo foi de 2,47%.

Lima *et al.* (2001) estimaram o consumo de MS de *Panicum maximum* cv. Tanzânia por vacas da raça Gir e mestiças (Holandês x Gir) em lactação, sendo as vacas mestiças alimentadas por dieta à base de pasto exclusivamente (n=8 vacas) ou pasto suplementado com 3,0 Kg de alimento concentrado (n=8 vacas) composto por 72,2% de milho, 25,3% de farelo de soja e 2,5% de minerais. O consumo de pasto foi de 1,6; 2,4 e 2,3% do PV de MS para os grupos vacas mestiças suplementadas, não suplementadas e vacas da raça Gir, respectivamente (P>0,05). O consumo de FDN variou de 1,3 a 1,9% do PV (P>0,05 entre os tratamentos).

Lopes (2002) e Lopes *et al.* (2004) estudaram o efeito da oferta de 2,0 Kg matéria natural de alimento concentrado para 24 vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação (13,1 Kg leite/vaca/dia). A pastagem utilizada foi de Capim-elefante cv. Mineiro (*Pennisetum purpureum*) com períodos de descanso de 30 dias

e período de ocupação variando de 1 a 3 dias. A adição de alimento concentrado à dieta de vacas em lactação foi acompanhada de aumento no consumo voluntário de MS da gramínea no pasto pelos animais. Entre os meses de fevereiro a março e sem suplementação, o consumo de matéria seca pelas vacas experimentais foi de, em média, 3,0% PV, enquanto que o suplemento concentrado elevou o consumo para 3,3% PV no mesmo período (P<0,05).

No trabalho conduzido por Vasquez (2002) com novilhas mestiças  $\frac{3}{4}$  Holandesa x Zebu, pastejando piquetes de Capim tanzânia (*Panicum maximum*) suplementado com 0, 300 e 900 g de um concentrado com base em polpa cítrica e milho moído, o consumo de matéria seca em relação ao PV foi de 1,9, 2,1 e 2,0% e de FDN 1,3, 1,4 e 1,3%/PV, respectivamente. Portanto, a suplementação com alimento concentrado não influenciou no consumo de matéria seca nem de FDN de animais a pasto (P>0,05).

Tabela 1: Consumos médios de matéria seca em relação ao peso vivo (% MS/PV) e de fibra em detergente neutro (% FDN/PV) de gramíneas em experimentos nacionais com vacas em lactação e novilhas leiteiras

Gramíneas	Consumo		Autor
	% MS/PV	% FDN/PV	
<i>B. decumbens</i> , <i>P. purpureum</i> e <i>P. maximum</i>	2,84	2,39	Benedetti (1994)
<i>Cynodon dactylon</i> cv. "Coast Cross"	2,36	1,54	Alvim <i>et al.</i> (1999)
<i>Pennisetum purpureum</i>	2,8 a 3,9	2,47	Aroeira <i>et al.</i> (1999)
<i>Panicum maximum</i>	2,05 a 2,51	1,45 a 1,90	Euclides <i>et al.</i> (1999)
<i>Pennisetum purpureum</i>	1,10 a 1,40	s.d.*	Soares <i>et al.</i> (1999)
<i>Brachiaria decumbens</i>	3,10 a 4,30	2,14 a 2,98	Leopoldino (2000)
<i>Cynodon dactylon</i> cv. "Coast Cross"	2,00	s.d.*	Alvim e Botrel (2001)
<i>Brachiaria decumbens</i>	2,40	1,39	Comide <i>et al.</i> (2001)
<i>Panicum maximum</i>	1,63 a 2,37	1,28 a 1,84	Lima <i>et al.</i> (2001)
<i>Panicum maximum</i>	1,30 a 2,75	s.d.*	Soares <i>et al.</i> (2001a)
<i>Pennisetum purpureum</i>	1,50 a 1,80	1,15	Soares <i>et al.</i> (2001b)
<i>Pennisetum purpureum</i>	2,23 a 3,57	1,10 a 2,70	Lopes (2002)
<i>Panicum maximum</i>	2,04	1,29	Vasquez (2002)**
<i>Pennisetum purpureum</i> picado	2,03	1,20	Soares <i>et al.</i> (2004)
<i>Pennisetum purpureum</i>	3,05	2,01	Pereira (2005)
<i>Cynodon dactylon</i> cv. "Coast Cross"	2,90	1,90	Vilela <i>et al.</i> (2006)
<i>Lolium multiflorum</i>	2,55	1,48	Ribeiro Filho <i>et al.</i> (2007)

\* - s.d.: sem dados. \*\* - Trabalhou com novilhas mestiças Holandês x Zebu.

A Tabela 1 compila os resultados experimentais de experimentos nacionais que estimaram o consumo de matéria seca em bovinos leiteiros em regime de pastejo de gramíneas tropicais.

De maneira geral, a pesquisa estrangeira é bem próxima da pesquisa nacional em termos de metodologia para estimativa do consumo de matéria seca em vacas leiteiras a pasto. São utilizados os mesmos acessos para estimar o consumo de matéria seca, ou seja, indicadores externos, sendo o cromo (óxido crômico e fibra em cromo mordante) o indicador de escolha (Holden *et al.*, 1994; Berzaghi *et al.*, 1996; Reis, 1998; Soriano, 1998; Reis e Combs, 2000a; Reis e Combs, 2000b; Soriano *et al.*, 2000; Bargo *et al.*, 2002; Fike *et al.*, 2003) e métodos de acesso à disponibilidade da gramínea/leguminosa antes e após o pastejo, sendo o consumo obtido por diferença (Vazquez e Smith, 2000).

Por sua vez, a justificativa para estudar o consumo de matéria seca de vacas em lactação em regime de pastejo em forrageiras de clima

temperado é mais objetivo quando comparado à literatura nacional. O principal objetivo da pesquisa foi estudar os efeitos da substituição do consumo de matéria seca da forragem de clima temperado pelo alimento concentrado suplementado. Neste íterim, foram testadas duas variáveis quanto ao alimento concentrado ofertado: 1) tipo de suplemento, quando milho grão foi substituído por derivados do milho processado (milho laminado e floculado pelo calor), sorgo ou fontes de carboidratos não fibrosos como a polpa cítrica (Reis, 1998; Soriano, 1998; Reis e Combs, 2000a; Soriano *et al.*, 2000; Delahoy *et al.*, 2003), e 2) quantidade de alimento concentrado fornecido para vacas em lactação (Reis, 1998; Soriano, 1998; Reis e Combs, 2000b; Soriano *et al.*, 2000; Bargo *et al.*, 2002; Fike *et al.*, 2003; Pulido e Leaver, 2003).

Semelhante ao exposto na Tab. 1, a Tab. 2 compila os experimentos estrangeiros quanto ao consumo de MS e de FDN de forragens de clima temperado sob pastejo.

Tabela 2: Consumos médios de matéria seca (Kg MS ou % MS/PV) e de fibra em detergente neutro (Kg FDN ou % FDN/PV) de forrageiras de clima temperado de experimentos estrangeiros com vacas em lactação e novilhas leiteiras<sup>1</sup>

Forrageira	Consumo		Autor
	MS	FDN	
<i>Dactylis glomerata</i> e <i>Poa pratensis</i>	13,90 Kg	6,10 Kg	Holden <i>et al.</i> (1994)
s.d.*	1,70 a 2,35%	1,06 a 1,47%	Berzaghi <i>et al.</i> (1996)
<i>Medicago sativa</i> e <i>Dactylis glomerata</i>	2,06%	0,93%	Jones-Endsley <i>et al.</i> (1997)
<i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i>	2,25 a 2,65%	1,22 a 1,44%	Robaina <i>et al.</i> (1998)
<i>Dactylis glomerata</i> e <i>Poa pratensis</i> e <i>Trifolium repens</i>	2,31%	1,18%	Soriano (1998) e Soriano <i>et al.</i> (2000)
<i>Medicago sativa</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Dactylis glomerata</i> e <i>Bromus inermis</i>	10,75 Kg	4,93 Kg	Reis (1998), Reis e Combs (2000a)
<i>Medicago sativa</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Dactylis glomerata</i> e <i>Bromus inermis</i>	9,77 a 13,9 Kg	5,13 a 5,68 Kg	Reis (1998), Reis e Combs (2000b)
<i>Lolium perenne</i> , <i>Paspalum dilatatum</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Poa pratensis</i> e <i>Trifolium sp.</i>	2,45%	1,32 a 1,50%	Vazquez e Smith (2000)
<i>Bromus inermis</i> , <i>Dactylis glomerata</i> e <i>Poa pratensis</i>	2,57 a 3,28%	1,41 a 1,81%	Bargo <i>et al.</i> (2002)
<i>Dactylis glomerata</i>	15,05 Kg	5,77 Kg	Delahoy <i>et al.</i> (2003)
<i>Lolium perenne</i>	2,36 %	s.d. *	Pulido e Leaver (2003)

1 – Dados adaptados dos autores mencionados. \* - s.d.: sem dados.

Como mencionado anteriormente, o principal objetivo da suplementação de vacas em lactação sob pastejo com concentrado é aumentar o consumo de matéria seca total e, por conseguinte, o consumo de energia. Outros objetivos também merecem destaque: 1) aumento da produção de leite por vaca; 2) aumento da taxa de lotação e da produção de leite por hectare; 3) melhora do ganho de peso e da recuperação do escore da condição corporal no pós-parto, a fim de melhorar o desempenho reprodutivo da fêmea bovina em lactação; 4) estender a lactação durante períodos de escassez de pastagem e 5) aumento na concentração de proteína no leite (Reis e Combs, 2000; Bargo *et al.*, 2003a).

No entanto, a suplementação concentrada pode muitas vezes ocasionar redução do consumo de matéria seca de pasto. A pesquisa estrangeira, ao estudar o efeito da quantidade de suplemento concentrado no consumo de matéria seca total e de pasto, tem mostrado que com o aumento da suplementação o consumo total de matéria seca aumentou, mas o consumo de pasto reduziu (Berzaghi *et al.*, 1996; Holter *et al.*, 1997; Reis, 1998; Reis e Combs, 2000b; Vazquez e Smith, 2000; Bargo *et al.*, 2002; Bargo *et al.*, 2003a; Pulido e Leaver, 2003).

Para Bargo *et al.* (2003a), a taxa de substituição (Kg MS de pasto/Kg MS suplemento) será influenciada por fatores ligados à pastagem (disponibilidade, altura, espécie e qualidade da pastagem), ao suplemento (quantidade e tipo de suplemento) e ao animal (mérito leiteiro, potencial produtivo e estágio da lactação).

O mecanismo fisiológico para explicar a substituição do consumo de MS da forragem por MS do alimento concentrado foi abordado por inúmeros pesquisadores. Foram mencionados pela literatura estrangeira, quatro fatores que explicam o porquê do efeito substitutivo do alimento concentrado sobre o alimento volumoso pastejado.

Há efeito associativo negativo quando o baixo pH (menor que 6,5), induzido pelo aumento na concentração total de ácidos graxos voláteis (AGV's), reduz a atividade da microbiota retículo-ruminal celulolítica (*Ruminococcus bovis*, *Ruminococcus flavefaciens* e *Fibrobacter succinogenes*). Por sua vez, este aumento

abrupto da concentração total de AGV's está associado à rápida e extensa fermentação anaeróbica por que passam estes alimentos, ricos em amido ou outros carboidratos facilmente fermentados no retículo-rúmen (substâncias pécticas, sacarose, frutanas entre outras) (Grant e Mertens, 1992; Bargo *et al.*, 2003a).

No entanto, alguns autores corrigiram o pH retículo-ruminal aumentando o fornecimento de substâncias tamponantes, sendo o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) o produto de escolha. Apesar do pH voltar aos valores normais para estimular a microbiota celulolítica (maior que 6,1 ou 6,2), a taxa de substituição ainda persistia. Neste caso, onde o pH não é definitivo para explicar a taxa de substituição, o efeito associativo negativo foi explicado pela competição por substrato fermentável, quando os microrganismos do retículo-rúmen preferiram degradar o carboidrato facilmente fermentável no suplemento aos constituintes fibrosos da parede celular vegetal do alimento volumoso pastejado. Por conseguinte, a fase "lag" da colonização microbiana aumentou enquanto que a taxa de degradação da matéria seca e o potencial de degradação da FDN do alimento volumoso diminuíram, aumentando o tempo de residência no retículo-rúmen e, logo, reduzindo o consumo da pastagem (Mould *et al.*, 1983/4; Grant e Mertens, 1992; Bargo *et al.*, 2003a).

Outra explicação para a taxa de substituição do alimento forrageiro pastejado pelo suplemento concentrado é o consumo de energia. Para vacas lactantes mantidas exclusivamente a pasto, o consumo de energia é insuficiente para manutenção de grandes produções leiteiras. Mas, se a oferta de concentrado for acompanhada de aumento no consumo total de matéria seca e de redução no consumo de matéria seca da pastagem, pode-se concluir que a vaca leiteira está fazendo uma simples substituição de fonte energética, ou seja, reduzindo o consumo do alimento de menor conteúdo de energia (pastagem) pelo alimento com maior conteúdo da mesma (concentrado). Em outras palavras, a simples taxa de substituição da forragem pelo concentrado, acompanhada por aumento do consumo de matéria seca total, denota que o animal está em déficit energético, uma vez que ele não

consegue consumir suficiente quantidade de energia para satisfazer suas necessidades energéticas diárias, a partir da pastagem (Bargo *et al.*, 2002; Bargo *et al.*, 2003a).

A última explicação fisiológica para a taxa de substituição é o efeito do suplemento no tempo de pastejo diário (minuto). Aparentemente, sugere-se que o fornecimento de alimento concentrado para vacas leiteiras em pastejo reduz o tempo de pastejo destes animais, o que reduziria o consumo de matéria seca da pastagem, sem afetar o consumo total de MS diário (Bargo *et al.*, 2003a; Pulido e Leaver, 2003).

Segundo Forbes (1995), Bargo *et al.* (2002) e Bargo *et al.* (2003a), a taxa de substituição será maior quando 1) maior for a disponibilidade da forragem e 2) maior for o conteúdo de energia consumido da forragem por vacas leiteiras em relação à demanda total diária de energia. Os principais valores de referência para a taxa de substituição encontrados pelos pesquisadores foram: 0,50 (Berzaghi *et al.*, 1996), 0,24 a 0,41 (Reis, 1998; Reis e Combs, 2000b), 0,25 a 0,55 (Bargo *et al.*, 2002), 0,18 a 0,66 (Fike *et al.*, 2003) e 0,63 (Pulido e Leaver, 2003).

## 2.2 NOVAS FRONTEIRAS DA PESQUISA PARA ESTIMATIVA DO CONSUMO VOLUNTÁRIO DE MATÉRIA SECA COM ANIMAIS A PASTO

O CVMS é de fundamental importância nutricional, porque ele estabelece a quantidade e o fluxo de nutrientes disponíveis para os animais, a fim de garantir maximização da saúde e da produção. A estimativa acurada do CVMS é importante para a formulação de dietas balanceadas, a fim de evitar o sub ou o supercondicionamento animal, ou seja, deficiência ou excesso de energia consumida. Sua finalidade baseia-se em promover a máxima utilização da energia dos alimentos consumidos, sem haver desperdícios, permitindo ao nutricionista prever o desempenho animal (Pereira *et al.*, 1992; Aroeira, 1997; NRC, 2001).

O consumo de matéria seca representa uma função crucial, mas imprevisível, no suprimento de nutrientes, uma vez que mudanças no CVMS

provocam mais impacto sobre a produção animal do que mudanças na composição química ou no aproveitamento do alimento. A melhor compreensão dos fatores que regulam o consumo pode conduzir ao aumento da produção de leite, da velocidade de crescimento de novilhas leiteiras e da melhora na eficiência de conversão alimentar, já que o principal obstáculo em planejar programas de alimentação para bovinos leiteiros é a dificuldade de prever o consumo voluntário dos alimentos (Noller e Moe, 1995).

Nos postulados de Forbes (1995, 1996, 2003), a regulação do consumo de matéria seca dos alimentos pelos animais domésticos está delegada ao Sistema Nervoso Central (SNC), especificamente nos Núcleos Lateral (centro da fome) e Ventro-Medial (centro da saciedade) do Hipotálamo. Chegam a estes núcleos fibras nervosas aferentes trazendo informações sensitivas de inúmeras partes do organismo animal constantemente monitoradas, nos ruminantes, das paredes do retículo-rúmen, do abomaso, dos intestinos e do fígado. Para os autores, os principais estímulos sensitivos que estão relacionados à regulação do consumo de matéria seca de animais ruminantes são os estímulos físicos e os estímulos metabólico-hormonais.

A origem e a intensidade destes estímulos físicos e/ou metabólico-hormonais podem variar em função de vários fatores: 1) Origem do Animal (teor de gordura corporal, estágio fisiológico, idade, peso vivo, raça); 2) Origem do Alimento (disponibilidade da gramínea na pastagem, concentração de parede celular vegetal acessada como FDN, concentração de água, concentração de proteína bruta, utilização de ionóforos); 3) Origem do Ambiente (temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade, presença de barro, presença de implantes) (Fox *et al.*, 1992; Soares *et al.*, 1999; NRC, 2000; Lopes, 2002; Vasquez, 2002; Soares *et al.*, 2004).

Alimentos volumosos de baixa digestibilidade restringem o consumo em consequência da reduzida taxa fracional de passagem (Kp) e de degradação (Kd) no retículo-rúmen, ficando mais tempo retido no órgão e no trato digestório posterior. Em adição, tanto o retículo-rúmen quanto o abomaso têm mecanorreceptores em

suas paredes que, ao serem sensibilizados por mecanismos físicos de distensão, regulam negativamente o consumo voluntário de matéria seca à medida que o alimento acumula-se nestes dois órgãos. O teor de FDN dos alimentos, por ser a fração mais lentamente degradada no retículo-rúmen, é considerado o fator dietético primário associado à regulação física do consumo de matéria seca em animais ruminantes (Allen, 1996; NRC, 2001). A pesquisa aponta que o teor crítico de FDN dos alimentos volumosos para exercer regulação negativa no consumo é de 55 a 60% (Benedetti, 1994; Soriano, 1998; Soares *et al.*, 1999; Gomide *et al.*, 2001).

Por outro lado, há situações onde o aumento no consumo de matéria seca é acompanhado por aumento na digestibilidade da dieta. Mas, naquelas dietas com elevados teores de digestibilidade, o consumo de energia pelo animal estabilizaria e o consumo de matéria seca seria realmente reduzido com o aumento desta digestibilidade. Logo, se dietas ricas em concentrados fossem fornecidas para ruminantes lactantes, forças metabólico-hormonais exerceriam restrição ao consumo de matéria seca. Seguindo esta premissa, o valor de 66,7% de digestibilidade da matéria seca (DMS) representa o limite para que estas forças metabólico-hormonais passem a agir. Mas, o ponto em que a digestibilidade passa a exercer influência negativa sobre o consumo varia em função da produção leiteira do animal. Este ponto será maior do que 66,7% quanto maior for a produção leiteira animal e, portanto, maior será o consumo. Quando a absorção de nutrientes, especialmente proteína e energia, excedessem o requisito diário, há desencadeamento de um mecanismo de *feedback* negativo na regulação do consumo de matéria seca (NRC, 1989; Illius e Jessop, 1996; NRC, 2001).

Outro importante regulador do consumo de matéria seca por animais ruminantes lactantes citado pelo NRC (2000) e NRC (2001) é o consumo de oxigênio ( $O_2$ ). Segundo estes dois sistemas de predição de exigências nutricionais, os animais ruminantes consumiriam alimentos para otimizar o consumo de  $O_2$  pelos tecidos corporais, ou seja, disponibilizar energia para que os tecidos possam realizar suas funções metabólicas importantes sem haver desperdício

de  $O_2$  e a produção dos perigosos radicais livres ( $O^{\cdot}$ ).

Para Forbes (1996; 2003), os fatores que regulam o consumo de matéria seca não ocorrem isoladamente, ou seja, a regulação não é delegada a um fator único. Ocorre que o consumo voluntário de matéria seca é uma grandeza nutricional multifatorial, onde os fatores que o regulam ocorrem de maneira integrada e aditiva. Segundo os autores, inúmeras variáveis podem atuar ao mesmo tempo, sendo que uma delas pode sobrepor à outra, mas dificilmente ela atuaria isoladamente.

Mas, para animais em regime de pastejo (principalmente gramíneas tropicais), é improvável que a regulação do CVMS seja feita por estímulos metabólico-hormonais. Neste caso, a concentração da FDN quase sempre é maior que 55-60% e a digestibilidade da MS raramente é superior a 66,7%. No entanto, pode-se observar aumento no consumo de MS com o aumento da digestibilidade da forrageira pastejada, até o ponto quando o efeito físico da concentração da FDN sobrepõe o efeito metabólico e o consumo reduz novamente (Soriano, 1998).

O CVMS foi alto e positivamente correlacionado com o desempenho animal mais que qualquer outra variável, confirmando que, entre as características das forragens, as de maior importância são aquelas que determinam e/ou influenciam o consumo voluntário de alimentos (Euclides *et al.*, 1999).

A produção animal sob pastejo é influenciada pelo valor nutritivo da forragem disponível. A qualidade da forragem pode ser definida como o produto entre o consumo e a digestibilidade da forragem, sendo o consumo mais importante entre os dois componentes (Soriano, 1998; Penati, 2002).

Mertens (1994) postulou que de 60 a 90% da variação no consumo de energia digestível está relacionada com a ingestão de alimentos pelo animal, enquanto que de 10 a 40% está relacionada à digestibilidade da forragem. Segundo Reis (1998), o maior limitante na produção leiteira de vacas a pasto vem do baixo consumo de MS do alimento volumoso pastejado. Este último autor mencionou que

vários fatores influenciam no consumo de MS da gramínea na pastagem, sendo classificado em fatores de ordem nutricional (digestibilidade, capacidade de preenchimento retículo-ruminal, fatores metabólicos) e não nutricionais (tempo de pastejo, tamanho da bocada, taxa de bocada).

Neste íterim, mais recentemente a pesquisa começou a discutir outro fator que influenciaria no CVMS, especificamente de animais a pasto. Corresponde ao que Forbes (1995) denomina fatores sociais do animal pastejando e Benedetti (1994), Euclides *et al.* (1999), Gomide *et al.* (2001) e Penati (2002) de estrutura da pastagem. Para Soriano (1998), estes dois fatores, sociais e da estrutura da pastagem podem ser genericamente denominados de fatores psicogênicos.

Segundo Forbes (1995), o consumo de MS de animais a pasto está fortemente correlacionado com a disponibilidade de MS da forragem no pasto. Em outras palavras, à medida que a disponibilidade de forragem aumenta, o consumo também aumentará, podendo comporta-se linear ou exponencialmente.

Há várias formas de expressar esta disponibilidade, sendo que as preferidas pela literatura é a disponibilidade total de matéria seca por hectare (Kg MS/ha) ou oferta por animal (Kg MS/vaca/dia), ou ainda a pressão de pastejo (Kg MS/100 Kg PV ou % PV) (NRC, 2000; Deresz, 2001a; Deresz, 2001b; Gomide *et al.*, 2001; Lopes, 2002; Penati, 2002; Pereira, 2005). São grandezas que expressam a quantidade total de matéria seca disponível para o pastejo animal, ou seja, folhas verdes, folhas senescentes, hastes e material morto. Vários experimentos correlacionaram a disponibilidade (sob diferentes formas de expressão) com o consumo de MS de bovinos em pastejo lactantes ou não.

No mais completo deles, Lopes (2002) estudou o consumo de MS de vacas lactantes em pasto de *Pennisetum purpureum* (Capim-elefante) durante dois anos (1993 a 1994). A correlação (r) obtida pelo pesquisador entre a disponibilidade total da forragem em Kg MS/ha e Kg MS/vaca/dia e o consumo de MS (Kg/vaca/dia) foi de 0,53 e 0,55, respectivamente.

Outros autores encontraram correlações mais baixas. Pereira *et al.* (1992), trabalhando com pastagens de *Brachiaria humidicola*, consorciadas ou não com as leguminosas *Desmodium ovalifolium* e *Pueraria phaseoloides*, obtiveram correlação na ordem de 0,35. Euclides *et al.* (1999), trabalhando com pastagens de *Panicum maximum* (cv. Colômbio, Tobiata e Tanzânia), encontraram correlações em torno de 0,29.

Todos os pesquisadores concordam que há necessidade de uma quantidade mínima de MS disponível na pastagem para maximizar o consumo animal, que segundo o NRC (2000) é de 2.250 Kg MS/ha. Gomide (1993) mencionou que esta disponibilidade crítica seria de 2.500 Kg MS/ha.

Gomide (1993), Gomide *et al.* (2001) e Silva *et al.* (1994) mencionaram que o consumo será reduzido quando a oferta de forragem estiver numa faixa inferior a 4 – 6% do peso vivo (PV). Trabalhos com diferentes espécies forrageiras mostraram maior consumo de MS sob oferta de forragem na faixa de 6 a 9 Kg de MS/100 Kg de PV (6 a 9% PV). Para o NRC (2000), a redução no consumo de MS começaria a existir quando a disponibilidade da pastagem reduzisse para 3 a 5% PV.

Tendo em vista estes valores mínimos de disponibilidade, a Tab. 3 exhibe dados experimentais nacionais de disponibilidade de forrageiras sob diferentes formas de expressão.

Forbes (1995) e Bargo *et al.* (2003b) mencionaram a relação entre a disponibilidade total da forragem na pastagem, o efeito substitutivo e a quantidade do alimento concentrado suplementado. Nos dois trabalhos, os autores mencionaram haver maiores taxas de substituição quando se observa aumento na disponibilidade total do pasto. Tal postulado ficou muito claro no trabalho de Bargo *et al.* (2002), quando a taxa de substituição foi de 0,26 e 0,55 Kg MS pasto/Kg MS concentrado para pastos de menor (27,0 Kg MS/vaca/dia) e maior (49,0 Kg MS/vaca/dia) disponibilidades, respectivamente.

Tabela 3: Disponibilidade total de MS (Kg/ha) das gramíneas pastejadas por vacas lactantes em experimentos nacionais, segundo a gramínea e o autor

Gramíneas	Autor	Disponibilidade (Kg/ha de MS)
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Gerdes <i>et al.</i> (2000)	2.030
<i>Brachiaria decumbens</i>	Benedetti (1994)	5.400
<i>Brachiaria decumbens</i>	Gomide <i>et al.</i> (2001)	2.598 a 4.392
<i>Cynodon dactylon</i> *Coast Cross)	Alvim e Botrel (2001)	6.514
<i>Cynodon dactylon</i> *Coast Cross)	Vilela <i>et al.</i> (2006)	7.280
<i>Lolium multiflorum</i>	Ribeiro Filho <i>et al.</i> (2007)	3.067
<i>Panicum maximum</i>	Benedetti (1994)	9.400
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	Gerdes <i>et al.</i> (2000)	2.888
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	Lima <i>et al.</i> (2001)	7.340
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	Penati (2002)*	6.921
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	Brâncio <i>et al.</i> (2003a)	3.850
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	Santos <i>et al.</i> (2005)	5.426
<i>Pennisetum purpureum</i>	Benedetti (1994)	17.200
<i>Pennisetum purpureum</i>	Aroeira <i>et al.</i> (1999)	1.939
<i>Pennisetum purpureum</i>	Soares <i>et al.</i> (1999)	2.299
<i>Pennisetum purpureum</i>	Deresz (2001a)*	1.914
<i>Pennisetum purpureum</i>	Soares <i>et al.</i> (2001b)*	2.298
<i>Pennisetum purpureum</i>	Lopes (2002)*	2.092
<i>Pennisetum purpureum</i>	Pereira (2005)	1.873
<i>Pennisetum purpureum</i>	Santos <i>et al.</i> (2005)	8.106

\* - Período de verão, valores médios.

A grande variabilidade existente entre os dados de disponibilidade, principalmente na forma de Kg MS/ha, é parcialmente responsabilizada à metodologia empregada para obtê-la. Na maioria dos trabalhos, a estimativa da MS total disponível na área a ser pastejada antes da entrada dos animais foi feita mediante a estratégia dos cortes utilizando molduras quadrangulares de 0,25 a 1 m<sup>2</sup> e de 5 a 10 amostragens por área (piquetes ou pastagens), conforme metodologia descrita por Van Soest (1994), Santos *et al.* (1998) e Penati (2002). A diferença entre os trabalhos experimentais, foi justamente a altura do corte. A gramínea que crescia dentro do quadrado foi cortada desde a altura do solo até a altura do material pastejado ou selecionado pelos animais (8 a 100 cm).

Estes dados bastante heterogêneos de disponibilidade, ao serem correlacionados com o consumo de matéria seca de vacas leiteiras a pasto, produziram valores de correlação de baixos a medianos, entre 0,29 a 0,55, chegando ao máximo de 0,56 no experimento de Lopes (2002). Foi em função desta reduzida correlação com o consumo, que o efeito regulador da

disponibilidade total da forrageira sobre o consumo voluntário de matéria seca de vacas leiteiras sob pastejo foi questionado, sendo posteriormente suplantado, na pesquisa estrangeira e nacional, pelos fatores psicogênicos, ou em outras palavras, da relação entre o comportamento do animal pastejando e a estrutura física do pasto (Soriano, 1998).

Experimentos citados pelo NRC (2000) mencionaram que o consumo voluntário de matéria seca esteve mais fortemente correlacionado com a fração verdadeiramente disponível para o animal em relação à disponibilidade total de MS da forragem por hectare. Para essa fração verdadeiramente disponível, o NRC (2000) denomina-a como a porção verde da gramínea/leguminosa, que é a fração verdadeiramente removida pelo animal durante o pastejo. Concluindo, o referido sistema de predição estabeleceu que o efeito da disponibilidade da forragem no consumo voluntário de matéria seca deverá ser analisado à luz da estrutura física do pasto e do comportamento ingestivo do animal durante o pastejo.

As gramíneas tropicais não crescem de maneira uniforme ao longo do ano, conseqüência de variações de temperatura, do fotoperíodo e da estacionalidade das chuvas. De maneira geral, há excesso de produção no período das águas e escassez na seca. Além dessas variações nas taxas de crescimento, as gramíneas a serem pastejadas também irão apresentar alterações nas características morfológicas. Durante a estação de crescimento, há acúmulo de material morto, associado à senescência natural da planta forrageira, acelerada por déficit hídrico, ou ainda pelo manejo inadequado do pasto e do pastejo. Observa-se ainda acréscimo na proporção de caule em relação à quantidade de folha na pastagem, o que resulta em variações qualitativas na dieta selecionada pelo animal em pastejo. Logo, nos trópicos, onde as gramíneas acumulam grande quantidade de material morto, a relação entre forragem disponível e consumo aplica-se em grande parte à fração verde da forragem. Dessa forma, a produção total de matéria seca de forragem verde (Kg MSFV/ha) torna-se uma variável importante na correlação com o consumo voluntário de matéria seca em animais a pasto (Euclides *et al.*, 1992; Van Soest, 1994; Euclides *et al.*, 1999; Gomide *et al.*, 2001; Brâncio *et al.*, 2003a).

Em adição aos fatores da fisiologia vegetal, está o comportamento ingestivo de bovinos leiteiros sob pastejo. O animal pastejando está sob o efeito de muitos fatores que podem e influenciam-no no consumo de forragem. Entre estes menciona-se a oportunidade animal de selecionar a dieta, pois o pastejo seletivo permite compensar a baixa qualidade da forragem, possibilitando o consumo das partes mais nutritivas da forragem pastejada. A prioridade dos animais em pastejo é consumir as folhas mais novas, com maior valor nutritivo, seguida das folhas mais velhas, das folhas de extratos inferiores e, só então, do colmo. Ótimo desempenho animal foi obtido quando a disponibilidade das folhas permitiu elevado grau de seletividade durante o pastejo. Experimentos de comportamento ingestivo verificaram que a dieta selecionada pelos animais em pastagem de Capim-braquiária apresentava 90% de forragem verde, com grande participação da fração lâmina foliar (Euclides *et al.*, 1999; Soares *et al.*, 1999; Gomide *et al.*, 2001).

À medida que os animais selecionam as partes mais palatáveis das gramíneas, em geral as folhas verdes, a pastagem apresenta proporção crescente de material não preferido ou recusado, como colmo e material morto/senescente, ao longo do período de ocupação, dificultando cada vez mais a seleção e o consumo de forragem (Brâncio *et al.*, 2003a).

As proporções dos componentes da gramínea pastejada como a folha, o colmo e o material morto, estimada por meio da separação manual de amostras colhidas no campo, são importantes na caracterização da massa de forragem, pois, além de apresentarem composição química e digestibilidades específicas, a proporção destes componentes anatômicos pode influenciar a apreensão de forragens pelos animais. A estrutura física do pasto é um fator importante na determinação da facilidade com que a forragem é apreendida pelo animal. É possível observar diferentes valores de consumo de matéria seca da gramínea por animais pastejando áreas de igual disponibilidade total de forragem. Isto acontece porque uma mesma massa de forragem disponível pode apresentar-se ao animal de diferentes formas, através de inúmeras combinações entre altura e densidade (Brâncio *et al.*, 2003a).

Portanto, o consumo voluntário de matéria seca de vacas lactantes sob pastejo também é influenciado por fatores ligados à estrutura do pasto e pelo comportamento ingestivo dos animais pastejando-a, além daqueles fatores físicos e metabólico-hormonais (Soriano, 1998). Segundo Van Soest (1994), Euclides *et al.* (1999) e Penati (2002), os principais parâmetros morfogênicos das pastagens que estão relacionados ao controle do consumo de forragem são: proporção (%) e disponibilidade (Kg MS/ha) de folhas e de material verde na gramínea sob pastejo; relação matéria verde:matéria morta; taxa de lotação (animais/ha); disponibilidade e oferta total de forragem (Kg MS/ha, Kg MS/100 Kg PV); quantidade de forragem verde (Kg MSFV/ha); altura do pastejo (cm); massa da forragem do resíduo pós-pastejo (Kg MSR/ha); densidade da forragem (Kg MS/ha/cm).

Segundo Reis (1998), NRC (2000) e Brâncio *et al.* (2003b), entre as variáveis comportamentais

dos animais sob pastejo, as mais extensamente estudadas são: tempo de pastejo (minutos); número de bocados (bocados/24 horas), tamanho do bocado (g MS/bocado) e taxa de bocado (bocados/minuto).

O efeito da influência do pastejo na seletividade animal das partes da gramínea fica bastante evidente no trabalho de Euclides *et al.* (1999). Trabalhando com seis novilhos canulados no esôfago para amostragem do material selecionado pelos animais sob pastejo (extrusa), os autores compararam as características morfológicas da pastagem de Capim-tanzânia (*Panicum maximum*) amostrada a partir da extrusa ou por técnicas diretas de disponibilidade, durante o verão. Para a característica porcentagem de material verde (%), a extrusa apresentou 97,4% contra 73,3% da disponibilidade. Para a proporção de folhas na MS da pastagem (%), a extrusa apresentou 95,0% contra 52,8% da disponibilidade.

Estes mesmos autores correlacionaram os vários parâmetros morfológicos com o consumo voluntário de matéria seca, tempo de pastejo e ganho de peso em novilhos. A correlação entre a disponibilidade total de MS da forragem (Kg MS/ha) e as variáveis CVMS, tempo de pastejo e ganho de peso foi de 0,29, -0,38 e 0,47, respectivamente. Por outro lado, para a disponibilidade de MS verde (Kg MSV/ha) foi de 0,57, -0,55 e 0,75, para a disponibilidade de folhas (Kg MSF/ha) foi de 0,73, -0,59 e 0,75, para a porcentagem de folhas (%) de 0,62, -0,38 e 0,36 e para a relação matéria verde:matéria morta de 0,64, -0,65 e 0,55, respectivamente, sendo que todas estas correlações foram significativas ( $P < 0,01$ ). Euclides *et al.* (1999) concluíram que as características estruturais – disponibilidade e relação matéria verde:matéria morta do pasto – foram correlacionadas com o consumo voluntário de matéria seca, o tempo de pastejo e o ganho de peso diários dos animais experimentais.

Transformando estas correlações em achados experimentais, um bom exemplo da regulação do CVMS por fatores psicogênicos de vacas a pasto pode ser discutida nos trabalhos de Lopes *et al.* (2004) e de Soares *et al.* (2004), onde os animais experimentais tiveram acesso a duas formas de oferta de *Pennisetum purpureum*, Capim-elefante. Lopes *et al.* (2004) trabalharam

com 24 vacas mestiças Holandês x Zebu sob regime de pastejo, com intervalos de 30 dias de descanso e 3 dias de ocupação. Por sua vez, Soares *et al.* (2004) trabalharam com a forragem verde fornecida integralmente picada no cocho, com idade aproximada de 30 dias de crescimento, para 9 vacas Holandês x Zebu e canuladas no retículo-rúmen. Em ambos os casos, a estimativa do consumo de matéria seca foi feita mediante utilização do indicador externo óxido crômico ( $Cr_2O_3$ ). Enquanto Lopes *et al.* (2004) relataram consumos médios de matéria seca e de fibra em detergente neutro para vacas sob pastejo de 3,26 e 2,36%, respectivamente, Soares *et al.* (2004) observaram valores de 2,03 e 1,20% para vacas alimentadas com gramínea verde picada fornecida no cocho.

Resumindo, a regulação do consumo voluntário de matéria seca de vacas lactantes sob pastejo de gramíneas de clima tropicais está delegada a fatores mais físicos que metabólico-hormonais, haja vista o baixo teor de energia nestas gramíneas e ao alto conteúdo de parede celular (FDN) de lenta degradabilidade pela microbiota retículo-ruminal. Aliada a este fator físico da regulação do consumo, estão os fatores psicogênicos. Estas duas grandezas têm importantes e fortes habilidades de influenciar o consumo voluntário de matéria seca em animais sob pastejo, mostrando que qualquer fator que interfira na composição da parede celular vegetal e na estrutura da pastagem terá efeito direto sobre o consumo animal, que por sua vez, interferirá rápida e fortemente no desempenho produtivo animal, ou seja, a produção leiteira.

### 2.3 AMBIENTE RETÍCULO-RUMINAL DE VACAS EM LACTAÇÃO À PASTO

Para Van Soest (1994), o ambiente ruminal representa a relação entre o valor do pH, da concentração de nitrogênio-amoniaco ( $N-NH_3$ , mg/dl), da concentração total de ácidos graxos voláteis (mM AGV's) e da relação molar entre acetato e propionato (A:P) no fluido retículo-ruminal. Segundo Vasquez (2002), os parâmetros ruminais permitem conhecer em que condições se encontra o ambiente retículo-ruminal durante a fermentação do alimento ingerido.

Modelos de predição do pH retículo-ruminal já foram desenvolvidos para animais sob pastejo e recebendo alimento concentrado, mas ainda não estão totalmente acurados, haja vista o número de variáveis que influenciam tal parâmetro. Mas, valores conhecidos ou preditos de pH para determinadas dietas são importantes para maximizar a digestão retículo-ruminal e o suprimento de nutrientes para a vaca leiteira (Kolver e de Veth, 2002).

O pH do retículo-rúmen é influenciado pela concentração total de ácidos graxos voláteis (mM AGV's), que por sua vez é influenciado pelo consumo de matéria orgânica fermentável, pela taxa fracional ( $K_d$ ) e extensão (%) de degradação retículo-ruminal desta matéria orgânica, pela taxa de desaparecimento/absorção dos AGV's no ambiente retículo-ruminal e pela produção de saliva (Kolver e de Veth, 2002; Vasquez, 2002).

Para sistemas de produção de leite com vacas em lactação tendo como base pastagem, é comum a preocupação da manutenção do pH em valores considerados ideais para a microbiota celulolítica: *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens* e *Fibrobacter succinogenes*. Aparentemente, cada um dos complexos enzimáticos destes microrganismos (*Celulases*, *Hemicelulases* e *Pectinases*) tem faixas ótimas de pH para máxima atividade fibrolítica, tanto sobre a celulose quanto sobre a hemicelulose. As *Celulases* bacterianas são mais sensíveis ao baixo pH do que as próprias bactérias "per se". As *Celulases* de *R. albus* têm atividade ótima em pH variando entre 6,0 a 6,8. Para as enzimas fibrolíticas do *R. flavefaciens*, o pH teve menor amplitude, entre 6,4 a 6,6 (Chesson e Forsberg, 1988).

No entanto, a própria literatura nacional e estrangeira apresenta valores bem mais rígidos de pH, ao estabelecer valores críticos deste parâmetro que influenciariam a degradabilidade ruminal dos constituintes da parede celular vegetal. Mould *et al.* (1983/1984) mencionaram que o pH crítico para a microbiota celulolítica foi entre 6,0 a 6,1, sendo que abaixo destes valores a degradação da celulose no retículo-rúmen de carneiros foi reduzida.

Para Grant e Mertens (1992), o pH ótimo para a microbiota celulolítica varia entre 6,5 a 6,8.

Abaixo destes valores, a degradação retículo-ruminal da fibra ficou deprimida. De fato, objetivando estudar o efeito do pH e da adição de amido na dinâmica de digestão da fração fibrosa de alimentos volumosos (feno de alfafa e silagem de milho), estes mesmos autores conduziram um ensaio "in vitro" com diferentes tempos de incubação e diferentes valores de pH tamponado (5,8, 6,2 e 6,8). Ao concluírem, os autores observaram que, com o declínio do pH de 6,2 para 5,8 pela adição de amido no meio, ocorreu aumento no tempo de colonização (de 3,31 para 7,47 horas,  $P < 0,05$ ) e redução na taxa de degradação da FDN das amostras incubadas (de 7,4 para 4,9%/h,  $P < 0,05$ ). Ao mesmo tempo, a simples adição de amido no meio, fazendo a manutenção do pH com soluções tampões, fez com que o tempo de colonização encurtasse (valor médio de de 5,55 para 4,16 horas,  $P < 0,05$ ) e a taxa de degradação da FDN diminuísse (valor médio de 7,6 para 6,4%/h,  $P < 0,05$ ) das forragens incubadas (*Medicago sativa* e *Bromus inermis*).

Toda esta redução na degradabilidade e na dinâmica retículo-ruminal da FDN dos alimentos forrageiros poderia ocasionar redução no consumo de matéria seca por vacas leiteiras sob regime de pastejo suplementadas por alimentos concentrados.

No entanto, Kolver e de Veth (2002) conduziram experimento com o objetivo de estabelecer a relação entre o pH do fluido retículo-ruminal e a resposta animal, com ou sem suplementação concentrada, sob pastejo. Os autores relataram que os melhores desempenhos de vacas lactantes sob pastejo ocorreram quando o pH retículo-ruminal variou entre 5,8 a 6,2, e quando da suplementação com alimento concentrado, o que aumentou a concentração dietética de carboidratos não fibrosos. Foi nesta faixa de pH que se observaram maiores fluxos de nitrogênio de origem microbiana para o duodeno, maiores produções leiteiras e maior concentração de ácidos graxos voláteis no retículo-rúmen. Segundo os autores, somente o baixo pH não significa haver efeito negativo nos parâmetros de degradação da FDN ou da MS no retículo-rúmen, culminando com a redução no consumo de matéria seca. Forragens frescas e verdes apresentaram parede celular (FDN) rápida e extensamente degradada, conduzindo para altas

produções de AGV's e conseqüente redução no pH. Os autores propuseram três explicações para as altas taxas de degradação da FDN da pastagem quando da suplementação e do pH baixo: 1) a degradabilidade retículo-ruminal dos alimentos de alta qualidade é menos comprometida pelo baixo pH que aqueles alimentos de baixa qualidade; 2) baixo pH encontrado em vacas sob pastejo está mais relacionada à produção intensiva de AGV's do que para a produção de ácido láctico, que seleciona negativamente a microbiota celulolítica; 3) a preferência microbiana por substrato facilmente degradado no retículo-rúmen quando da suplementação com concentrado é amenizada em forragens de alta qualidade.

Mas, para estes mesmos autores (Kolver e de Veth, 2002), mais importante que o pH final para influenciar a degradabilidade retículo-ruminal dos constituintes da parede celular vegetal e reduzir o consumo voluntário de matéria seca em vacas sob pastejo está a concentração de ácido láctico e o tempo que o pH fica abaixo de 5,8. Como mencionado anteriormente, estes autores sugeriram a necessidade de suplementação com alimento concentrado para maximizar a fermentação microbiana no retículo-rúmen.

Portanto, o pH crítico para interferir na degradação retículo-ruminal da FDN e, conseqüentemente, interferir no consumo de matéria seca, ainda não é definitivamente um bom senso entre a literatura, pois autores indicaram variações de 5,8 a 6,8 como valores críticos, o que é, pelo menos em termos de ambiente para a microbiota retículo-ruminal, uma amplitude excessiva e que requer cuidados para interpretá-la.

A mais importante fonte de nitrogênio (N) para a microbiota retículo-ruminal é a proteína dietética e o nitrogênio não protéico (NPN). Esta microbiota apresenta altíssima atividade proteolítica, assegurando que a maioria da proteína que entra no retículo-rúmen seja degradada a peptídeos curtos (di e tripeptídeos) e aminoácidos, os quais podem ser extensivamente deaminados, liberando a amônia (NH<sub>3</sub>) (Ørskov, 1992; Santos, 1994) ou assimilados integralmente pelos microrganismos do retículo-rúmen, de acordo

com a disponibilidade de matéria orgânica fermentada no rúmen (Russel *et al.*, 1992).

A degradação retículo-ruminal de proteínas de origem dietética é um dos mais importantes fatores que influenciariam o suprimento de aminoácidos para vacas em lactação. A proteólise determina a disponibilidade de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), aminoácidos, peptídeos e ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR), os quais influenciam as taxas de crescimento microbiano no rúmen, principalmente para a microbiota celulolítica. A taxa e a extensão da proteólise retículo-ruminal não afeta somente a síntese de proteína microbiana, mas também a quantidade e a qualidade da proteína dietética não degradada que alcança o duodeno (Russel, *et al.*, 1992; Stern *et al.*, 1994). A partir destes substratos nitrogenados (N-NH<sub>3</sub>, peptídeos curtos e aminoácidos) e juntamente com a presença de carboidratos prontamente fermentáveis fornecendo energia (ATP) e carbono (AGCR e cetoácidos), os microrganismos do retículo-rúmen sintetizam proteína de origem microbiana (Franco *et al.*, 2002).

A concentração do nitrogênio amoniacal no retículo-rúmen (mg/dL de N-NH<sub>3</sub>) é função do equilíbrio entre as taxas de produção e de desaparecimento (utilização/absorção). A produção de N-NH<sub>3</sub> no retículo-rúmen advém da degradação do nitrogênio protéico e não protéico dietético e da reciclagem, via saliva, ou por difusão a partir da parede retículo-ruminal. Por sua vez, o desaparecimento deste N-NH<sub>3</sub> ocorre pela sua incorporação ao nitrogênio microbiano (proteína microbiana) e pela absorção pela parede do retículo-rúmen ou do trato digestório posterior (Van Soest, 1994). A absorção deste N-NH<sub>3</sub> varia em função da sua concentração no fluido retículo-ruminal, sendo que quanto mais elevado for o valor do pH (próximo ou maior que 7,0) maior será sua absorção, uma vez que ele encontrar-se-á na forma dissociada (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> → NH<sub>3</sub> + H<sup>+</sup>), de mais fácil difusão no meio (Reis, 1998).

Um importante fator que irá influenciar a concentração de N-NH<sub>3</sub> no retículo-rúmen é a atividade deaminolítica das bactérias retículo-ruminais (*Prevotella ruminicola*, *Ruminobacter amylophilus*) em função da disponibilidade de matéria orgânica fermentável no retículo-rúmen,

principalmente em se tratando de carboidratos não estruturais (CNE) fácil e rapidamente degradados (amido, sacarose, frutanas). A atividade de deaminação (*Desaminases* bacterianas: Aminoácidos + H<sub>2</sub>O → NH<sub>3</sub> + cetoácido) baseia-se na necessidade de energia das bactérias retículo-ruminais. Quando a disponibilidade destes CNE for baixa, os microrganismos extraem mais energia da matéria orgânica fermentável remanescente, deaminando os aminoácidos. Por sua vez, menor grau de deaminação será observado quando do fornecimento de fluxo satisfatório de CNE para o retículo-rúmen, fazendo que a microbiota incorpore mais nitrogênio em sua proteína na forma de peptídeos e aminoácidos que na de NH<sub>3</sub> (Russel *et al.*, 1992). Conclui-se que quanto maior for a quantidade de suplemento concentrado (rico em CNE) ofertado para a vaca leiteira a pasto, menor será a concentração de NH<sub>3</sub> no retículo-rúmen.

Muitos autores mencionaram que a suplementação com concentrado para animais sob pastejo (principalmente de gramíneas tropicais) pode melhorar a eficiência de síntese de proteína microbiana, o que aumentaria o fluxo desta proteína para o duodeno, melhorando o desempenho produtivo animal (Reis, 1998; Soriano, 1998; Vasquez, 2002). Aumento na concentração de N-NH<sub>3</sub> no líquido retículo-ruminal também pode aumentar a degradabilidade ruminal da FDN (Franco *et al.*, 2002), o que pode ocasionar um aumento no consumo voluntário de matéria seca da forragem pastejada (Oba e Allen, 1999; Lopes, 2002).

As concentrações de N-NH<sub>3</sub> no retículo-rúmen são importantes na síntese de proteína microbiana. A concentração mínima de N-NH<sub>3</sub> deve ser da ordem de 5 mg de N-NH<sub>3</sub>/dL de líquido ruminal para que a mesma não limite a fermentação microbiana, enquanto que para se atingir o máximo de síntese microbiana, a concentração deve ser de até 23 mg de N-NH<sub>3</sub>/dL. Por outro lado, bovinos consumindo forragem de baixa qualidade, a concentração de amônia que propicia a maximização da degradação da fibra, parece ser menor que aquela que maximiza a síntese de proteína microbiana e a ingestão de alimentos (Franco *et al.*, 2002).

Vacas lactantes sob pastejo de gramíneas de clima temperado ou tropical possuem altas concentrações de N-NH<sub>3</sub> no retículo-rúmen, principalmente quando as pastagens são ricamente fertilizadas, haja vista a alta concentração de nitrogênio no alimento volumoso e as altas taxas e extensos valores de degradação desta fração no retículo-rúmen (Reis, 1998; Bargo *et al.*, 2003a). Infelizmente, esta alta concentração de N-NH<sub>3</sub> não é positivamente correlacionada com o fluxo de proteína microbiana para o duodeno. Devido às suas propriedades cinéticas, a proteína bruta de pastagens fertilizadas é rápida e extensamente degradada no retículo-rúmen, liberando quantidade excessiva de NH<sub>3</sub> no ambiente do órgão, incompatível com a disponibilização de energia (ATP) para a síntese de proteína microbiana. Logo, boa parte desta NH<sub>3</sub> é perdida ao ser absorvida pelas paredes dos pré-estômagos do animal hospedeiro, sendo posteriormente detoxificada pelo fígado em uréia (NH<sub>2</sub>-CO-NH<sub>2</sub>) à custa de energia (12 Kcal/g N eliminado como uréia) (Van Soest, 1994).

Dentro da dinâmica da concentração de N-NH<sub>3</sub> (mg/dL) no retículo-rúmen, esta concentração irá variar com o momento da oferta de alimento volumoso e/ou concentrado, quantidade de alimento consumido e a concentração total de proteína bruta (PB) e proteína degradada no rúmen (PDR). Quando o fornecimento de nitrogênio foi na forma de uréia, as concentrações máximas de N-NH<sub>3</sub> ocorreram em 1 e 2 horas após seu fornecimento, enquanto que rações ricas em proteína vegetal propiciaram pico em 3 e 4 horas após o consumo (Franco *et al.*, 2002).

Conforme mencionado por Vasquez (2002), a maior parte dos carboidratos são fermentados pela microbiota retículo-ruminal, produzindo os AGV's (acetato, propionato e butirato), dióxido de carbono, metano, água e calor de fermentação. A energia presente nos AGV's representa cerca de 75% da energia original dos carboidratos dietéticos, 52 a 55% da energia digestível do alimento e 50 a 86% da energia metabolizável consumida pelo animal ruminante. Para animais sob pastejo, os AGV's representam quase 70% da necessidade diária de energia.

A composição típica dos AGV's no fluido retículo-ruminal, em termos de proporção molar, é: 60 a 70% de acetato, 17 a 20% de propionato e 7 a 12% de butirato. Com o aumento progressivo de alimento concentrado facilmente degradado, observa-se redução na proporção molar de acetato e aumento na de propionato, fazendo que a relação molar entre acetato e propionato (A:P), de 3:1 até 4:1, reduza para 2,5 ou 2:1 (Reis, 1998). No entanto, segundo Hungate (1966), à medida que a proporção de propionato aumenta sobre a de acetato (reduzindo a relação A:P), dentro de valores considerados normais, a eficiência da fermentação retículo-ruminal aumenta, acessada pelo balanço estequiométrico da fermentação.

A literatura estrangeira abordou bem os efeitos da quantidade de alimento concentrado suplementado sobre os parâmetros retículo-ruminiais (pH, N-NH<sub>3</sub>, AGV's, A:P).

Berzaghi *et al.* (1996) trabalharam com a suplementação de bovinos com alimento concentrado (0 e 6,4 Kg MN) à base de 95% da MS de milho quebrado e 5% da MS de suplemento mineral-vitamínico. Os autores não encontraram efeito da suplementação no pH médio do fluido retículo-ruminal, que variou de 6,4 a 6,2 para o grupo não suplementado (0,0 Kg) e aquele suplementado (6,4 Kg), respectivamente. Para a concentração de N-NH<sub>3</sub>, os autores observaram que a ausência de suplementação produziu um ambiente com maior concentração de NH<sub>3</sub> quando comparado ao grupo suplementado (22,4 x 17,1 mg/dL, P = 0,10). A concentração total de AGV's e a relação molar A:P foi, respectivamente para o grupo não suplementado e suplementado, de 150 e 148 mM (P = 0,74), 3,4 e 3,3 (P = 0,01).

Soriano *et al.* (2000) trabalharam com vacas leiteiras da raça Holandesa suplementadas com 6,0 Kg MS de silagem de grão úmido de milho ou milho seco moído em pastagens de gramíneas temperadas. Os autores não verificaram diferença (P>0,05) para o pH (6,0 e 6,1) nem para a concentração total de AGV's (115 mM). Para o parâmetro N-NH<sub>3</sub>, o tipo de suplemento não induziu diferenças (P>0,05), sendo de 26,2 mg/dL para a silagem de grão úmido de milho e 31,0 mg/dL para o milho seco moído.

Suplementado vacas da raça Holandesa com 0, 5 e 10 Kg de MS de suplemento concentrado baseado em grãos de milho moído, Reis (1998) e Reis e Combs (2000b) encontraram valores para pH de 6,63, 6,72 e 6,69 (P>0,05), concentração de N-NH<sub>3</sub> de 13,2, 10,4 e 8,13 mM (P<0,05) e relação A:P de 3,83, 3,34 e 2,82 (P<0,05), respectivamente.

Em um excelente trabalho, Bargo *et al.* (2002) estudaram o efeito da suplementação de duas quantidades de alimento concentrado à base de milho e de trigo (72% da MS do suplemento) em vacas sob duas disponibilidades de forragem de clima temperado sob pastejo. Os autores observaram que a adição de suplemento (0,0 Kg ou oferta na relação de 4:1 de Kg leite:Kg suplemento) reduziu o pH, em média, de 6,49 para 6,27 (P<0,05), sendo a redução mais significativa para a pastagem com menor disponibilidade. A concentração de N-NH<sub>3</sub> foi menor para o grupo suplementado (15,28 e 8,93 mg/dL). Houve efeito (P<0,05) para a quantidade de suplemento e a disponibilidade da pastagem para a concentração total de AGV's e para a relação A:P, sendo respectivamente 123,05 e 130,3 mM e 3,65 e 3,35. Em ambos os parâmetros, a menor disponibilidade de forragem teve maior aumento na concentração total de AGV's e menor redução na relação A:P, com adição do suplemento.

Há poucos dados na literatura nacional para o efeito da suplementação concentrada (de natureza energética, protéica ou ambos) no ambiente retículo-ruminal de vacas em lactação em regime de pastejo. Somente três autores fizeram este tipo de abordagem: Benedetti (1994), Franco *et al.* (2002) e Vasquez (2002).

Benedetti (1994) trabalhou com 6 vacas em lactação, mestiças Holandês x Zebu, produzindo 25 Kg/dia de leite e suplementadas com 4,0 Kg/dia de concentrado. Os animais foram canulados no rúmen e pastejaram pastos de *Pennisetum purpureum* cv. Napier, *B. decumbens* e *Panicum maximum* cv. Colômbio. Para estas respectivas gramíneas, o autor observou pH de 6,19; 6,26 e 6,22 (P>0,05), N-NH<sub>3</sub> de 28,54; 26,43 e 28,08 mg/dL (P>0,05) e relação acetato:propionato de 2,58; 2,58 e 2,91 (P>0,05).

Franco *et al.* (2002) suplementaram seus animais experimentais com três alimentos concentrados isoprotéicos, mas variando na degradabilidade retículo-ruminal da PB (degradabilidade ruminal potencial de 85, 64 e 44%) e com três quantidades (0,5, 1,0 e 1,5 Kg MS/dia). Os autores não observaram diferenças ( $P>0,05$ ) para o pH médio entre os animais suplementados (variou de 6,33 até 6,99). Para a concentração de N-NH<sub>3</sub>, os autores observaram que maiores concentrações foram obtidas ( $P<0,05$ ) para os grupos com suplemento de maior degradabilidade ruminal (85%) e em maior quantidade (1,5 Kg MS), sendo que os valores totais variaram de 3,15 a 71,75 mg/dL, com valor médio de 10,78 mg/dL.

Vasquez (2002) alimentou cinco novilhas mestiças  $\frac{3}{4}$  Holandês x Zebu com 0, 300 e 900 g MS de suplemento a base de milho, polpa de cítrus, mandioca e melaço (5% PB). Para suplementação com 0, 300 e 900 g MS/dia, o valor médio de pH foi 6,43, 6,37 e 6,27, concentrações médias de N-NH<sub>3</sub> 18,89, 17,91 e 16,98 mg/dL, de AGV's totais 95,2, 101,6 e 101,4 mM e relação A:P 3,45, 3,37 e 3,05, respectivamente.

Bargo *et al.* (2003a) realizaram extensa revisão dos efeitos da suplementação concentrada (tipo e quantidade) sobre os parâmetros retículo-ruminais, que podem ser observadas na Tab. 4.

Tabela 4: Valores médios de pH e concentração média de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>, mg/dL) e de ácidos graxos voláteis (AGV's, mM) de vacas leiteiras suplementadas ou não com alimento concentrado\*

Suplementação	pH	N-NH <sub>3</sub> (mg/dL)	AGV's (mM)
Não suplementado (0 Kg)	6,27 (6,00 a 6,57)	24,7 (12,8 a 39,1)	125,2 (96,7 a 150,0)
Suplementado (1,1 até 10 Kg MS)	6,10 (5,75 a 6,29)	18,3 (8,7 a 32,2)	120,0 (90,3 a 151,4)

Fonte: Bargo *et al.* (2003a).

\* - Entre parêntese, amplitude de resultados.

Bargo *et al.* (2003a) concluíram que, comparado a dietas exclusiva de pasto, o fornecimento de quantidades crescentes de alimento concentrado reduziu o pH em 0,08 e o N-NH<sub>3</sub> em 6,59 mg/dL. A utilização de suplementos energéticos (silagem de grão úmido de milho, milho floculado ou outro cereal processado ou fonte de carboidrato não fibroso) não influenciou o pH nem a concentração de AGV's, apesar de ter reduzido a concentração de N-NH<sub>3</sub> em 4,36 mg/dL. Estes mesmos autores mencionaram que a influência do alimento concentrado no ambiente retículo-ruminal é muito mais decisiva quando foi trabalhada a quantidade de alimento suplementado que a simples composição do mesmo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL E PIQUETES EXPERIMENTAIS

O experimento foi conduzido em propriedade particular de bovinos leiteiros no município de Leandro Ferreira, Minas Gerais, a cerca de 100

km a oeste de Belo Horizonte, latitude 19° 43' S, longitude 45° 01' O e altitude de 707 m. Os experimentos abrangeram o período de verão e outono de 2004, iniciando no dia 23 de Fevereiro e estendendo-se até o dia 05 de Maio. Os dados climáticos e pluviométricos estão na Tab. 5 e na Fig. 1.

A propriedade trabalhava com animais leiteiros em regime de pastejo, baseando-o em esquema de módulos de pastejo rotacionado, utilizando gramíneas do gênero *Brachiaria*, havendo três espécies predominantes: *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (braquiarião) e *Brachiaria ruziziensis*. Ao todo, eram 20 piquetes divididos em quatro módulos, sendo que cada módulo compreendia um grupo de piquetes que convergia para uma área de lazer ou malhadouro, com água e sal mineral "ad libitum". A organização da área, a gramínea predominante (com ocupação de mais de 50% do estande) e o tamanho do piquete encontram-se na Tab. 6.

Tabela 5: Características climáticas locais\* de temperatura máxima e mínima (°C), umidade relativa do ar máxima e mínima (% UR) e pluviosidade acumulada (mm) durante o período de 09 de Fevereiro até 30 de Abril de 2004, na área experimental

Mês	Temperatura (°C)		Umidade relativa do ar (%)		Pluviosidade acumulada (mm)
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
Fevereiro	19,29	28,29	64,00	90,50	453,0
Março	18,16	27,77	55,45	93,06	585,5
Abril	17,40	27,72	56,66	94,87	642,0

\* - Mensurada por volta de 09h30min.

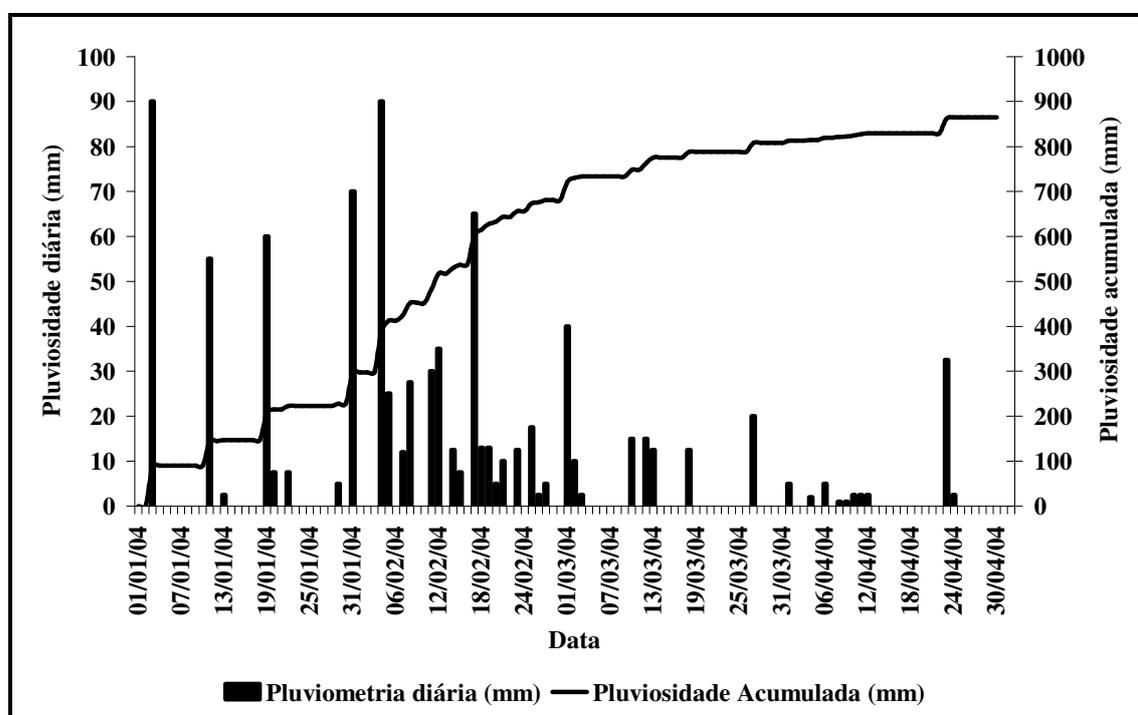


Figura 1: Índices pluviométricos diários e acumulados (mm) durante o período pré-experimental e experimental de Janeiro a Abril de 2004.

As áreas dos piquetes foram adubadas com 250 Kg/ha de N na forma de uréia e 150 Kg/ha de K na forma de KCl. Não foi feita adubação fosfatada. Cerca de 50% da recomendação de adubação agrônômica foi realizada no início do primeiro ciclo de pastejo, por volta de meados de Dezembro de 2003, sendo os 50% remanescentes no início do terceiro ciclo, no início de Março de 2004.

### 3.2 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS COM OS PIQUETES ROTACIONADOS

Dos 20 piquetes disponíveis para o experimento, foram utilizados para as vacas lactantes somente os piquetes de número 1 a 16,

perfazendo área total de pastejo de 27,67 hectares. A área total para *Brachiaria brizantha* foi de 10,94 ha, para *Brachiaria decumbens* de 7,19 ha e para *Brachiaria ruziziensis* de 9,54 ha.

Existiam na propriedade duas categorias de vacas: 1) vacas em lactação, divididas em dois sub-grupos, sendo vacas com menor número de dias em lactação e maior produção de leite (Lote 1) e vacas com maior número de dias em lactação e menor produção de leite (Lote 2); 2) bovinos não lactantes, consistindo de animais adultos gestantes (tempo de gestação variado) e novilhas em estádios avançados de gestação (Lote 3).

Tabela 6: Situação geral dos piquetes para organização, área e gramínea predominante

Módulo	Piquete	Área (ha)	Gramínea predominante*
1	1	1,786	<i>Brachiaria brizantha</i>
	2	1,075	<i>Brachiaria brizantha</i>
	3	1,335	<i>Brachiaria brizantha</i>
	4	0,935	<i>Brachiaria brizantha</i>
	5	1,438	<i>Brachiaria brizantha</i>
	6	1,420	<i>Brachiaria brizantha</i>
	7	1,513	<i>Brachiaria brizantha</i>
	8	1,441	<i>Brachiaria brizantha</i>
2	9	1,656	<i>Brachiaria ruziziensis</i>
	10	2,413	<i>Brachiaria ruziziensis</i>
	11	2,617	<i>Brachiaria ruziziensis</i>
	12	2,853	<i>Brachiaria ruziziensis</i>
3	13	2,044	<i>Brachiaria decumbens</i>
	14	1,676	<i>Brachiaria decumbens</i>
	15	1,758	<i>Brachiaria decumbens</i>
	16	1,708	<i>Brachiaria decumbens</i>
4	17	1,615	<i>Brachiaria decumbens</i>
	18	1,070	<i>Brachiaria decumbens</i>
	19	3,153	<i>Brachiaria decumbens</i>
	20	1,710	<i>Brachiaria decumbens</i>

\* 50% ou mais de área de ocupação do piquete.

Ao longo de todo o período experimental, o número de vacas e novilhas em cada um dos lotes foi bastante flutuante, haja vista a dinâmica dos dias em lactação, secagem de animais e novos partos. Mas, o número total de animais nos 16 piquetes permaneceu geralmente constante. Foram, em média, 49 vacas lactantes no Lote 1, 46 vacas lactantes no Lote 2 e 34 animais não lactantes no Lote 3, perfazendo um total de 120 fêmeas bovinas. A taxa de lotação

nos piquetes foi, em média, de 4,33 fêmeas/ha, o que está de acordo com outros experimentos nacionais de pastejo rotacionado, que variou de 4,0 a 4,5 animais/ha (Pereira *et al.*, 1992; Soares *et al.*, 1999; Alvim e Botrel, 2001; Lopes, 2002). As taxas de lotação para cada um dos módulos de pastejo rotacionado estão expressas na Tab. 7.

Tabela 7: Taxa de lotação (fêmeas/ha) para os três módulos de piquetes rotacionados dos animais experimentais, de acordo com a espécie de gramínea predominante e o lote ou grupo de animais

Módulo	Gramíneas	Taxa de lotação (fêmeas/ha)			
		Lote 1	Lote 2	Lote 3	MÉDIA
1	<i>B. brizantha</i>	4,70	4,36	3,18	4,08
2	<i>B. ruziziensis</i>	4,94	4,88	3,44	4,42
3	<i>B. decumbens</i>	6,56	6,16	4,61	5,77

A estratégia utilizada na propriedade para o pastejo foi o modelo de líderes e seguidoras, sugerido por Gomide (1993), onde o pastejo rotacionado é conduzido com dois grupos de vacas. Para as vacas de maior produção, as líderes, houve prioridade em pastejar os piquetes de modo a disponibilizá-las maior oferta de pasto e de maior valor nutritivo, haja vista a maior altura da forragem. Para as vacas

de menor produção, as seguidoras, o pastejo segue ao das líderes. No presente experimento, e por estratégia de pastejo da propriedade, o sistema líder-seguidoras foi adotado com a adição de mais um grupo de animais a pastejar: Lote 3, animais não lactantes, como forma de ajustar a altura do pastejo residual.

A variação no tamanho dos 16 piquetes experimentais e a flutuação no número de animais entre os três lotes produzia diferenças quanto ao número de dias de ocupação e no número de dias de descanso para cada piquete. Portanto, os dados que se seguem serão expressos em valores médios. O número de dias de descanso variou de acordo com o módulo do rotacionado. O módulo 1 de *Brachiaria brizantha* teve um período de descanso, em média, de 40,35 dias, variando entre 39 a 41 dias. No módulo 2 de *Brachiaria ruziziensis*, foram de 23,53 dias (21 a 25 dias). Para o módulo 3 de *Brachiaria decumbens*, os dias de descanso foram de 25,10 dias, variando entre 23 a 27 dias.

Os dias em ocupação também foram bastante variados. No módulo 1 de *Brachiaria brizantha* os dias de ocupação foram de 3,95 dias (2 até 6 dias), no módulo 2 de *Brachiaria ruziziensis* foram de 7,39 dias (6 a 9 dias) e no módulo 3 de *Brachiaria decumbens* foram de 6,49 dias (5 a 8 dias). Estes números médios referem-se ao número de dias dos animais totais sob pastejo, ou seja, animais dos lotes 1, 2 e 3.

Os animais experimentais e os remanescentes da propriedade eram movimentados entre os piquetes do rotacionado após a ordenha da manhã ou após a ordenha da tarde, não havendo um momento específico para tal procedimento. Salvo o lote 3, que era movimentado sempre entre o período das ordenhas.

### 3.3 AVALIAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES DAS GRAMÍNEAS PASTEJADAS

Ao longo de todo o período experimental (de 23 de Fevereiro até 05 de Maio de 2004), foram feitas amostragens agronômicas das pastagens para estimativa da disponibilidade de MS da forragem por área (Kg MS/ha) e por animal (Kg MS/vaca/dia), além da altura do relvado (cm).

Para estimativa da disponibilidade de forragem, foi utilizada a técnica agronômica do corte zero (Santos *et al.*, 1998; Lopes *et al.*, 2000; Vazquez e Smith, 2000), utilizando a metodologia empregada por Penati (2002).

Para cada entrada e saída dos animais experimentais e daqueles remanescentes, em todos os 16 piquetes experimentais e durante todo o período experimental, foi lançado um quadrado confeccionado de tubos de polietileno (PVC), de  $\frac{3}{4}$  polegada (20 mm), com 1 metro de lado, perfazendo área útil de 1,0 m<sup>2</sup>. Adicionalmente, foi utilizada régua graduada (0 a 200 cm) para medida da altura do relvado.

Para cada piquete, o quadrado foi lançado cinco vezes e de forma casualizada. Após o lançamento do quadrado, foram mensuradas as alturas em quatro pontos distintos dentro de cada quadrado lançado, e outras 30 alturas em áreas adjacentes, casualmente, perfazendo um total de 50 dados de altura/piquete. Os pontos para a mensuração das alturas dentro dos quadrados basearam-se na criação de quatro quadrantes equidistantes, conforme Fig. 2. A altura foi mensurada mediante discreta compressão manual na área de lâminas foliares do relvado do pasto, a fim de criar uma uniformidade de leitura. O ponto de leitura compreendia a distância entre o nível do solo e a posição da mão do operador, no relvado levemente comprimido.

Feitas as medidas de altura, todas as gramíneas cujas hastes e lâminas foliares nasciam dentro do espaço limitado pelo quadrado foram cortadas com auxílio de cutelo de aço, rente ao solo. Aquelas cujas hastes e lâminas foliares estavam dentro do espaço do quadrado, mas que nasciam fora do mesmo, foram desprezadas. Em todos os cinco cortes, o material fresco foi acondicionado em sacos de papel individual e devidamente identificados. O material procedente de cada piquete foi individualmente pesado e foram registrados os pesos verdes. Após o registro do peso de massa verde de cada quadrado, o material proveniente de cada um dos cinco cortes foi homogeneizado no chão de alvenaria (limpo) para criação de uma amostra composta, da qual se extraiu de 2,0 a 2,5 Kg de massa total para posteriores análises bromatológicas e separação da matéria verde e da matéria morta. O material foi armazenado a -5 °C até início das análises bromatológicas.

Durante os cinco lançamentos casuais dos quadrados, algumas áreas onde o mesmo caía foram descartadas, necessitando novo e casual lançamento. Foram consideradas áreas de

descarte de lançamentos quando o quadrado caía em: 1) trilhas de vacas, 2) bolos fecais, 3) áreas circunvizinhas a riacho, brejos e passagem

de enxurradas, 4) arbustos, 5) malhadouros e 6) cupins.

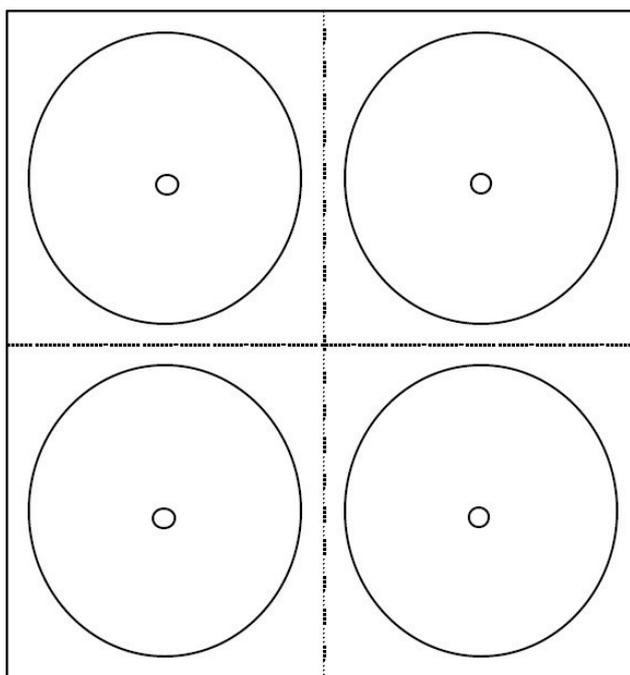


Figura 2: Pontos dentro do quadrado onde as alturas foram medidas.

Fonte: Penati (2002).

Para estimativa da disponibilidade da matéria seca nos piquetes por área (Kg/ha de MS) e a oferta por animal (Kg/vaca/dia de MS), o seguinte cálculo foi aplicado (Deresz, 2001a, b):

$$\text{Disponibilidade total (Kg/ha de MS)} = \frac{(\text{Kg MS no piquete à entrada} - \text{Kg MS no piquete à saída})}{\text{área (ha)}}$$

$$\text{Oferta por animal (Kg/vaca/dia de MS)} = \frac{\{[\text{Disponibilidade total (Kg MS/ha)} / \text{número de piquetes}] / \text{número de dias de ocupação}\}}{\text{taxa de lotação animal}}$$

### 3.4 DESCRIÇÃO DOS ANIMAIS E TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS

Os animais da propriedade eram vacas em lactação mestiças Holandês x Zebu, com composição gênica variando desde o ½ até o 15/16 Holandês x Zebu.

Para seleção dos animais experimentais, alguns critérios foram seguidos: 1) serem pluríparas, 2) dias em lactação superiores a 30 dias, 3) estar a mais de 90 dias do próximo parto, 4) bem adaptada à ordenha mecânica e 5) bom estado de saúde.

Ao todo, para o **Experimento 1**, foram selecionadas 48 (quarenta e oito) vacas, com mais de 60 dias em lactação. Estas vacas foram divididas em dois ensaios experimentais distintos de 24 animais lactantes cada, mas todas foram submetidas ao sistema de pastejo rotacionado com gramíneas do gênero *Brachiaria* (*B. brizantha* cv. Marandu, *B. decumbens*, cv. Basilisk, *B. ruziziensis*).

Os dois grupos de 24 vacas cada pastejaram os mesmos piquetes, um grupo para pastejo de **Desponta** (Lote 1, **Ensaio 1**) e outro grupo para **Repasse** (Lote 2, **Ensaio 2**). Misturado com cada um dos dois grupos, estavam as vacas em lactação remanescentes da propriedade. Em média, foram 95 vacas em lactação durante o

período experimental, sendo que no grupo de Desponta estavam 49 vacas (sendo 24 experimentais), enquanto que no grupo de repasse estavam as outras 46 vacas (sendo 24 experimentais).

Para o **Experimento 2**, foram utilizadas três vacas mestiças Holandês x Zebu (sem composição gênica definida), em lactação e canuladas no rúmen para avaliações do ambiente retículo-ruminal.

### 3.4.1 Experimento 1

#### 3.4.1.1 Alimentação, ordenha e arraçoamento

Todas as 48 vacas experimentais receberam suplemento concentrado formulado à base de MN de 75,5% de fubá de milho, 22,5% de farelo de soja, 1% de uréia agrícola e 1% de calcário calcítico.

As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia, às 06h30min e às 15h00min, ocasião onde o alimento concentrado era ofertado, em duas quantidades iguais, pela manhã e pela tarde. Devido ao tempo de ordenha, nem todas as vacas foram capazes de consumir todo o alimento concentrado disponível no cocho. As sobras foram coletadas individualmente, registradas e armazenadas (-5 °C) para posteriores análises químicas.

Em relação ao grupo de vacas na Desponta, as vacas do grupo de Repasse eram ordenhadas depois e antes por ocasião da ordenha da manhã e da tarde, respectivamente.

Durante cada uma das ordenhas, os animais experimentais foram individualmente suplementados com 50 g de mistura mineral-vitamínica marca PRODAP<sup>®1</sup>.

No primeiro dia (23 de Fevereiro) e no último dia (12 de Março) experimental, as vacas foram individualmente pesadas, após a ordenha da manhã, e avaliadas para o escore da condição corporal (de 1 a 5).

<sup>1</sup> (8,0% Ca; 8,0% P; 1,5% Mg; 15,1% Na; 3,9% S; 1.045 ppm Mn, 641 ppm Fe; 1.567 ppm Cu; 4.845 ppm Zn; 216 ppm I; 133 ppm Co; 35 ppm Se).

#### 3.4.1.2 Ensaio 1 – Desponta

As 24 vacas mestiças Holandês x Zebu estavam com produção média de 16,3 Kg de leite/dia, 155 dias em lactação, pesando 512,8 Kg e com escore da condição corporal de 2,0.

As vacas do Ensaio 1 (Desponta) foram distribuídas nos três tratamentos em delineamento de blocos ao acaso (8 blocos), segundo a produção de leite, os dias em lactação e o peso corporal. Cada um dos oito blocos continha três vacas, cada uma correspondendo a um dos três tratamentos. O período experimental foi de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação e 7 dias de amostragem. Foram avaliadas três quantidades de suplemento concentrado a saber, com base na MN:

- T4: 4,0 Kg de concentrado;
- T6: 6,0 Kg de concentrado;
- T8: 8,0 Kg de concentrado.

#### 3.4.1.3 Ensaio 2 – Repasse

As 24 vacas mestiças Holandês x Zebu estavam com produção média de 8,4 Kg de leite/dia, 311 dias em lactação, pesando 522,8 Kg e escore da condição corporal de 2,25.

As vacas do Ensaio 2 (Repasse) foram também distribuídas nos três tratamentos em delineamento de blocos ao acaso (8 blocos), segundo a produção de leite, os dias em lactação e o peso corporal. Cada uma das três vacas, dentro de cada bloco, correspondia a um dos três tratamentos. O período experimental foi de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação e 7 dias de amostragem. Devido à menor produção de leite e o avançado número de dias em lactação, os animais experimentais receberam menor quantidade de alimento concentrado, seguindo os tratamentos (na matéria natural – MN):

- T1: 1,0 Kg de concentrado;
- T2: 2,0 Kg de concentrado;
- T4: 4,0 Kg de concentrado.

#### 3.4.1.4 Estimativa do consumo de matéria seca

A estimativa do consumo voluntário de matéria seca das vacas em lactação, para os dois ensaios experimentais, foi baseada na razão entre a estimativa da produção fecal e a indigestibilidade da MS.

Para estimar a produção fecal das vacas (Kg de MS fecal/dia), foi utilizada a técnica dos indicadores indigestíveis, utilizando como indicador externo o óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ). Foram administrados, por via oral (sonda) e embrulhados em papelotes, 16 gramas de óxido crômico duas vezes ao dia (8 gramas de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  no momento de cada ordenha), entre o 11º e 21º dias experimentais. As análises para determinação do Cr nas fezes foram feitas mediante coleta individual de fezes, duas vezes ao dia, no momento de cada ordenha, diretamente da ampola retal, por 5 dias consecutivos e a partir do 17º dia experimental. As amostras individuais de fezes foram acondicionadas em embalagem plástica e congeladas a  $-5^\circ\text{C}$ . Após serem secas em estufa ventilada a  $65^\circ\text{C}$  por 72 h, elas foram homogeneizadas para a mesma vaca, referente ao dia da coleta e para todo o período de amostragem, perfazendo 48 amostras compostas de fezes. A compostagem das amostras fecais foi feita mediante critério de homogeneidade dos pesos secos ( $65^\circ\text{C}$ ) durante a mistura, ou seja, cada etapa da compostagem foi feita entre amostras de mesmo peso, a fim de evitar variações ainda maiores na concentração de cromo. Para determinação da concentração do indicador externo (Cr), foi empregado o aparelho de Espectrofotometria de Reflectância no Infravermelho Próximo, NIRS (NIRS BUHLER, modelo NIRVIS), como utilizado por Pereira (2005).

A produção fecal foi calculada em função da concentração do indicador nas fezes, segundo equação sugerida por Prigge *et al.* (1981):

$$\text{Produção Fecal (Kg MS/dia)} = (\text{g de Cr ingerido por dia} / \text{Concentração do indicador nas fezes em g Cr/Kg MS})$$

A princípio, a estimativa da produção fecal (Kg MS fecal/dia) tem embutido um erro

experimental, que foi a presença na matéria seca fecal de resíduo indigestível originado do alimento concentrado junto com o alimento volumoso. Logo, após esta estimativa, a produção de matéria seca fecal total foi corrigida para a excreção de matéria seca do alimento concentrado nas fezes, segundo sugestão de Berzaghi *et al.* (1996). Resumidamente, após a estimativa da produção fecal, a quantidade total de MS de concentrado fornecido foi multiplicada pela sua respectiva indigestibilidade (12%, segundo parâmetros da degradabilidade ruminal “*in situ*” realizado em outro experimento). Sabendo quanto de concentrado foi excretado, a diferença entre a produção total de MS fecal com a MS do concentrado excretado forneceu a produção fecal de MS proveniente do pasto.

A partir da produção fecal corrigida, foi estimado o consumo total de matéria seca diária da forrageira pastejada (Kg MS forragem/dia), através da equação:

$$\text{Consumo total de matéria seca de forragem (Kg MS/dia)} = \text{Produção fecal corrigida (Kg MS/dia)} / (1 - \text{Digestibilidade “in vitro” do alimento volumoso})$$

Para determinação da digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS, %) da forragem pastejada, foram coletadas amostras das pastagens segundo metodologia do pastejo simulado descrita por Euclides *et al.* (1992), onde se procurou extrair frações da pastagem semelhantes àquelas que as vacas em lactação selecionavam nos piquetes, a partir da observação do pastejo. Durante a simulação do pastejo, criou-se o critério de não amostrar o relvado quando o amostrador passava em trilhas de animais, áreas de bolos fecais recentes e antigos, áreas com acúmulo de esterco e urina (malhadouros), áreas de plantas invasoras, proximidades de cercas e debaixo de árvores (sombras naturais).

Foram coletadas amostras de pastejo simulado durante todo o período experimental (21 dias), mas somente aquelas obtidas durante o período de fornecimento de óxido crômico e coleta de fezes foram utilizadas para análise bromatológica completa. O pastejo simulado foi feito sempre no momento de cada entrada dos

animais nos piquetes, quer seja para o grupo DESPONTA ou para o grupo REPASSE. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e comprimidas para expulsão do ar e congeladas a -5 °C.

Por fim, o consumo diário total de matéria seca (alimento volumoso e concentrado) foi estimado pela soma do consumo de matéria seca do suplemento e do consumo estimado da forragem:

$$\text{Consumo total de matéria seca (Kg MS/dia)} = \text{Consumo de suplemento (Kg MS/dia)} + \text{Consumo de forragem (Kg MS/dia)}$$

#### 3.4.1.5 Análises laboratoriais

Ao término do experimento, as amostras de disponibilidade da forragem, do pastejo simulado e dos alimentos concentrados foram descongeladas em temperatura ambiente e submetidas a processamento e análises bromatológicas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.

Todas as amostras de forragem e de suplemento foram pré-secas (65 °C) e moídas em moinho estacionário "Thomas-Willey" modelo 4, usando peneira de abertura de malha de 1 mm, sendo acondicionadas em recipientes plásticos, fechados e identificados.

As amostras de disponibilidade foram separadas e classificadas em matéria morta (MM, com mais de 50% de material senescente) e matéria verde (MV). As frações foram pré-secas em estufa a 65 °C por 72 h, obtendo-se a matéria pré-seca, base para cálculo para a proporção de matéria verde e morta presente na forragem disponível, após correção para matéria seca a 105 °C (Penati, 2002).

Após o descongelamento e/ou compostagem, fezes, material do pastejo simulado e os suplementos foram analisados para matéria seca (MS) a 65 e 105 °C, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral ou cinzas (AOAC, 1980), fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio (FDN<sub>N</sub>), fibra em detergente ácido (FDA),

celulose (CEL), hemicelulose (HCEL), lignina (LIG) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) (Van Soest, 1994), carboidratos não fibrosos [Sniffen, *et al.*, 1992, sendo CNF = 100 - (%PB + %FDN<sub>N</sub> + EE + %Cinzas)].

A disponibilidade destes dados permitiu realizar cálculos para estimar a digestibilidade aparente no trato gastrointestinal, dos nutrientes PB, FDN<sub>N</sub>, CNF e EE, através da fórmula (Silva e Leão, 1979):

$$\text{Digestibilidade aparente do nutriente (\%)} = 100 - 100 * (\text{concentração do indicador no alimento} \times \text{concentração N nas fezes}) / (\text{concentração do nutriente nas fezes} \times \text{concentração do nutriente no alimento}).$$

Para o cálculo do consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), foi empregada a fórmula proposta por Sniffen *et al.* (1992):

$$\text{CNDT} = (\text{CPB} - \text{PBf}) + 2,25 * (\text{CEE} - \text{EEf}) + (\text{CCT} - \text{CTf}),$$

sendo CPB, CEE e CCT, respectivamente, consumo de PB, EE e carboidratos totais (CT = FDN + CNF), enquanto PBf, EEf e CTf significam PB, EE e CT nas fezes.

Amostras do pastejo simulado e do alimento concentrado foram ainda analisadas para a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS, Tilley e Terry, 1963), degradabilidade potencial (DP<sub>MS</sub> e DP<sub>FDN</sub>, %) e taxa fracional de degradação da MS e da FDN (K<sub>dMS</sub> e K<sub>dFDN</sub>, %/h), obtido em experimento de degradabilidade ruminal “*in situ*” realizado paralelamente a este experimento (Ørskov e McDonald, 1979, Ørskov *et al.*, 1980). Um breve resumo da metodologia de incubação. Três vacas canuladas no rúmen foram utilizadas para estimativas dos parâmetros de degradabilidade ruminal “*in situ*” das gramíneas do gênero *Brachiaria* (colhida em pastejo simulado, composta total) e do alimento concentrado (composta total). Os animais experimentais estavam em pastejo (pastagem de *B. decumbens* e *B. ruziziensis*) e suplementados com 6,0 Kg MN de concentrado, em duas vezes ao dia, no momento da ordenha (07:30 e 16:00 h). Água à vontade.

Os tempos de incubação foram 0, 3, 6, 16, 24, 48 e 96 h para a gramínea e 0, 3, 6, 16, 24 e 48 h para o concentrado. Após o término de cada tempo de incubação, cada bolsa foi imersa em água fria e congelada, a fim de cessar o processo de fermentação. Terminado o período de incubação, todas as bolsas (incluindo o tempo zero, não incubado) foram manualmente lavadas em água limpa para remoção dos resíduos ruminais aderidos. Os resíduos de cada tempo de incubação e o material original foram analisados para os teores de MS e FDN, para cálculo dos parâmetros de degradabilidade potencial.

A partir da determinação do material que fica retido nas bolsas, obtém-se a média dos resíduos da MS e FDN de cada alimento. Por diferença (100 - resíduo), obteve-se a média do desaparecimento destes nutrientes. Para cálculo da degradabilidade potencial (DP), foi utilizada a equação de Ørskov e McDonald (1979) adaptado por Sampaio (1988):  $P = A - B \cdot e^{-Ct}$ , onde P = degradação potencial do material da bolsa no tempo t; A = degradação potencial do material que permanece retido na bolsa após o tempo zero; B = não tem significância biológica e C = taxa de degradação do material que fica retido na bolsa após o tempo zero, referenciado neste trabalho pelo termo *Kd*.

É importante observar que, como foram três gramíneas pastejadas ao longo de todo o período experimental, decidiu-se por realizar uma composta de material do pastejo simulado. Todas as amostras de pastejo simulado para os grupos experimentais de Desponta e de Repasse foram separadas e homogeneizadas após pré-secagem e moagem a 1,0 mm (homogeneização de pesos pré-secos iguais). Logo, as análises de pastejo simulado recaem sobre um “pool” de amostras pastejadas pelo grupo de Desponta e pelo grupo de Repasse. A mesma homogeneização foi feita para o alimento concentrado obtido de cada partida do misturador.

### 3.4.2 Experimento 2

Para o estudo do ambiente retículo-ruminal, foram utilizadas três vacas mestiças Holandês x Zebu, em lactação, canuladas no retículo-rúmen, com cânulas de borracha de 100 mm de

diâmetro. As vacas estavam produzindo 8,2 Kg leite/dia, com mais de 240 dias em lactação, pesando 454,8 Kg e escore médio da condição corporal de 3,25.

Os animais experimentais foram distribuídos em um quadrado latino 3 x 3, com três períodos de 14 dias, sendo 7 dias para adaptação e outros 7 dias para amostragens. Os animais foram isolados do restante dos animais leiteiros da propriedade durante o período de amostragem, em uma pastagem mista de *B. ruziziensis* e *B. decumbens*, com predomínio desta última, durante os últimos 7 dias de cada período. As três vacas foram alimentadas e submetidas ao mesmo tratamento de suplementação e de ordenha das vacas do grupo de Desponta, recebendo um dos três tratamentos a saber:

- T4: 4,0 Kg de concentrado;
- T6: 6,0 Kg de concentrado;
- T8: 8,0 Kg de concentrado.

As vacas experimentais foram ordenhadas duas vezes ao dia, sempre iniciando no mesmo horário, às 07h30min e às 16h00min, ocasião onde o alimento concentrado era fornecido, em quantidades iguais. Diferente do acontecido com as 48 vacas destinadas ao estudo de consumo, para as três vacas canuladas foi permitido tempo para que todo o alimento concentrado pudesse ser consumido.

Nas três vacas experimentais foram feitas coletas individuais de líquido ruminal diretamente no rúmen (saco ventral), utilizando-se tecidos individuais de algodão para extração e filtros individuais para filtragem do líquido retículo-ruminal. A coleta do líquido ruminal foi feita nos seguintes horários, referentes ao primeiro arraçoamento na ordenha da manhã: 0 (minutos antes do primeiro arraçoamento e da ordenha diurna), 1, 3, 5, 9 (minutos antes do segundo arraçoamento e da ordenha vespertina), 10, 12, 14, 17 e 24 horas, totalizando 10 amostras, que foram divididas em três subamostras.

Para cada tempo de coleta, as três vacas experimentais foram deslocadas em conjunto do piquete para o curral, onde todo o procedimento de coleta do líquido retículo-ruminal foi realizado. Do momento de saída das vacas do piquete até seu retorno, passando pela coleta de

líquido ruminal, o tempo médio de operação foi de 25 minutos.

A primeira sub-amostra foi utilizada para imediata avaliação do pH em um potenciômetro digital portátil, pHTek®, com variação de 0,1, e continuamente ajustado para padrão pH 4,0 e 7,0 a cada nove leituras. A segunda sub-amostra foi acidificada com ácido metafosfórico 25% (2 mL para cada 10 mL de líquido ruminal) e congelada (-5°C). Após descongelamento em temperatura ambiente, a sub-amostra foi centrifugada e analisada em cromatografia gasosa para concentração molar (mM) total e individual dos ácidos graxos voláteis (acetato, propionato, butirato), utilizando aparelho de cromatografia gasosa GC-17A SHIMADZU. A relação molar acetato:propionato (A:P) foi determinada pela razão da concentração molar (mM) no líquido ruminal de acetato pela de propionato. A terceira sub-amostra foi acidificada com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 50% v/v (1,0 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 50% para 50 mL de amostra de líquido) e congelada (-5 °C). Após descongelamento, foi feita a determinação da concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal (mg/dL N-NH<sub>3</sub>).

O alimento concentrado (após descongelamento e compostagem) foi analisado conforme a metodologia descrita para o Experimento 1.

### 3.5 ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Para o experimento 1, tanto para o Ensaio 1 (Desponta) quanto para o Ensaio 2 (Repasse), foi utilizado um delineamento do tipo Blocos Casualizados, sendo oito blocos, cada um com três parcelas referentes a três vacas experimentais, sendo que cada parcela/vaca representa um dos três tratamentos. A análise de variância (Tab. 8) e o modelo estatístico para ajuste das variáveis observadas são observadas a seguir.

Tabela 8: Análise de Variância dos ensaios 1 (Desponta) e ensaio 2 (Repasse) do experimento 1 de estimativa do consumo de matéria seca de vacas leiteiras a pasto

Fonte de Variação	Graus de liberdade
Total	23
Tratamentos	2
Bloco	7
Erro	14

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

Em que:

$Y_{ij}$  = Valor observado no tratamento  $i$ , bloco  $j$  para as variáveis (consumo de matéria seca do alimento volumoso e total, expresso em Kg MS/vaca e % peso vivo);

$\mu$  = média geral;

$T_i$  = efeito do tratamento  $i$  ( $i = 4, 6$  e  $8$  Kg concentrado/vaca/dia ou  $1, 2$  ou  $4$  Kg concentrado/vaca/dia na MN);

$B_j$  = efeito do bloco  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, 8$ );

$e_{ij}$  = erro experimental associado à média;  $e_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$ .

No entanto, houve necessidade de excluir três vacas das análises estatísticas, uma vez que elas saíram do padrão de desempenho produtivo de seus respectivos grupos experimentais. Por segurança estatística, todos os dados produzidos por estes três animais foram integralmente descartados. Os dados descartados corresponderam aos de um animal no Ensaio 1, suplementado com 6,0 Kg MN/dia e outros dois no Ensaio 2, suplementados com 4,0 Kg MN/dia. Portanto, a análise de variância precisou ser refeita para ambos os ensaios, ficando conforme observado na Tab. 9, sendo os dados analisados seguindo um esquema de dados não balanceados, sendo mantida a equação de ajuste para as médias das variáveis medidas (como descrito logo acima).

Tabela 9: Análise de Variância dos ensaios 1 (Desponta) e ensaio 2 (Repasse) do experimento 1 de estimativa do consumo de matéria seca de vacas leiteiras a pasto, corrigida

Fonte de Variação	Graus de liberdade
<b>ENSAIO 1 (DESPONTA)</b>	
Total	22
Tratamentos	2
Bloco	7
Erro	13
<b>ENSAIO 2 (REPASSE)</b>	
Total	21
Tratamentos	2
Bloco	7
Erro	12

No experimento 2, o delineamento utilizado foi o Quadrado Latino 3 x 3, em esquema de parcelas sub-divididas, estando nas parcelas os tratamentos (quantidade de suplemento concentrado) e nas sub-parcelas os tempos de coleta de líquido ruminal. A análise de variância (Tab. 10) e a equação matemática para ajuste das variáveis medidas podem ser observadas a seguir.

Tabela 10: Análise de Variância do experimento 2 de ambiente retículo-ruminal de vacas leiteiras a pasto

Fonte de Variação	Graus de liberdade
Total <sub>a</sub>	8
Tratamento	2
Período	2
Vacas	2
Erro <sub>a</sub>	2
Total <sub>b</sub>	89
Tempos	9
Interação tratamento x tempo	18
Erro <sub>b</sub>	62

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + P_j + A_k + TT_l + I_{m(ij)} + e_{ijklm}$$

Em que:

$Y_{ijklm}$  = Valor observado no tratamento  $i$  e no tempo  $l$  para as variáveis (pH, concentração de N-NH<sub>3</sub> e de AGV total, proporção molar de acetato, propionato e butirato, e relação molar acetato:propionato);

$\mu$  = média geral;

$T_i$  = efeito do tratamento  $i$  ( $i = 4, 6$  e  $8$  Kg de concentrado/vaca/dia na MN);

$P_j$  = efeito do período  $j$  do quadrado ( $j = 1, 2, 3$ );

$A_k$  = efeito da vaca  $k$  ( $k = 1, 2, 3$ );

$TT_l$  = efeito do tempo  $l$  ( $l = 0, 1, 3, 5, \dots, 24$ );

$I_{m(ij)}$  = efeito da interação  $m$  entre o tratamento  $i$  e o tempo  $l$ ;

$e_{ijklm}$  = erro experimental associado à média;

$e_{ijklm} \cap NID(0, \sigma^2)$ .

As médias das variáveis testadas (respostas medidas para o consumo e para o ambiente retículo-ruminal) foram analisadas pelo programa Sisvar (DEX/UFLA), Versão 4.6, Build 62 (2003), aplicando o Teste  $t$  de "Student" para aquelas variáveis referentes ao consumo. Para as variáveis retículo-ruminais foi utilizado o seguinte critério: 1) Teste  $t$  de "Student" quando as médias foram comparadas entre os tratamentos, para um mesmo tempo de coleta e 2) Teste SNK "Student-Newman-Keuls" quando se desejou comparar as médias dentro de um mesmo tratamento, mas entre tempos de coleta diferentes. Os testes para comparações múltiplas foram analisados para um  $\alpha = 0,05$ . As equações de regressão linear foram confeccionadas em planilha do software EXCEL, Microsoft® Office 2003.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 DISPONIBILIDADE DAS GRAMÍNEAS EXPERIMENTAIS

As disponibilidades das gramíneas experimentais, bem como as suas respectivas alturas de relvado, estão na Tab. 11.

Conforme relataram vários autores, disponibilidade está diretamente correlacionada com o consumo voluntário de matéria seca (Pereira *et al.*, 1992; Forbes, 1995; Soriano, 1998; NRC, 2000; Lopes, 2002; Penati, 2002).

Independente da gramínea (*B. brizantha*, *B. decumbens* ou *B. ruziziensis*) ou do grupo de animais pastejando (grupo de desponta, repasse ou ajuste), as disponibilidades foram sempre superiores ao valor crítico sugerido por Gomide (1993) de 2.500 Kg MS/ha e pelo NRC (2000) de 2.250 Kg MS/há, abaixo do qual há redução no consumo voluntário de matéria seca de animais em pastejo, quando da entrada na pastagem. Ao iniciar o pastejo, as disponibilidades foram de 5.443,9 Kg MS/ha

para a *B. brizantha* cv. Marandu, 3.880,2 Kg MS/ha para a *B. decumbens* cv. Basilisk e 5.894,5 Kg MS/ha para a *B. ruziziensis*. Por outro lado, Vasquez (2002) mencionou 4.000 Kg MS/ha como sendo a disponibilidade máxima por área da gramínea onde aumento no consumo não seria mais observado com o aumento da disponibilidade.

Ao término do pastejo, a disponibilidade de MS residual foi maior para todas as três gramíneas que o mínimo mencionado por Brâncio *et al.* (2003a) de 1.000 Kg MS/ha. Para *B. brizantha*, *B. decumbens* e *B. ruziziensis* os resíduos pós-pastejo foram 4.128,5, 3.259,9 e 4.708,7 Kg MS/ha, respectivamente.

Na dinâmica de pastejo das três gramíneas, na saída do piquete das vacas do grupo de desponta para entrada do grupo de repasse, foi observada

redução na disponibilidade, indicando haver remoção de MS da forragem através do pastejo (média de 5.101 e 4.342 Kg MS/ha, respectivamente). No entanto, não se observou redução quando da saída das vacas do grupo de repasse para a entrada do grupo de animais de ajuste (média de 4.342 e 4.630 Kg MS/ha). Segundo Santos *et al.* (1998), Lopes *et al.* (2000) e Coser *et al.* (2003), esta variação de resultados pode ocorrer em função da falta de homogeneidade no material coletado, ocasionando variações extremas nos cálculos de disponibilidade. Tais justificativas também se explicam para a variação na disponibilidade das gramíneas à entrada do grupo de ajuste e para aquela do resíduo, quando a disponibilidade média das gramíneas volta novamente a cair (4.630 e 4.191 Kg MS/ha).

Tabela 11: Valores médios e desvio padrão das disponibilidades de matéria seca (Kg MS/ha) e altura do relvado (cm) e respectivas médias ponderadas de diferentes gramíneas, na entrada de cada grupo de pastejo e no resíduo final do pastejo

Espécie de gramínea	Número de observações (n)	Disponibilidade	Altura do relvado
<b>Grupo de Desponta (entrada)</b>			
<i>Brachiaria brizantha</i>	11	5.443,91 ± 1.392,08	19,41 ± 3,58
<i>Brachiaria decumbens</i>	07	3.880,20 ± 871,75	19,83 ± 8,07
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	05	5.894,47 ± 1.113,81	27,42 ± 6,13
<b>MÉDIA</b>	-	5.101,16	21,28
<b>Grupo de Repasse (entrada)</b>			
<i>Brachiaria brizantha</i>	07	4.361,36 ± 763,14	16,36 ± 2,40
<i>Brachiaria decumbens</i>	06	3.571,65 ± 1.021,43	15,71 ± 5,43
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	06	5.089,48 ± 1.729,05	24,31 ± 6,81
<b>MÉDIA</b>	-	4.341,91	18,67
<b>Grupo de Ajuste (entrada)**</b>			
<i>Brachiaria brizantha</i>	06	4.671,16 ± 710,76	17,54 ± 2,43
<i>Brachiaria decumbens</i>	04	3.262,01 ± 893,37	13,35 ± 3,30
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	05	5.675,67 ± 1.328,64	20,56 ± 2,64
<b>MÉDIA</b>	-	4.630,20	17,43
<b>Resíduo pós-pastejo</b>			
<i>Brachiaria brizantha</i>	05	4.128,51 ± 680,86	16,83 ± 2,10
<i>Brachiaria decumbens</i>	03	3.259,94 ± 1.022,52	12,01 ± 5,41
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	06	4.708,71 ± 543,56	16,31 ± 4,70
<b>MÉDIA</b>	-	4.191,04	15,57

\*\* - Grupo de fêmeas bovinas não lactantes, gestantes, adultas e jovens.

Benedetti (1994) observou valores médios de disponibilidade de forragem (*B. decumbens*) de 5.363 Kg/ha de MS, valor 38% maior que o observado neste experimento para a mesma forrageira (3.880 Kg/ha MS), mas muito semelhante quando comparada com as outras duas espécies (média de 5.669 Kg/ha MS). Para a *B. decumbens*, Gomide *et al.* (2001) obtiveram disponibilidades médias muito próximas daquelas obtidas neste experimento: 3.495 Kg MS/ha, sendo que os autores estimaram matematicamente a disponibilidade da forragem. Individualmente, os autores obtiveram piquetes com disponibilidade de 4.392 e 2.598 Kg MS/ha, pois testaram o efeito da mesma no consumo e na produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu.

Gerdes *et al.* (2000) avaliaram agronomicamente a *B. brizantha* cv. Marandu. Realizando cortes para estudos de disponibilidade a 15 cm do nível do solo da gramínea com 35 dias, os autores encontraram disponibilidades na ordem de 3.760 e 2.030 Kg MS/ha nos meses de primavera e verão, respectivamente. Tais resultados foram, no máximo, 69% dos resultados da mesma gramínea utilizada neste experimento, mas vale ressaltar que a altura de corte para a referida gramínea neste experimento foi rente ao solo, e para uma forrageira com 40 dias após o último pastejo.

Outros autores avaliaram as disponibilidades das gramíneas pastejadas por vacas em lactação para fins de estimativa do consumo voluntário de matéria seca, mas abordando outros gêneros de gramíneas cespitosas, e com alturas de corte e idades diferentes.

Alvim *et al.* (1999) encontraram para *Cynodon dactylon* cv. "Coast Cross" disponibilidades variando entre 4.280 a 6.007 Kg MS/ha, para altura de corte de 8 cm e idade da gramínea de 24 a 32 dias, no verão e no inverno, respectivamente. Em outro trabalho com a gramínea, Alvim e Botrel (2001) encontraram disponibilidades de 6.008 a 6.813 Kg MS/ha, também com corte a 8 cm do nível do solo.

Para o *Pennisetum purpureum* cv. Napier, Soares *et al.* (1999) encontraram disponibilidades de 2.242 e 2.354 Kg MS/ha. Lopes (2002) encontrou disponibilidade média

durante o verão para a gramínea de 2.092,9 Kg MS/ha, com variações entre 1.309 até 4.239 Kg MS/ha. Ambos os autores calcularam a disponibilidade segundo técnica do peso das touceiras e do número delas no piquete. Pereira (2005), estudando o consumo de MS de vacas mestiças Holandês x Zebu em pasto de *Pennisetum purpureum*, obteve disponibilidades de 1.873 Kg MS/ha, com cortes à altura do pastejo e gramínea com 37 dias. Santos *et al.* (2005) avaliaram o consumo de vacas mestiças Holandês x Zebu para esta mesma gramínea, e estimaram a disponibilidade na ordem de 7.678 a 8.534 Kg MS/ha, não havendo menção para a altura do corte.

Para o *Panicum maximum*, Euclides *et al.* (1999) obtiveram produções de matéria seca por hectare de 1.470, 1.910 e 2.130 Kg MS/ha para os cv. Colômbio, Tobiatã e Tanzânia, respectivamente. Santos *et al.* (2005) encontraram valores entre 4.382 a 5.825 Kg MS/ha. Os autores não mencionaram a altura do corte.

Para o resíduo pós-pastejo, não há na literatura consultada dados disponíveis para o gênero *Brachiaria*. Para *Cynodon dactylon* cv. "Coast Cross" (única gramínea estolonífera estudada), Alvim e Botrel (2001) encontraram disponibilidade residual variando de 3.609 a 4.201 Kg MS/ha, valores estes próximos aos encontrados neste experimento para a *B. decumbens* (3.259 KgMS/ha) e *B. brizantha* (4.128 Kg MS/ha), mas inferior aos 4.708 Kg MS/ha da *B. ruziziensis*. Penati (2002) trabalhou com *Panicum maximum* cv. Tanzânia para um resíduo pós-pastejo variando entre 1.500 a 4.000 Kg MS/ha. Para o *Pennisetum purpureum*, Santos *et al.* (2005) obtiveram massa residual variando entre 1.971 a 3.090 Kg MS/ha. Estes mesmos autores avaliaram o *Panicum maximum* cv. Tanzânia, obtendo resíduos entre 2.000 a 3.180 Kg MS/ha.

Para as alturas do relvado (Tab. 11), a uniformidade dos resultados foi mais coerente se comparados com aqueles da disponibilidade. Para a entrada do grupo experimental de despona, a altura média das três gramíneas foi de 21,3 cm, passando para 18,7 cm na entrada do grupo de repasse, 17,4 cm para o grupo de ajuste e chegando à altura residual de 15,6 cm. Evidentemente, à medida que os animais vão

pastejando, parte do relvado vai sendo extraído. Esta remoção pode ser observada pela redução nas alturas do relvado na entrada de cada um dos grupos experimentais, ou seja, desponta, repasse e ajuste, e para qualquer uma das gramíneas estudadas: *B. brizantha* (19,4; 16,4 e 17,5 cm), *B. decumbens* (19,8; 15,7 e 13,35 cm) e *B. ruziziensis* (27,4; 24,3 e 20,6 cm), respectivamente. As alturas residuais para estas três gramíneas foram, respectivamente, 16,8; 12,0 e 16,3 cm. Ranqueando as alturas, a *B. ruziziensis* ficou em primeiro, seguida das *B. brizantha* e *B. decumbens*, a semelhança dos dados de disponibilidade e de pressão de pastejo (Tab. 12).

Na literatura nacional, Gomide *et al.* (2001) estudaram morfológicamente uma espécie do gênero, a *B. brizantha* cv. Marandu. Os autores mostraram altura de relvado variando entre 31,0 cm no período seco do ano (Inverno) a 57,25 cm no período chuvoso (Verão). Independente da época, são alturas muito superiores às relatadas neste experimento. Tais diferenças podem ser

explicadas pela compressão feita no momento da mensuração da altura do relvado executada neste experimento em relação ao procedimento feito pelos referidos autores, que não realizaram tal ação.

Muitos outros autores avaliaram a altura do pastejo, mas trabalharam com gramíneas cespitosas, como as espécies *Pennisetum purpureum* e *Panicum maximum*. Penati (2002) avaliou agronomicamente o Capim-tanzânia, obtendo altura de pastejo, antes da entrada dos animais, de 19 a 46 cm, justificando tal variação ao resíduo pós-pastejo no ciclo anterior. Segundo o autor, quanto maior for o resíduo, maior a altura do pasto no pastejo subsequente.

Brâncio *et al.* (2003a) avaliaram outros três cultivares de *Panicum maximum*: Mombaça, Tanzânia e Massai. Os autores obtiveram para estes três cultivares, alturas à entrada dos animais nos piquetes variando entre 30 a 70 cm, ficando o resíduo pós-pastejo com altura entre 20 a 40 cm.

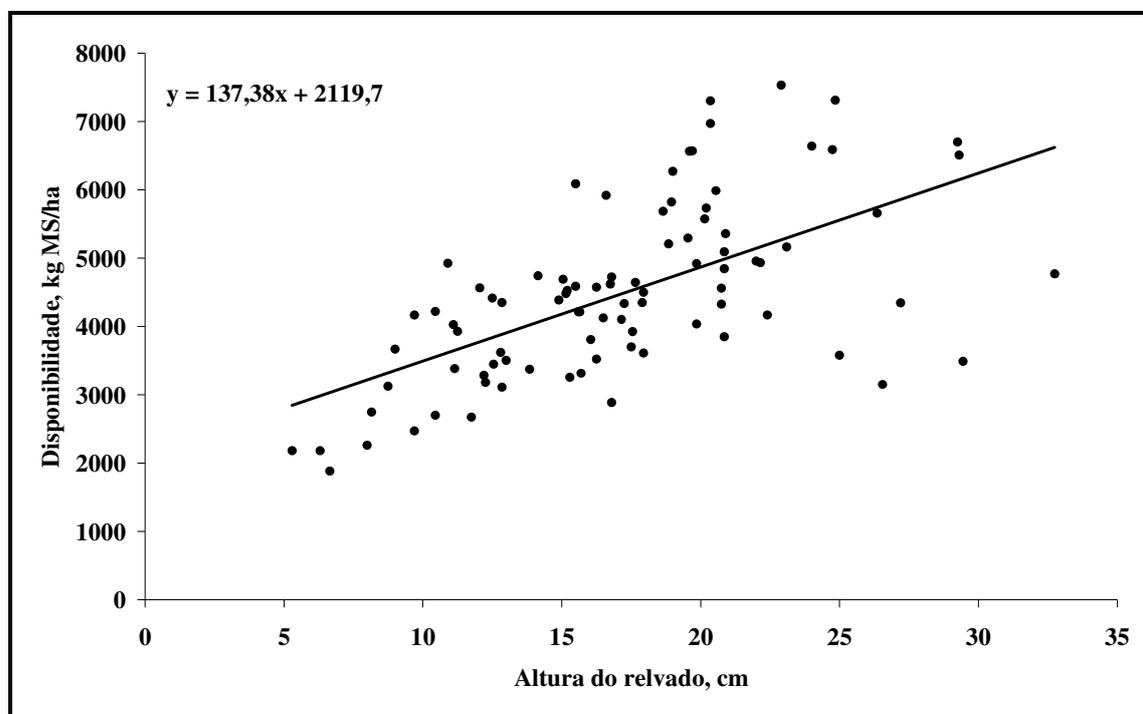


Figura 3: Relação entre a altura das gramíneas pesquisadas (cm) e disponibilidade (Kg MS/ha) das mesmas nos piquetes experimentais. Correlação ( $r$ ) = 0,61.

Segundo Soriano (1998), Penati (2002) e Brâncio *et al.* (2003b), existe alta correlação

entre a altura da forrageira pastejada com a disponibilidade, matematicamente avaliada pela

correlação. Na pesquisa destes três autores, as correlações (r) obtidas para altura da forragem (cm) e a disponibilidade (Kg MS/ha) foram de 0,73, 0,93 e 0,70, respectivamente. Neste experimento, a correlação entre altura do relvado (variável independente) e disponibilidade (variável dependente) foi de 0,61, computando as médias para as três gramíneas utilizadas neste experimento (Fig. 3).

As disponibilidades individuais de forragem e a pressão de pastejo estão na Tab. 12. Na

desponta, a disponibilidade de MS das gramíneas por vaca por dia foi de 36,68, 22,79 e 40,32 Kg/vaca/dia para *B. brizantha*, *B. decumbens* e *B. ruziziensis*, enquanto ao repasse, foi 31,68, 22,34 e 35,28 Kg/vaca/dia, respectivamente. Segundo Benedetti (1994), disponibilidades de 35 Kg/ha de MS seriam suficientes para estimular o consumo de pasto, valor este observado para *B. brizantha* e *B. ruziziensis*, mas maior quando comparado à disponibilidade da *B. decumbens*.

Tabela 12: Valores médios para disponibilidade de matéria seca de pastagem por animal (Kg MS/vaca/dia), estimativa da pressão de pastejo média e respectivas médias ponderadas de diferentes gramíneas na entrada de cada grupo de pastejo

Espécie de Gramíneas	Desponta	Repasse
<i>Disponibilidade de pastagem, Kg MS/vaca/dia</i>		
<i>Brachiaria brizantha</i>	36,68	31,68
<i>Brachiaria decumbens</i>	22,79	22,34
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	40,32	35,28
<b>MÉDIA</b>	33,24	29,87
<i>Pressão de pastejo (Kg MS/100 Kg PV ou %PV)</i>		
<i>Brachiaria brizantha</i>	7,17	6,12
<i>Brachiaria decumbens</i>	4,45	4,31
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	7,88	6,81
<b>MÉDIA</b>	6,50	5,77

Deresz (2001a,b), Lopes (2002) e Pereira (2005) encontraram disponibilidades máximas para *Pennisetum purpureum* de 16,0, 17,4 e 20,0 Kg MS/vaca/dia. Esta variação de resultados experimentais pode ser explicada pela altura do corte realizado entre os experimentos e a idade das gramíneas ao corte. Como exemplo, no trabalho de Pereira (2005), o corte da gramínea foi feito à altura do pastejo e com 37 dias do último ciclo de pastejo. No presente experimento, o corte das gramíneas procedeu-se no nível do solo, com as idades ao corte de 40 para *B. brizantha* e 25 dias para as *B. decumbens* e *B. ruziziensis*.

Para a estimativa da pressão de pastejo, os resultados experimentais apontam valores variando entre o mínimo de 4,31 até o máximo de 7,88 Kg MS/100 Kg PV ou %PV.

A pressão de pastejo é um instrumento valioso no manejo da pastagem, uma vez que, diferentemente da taxa de lotação, considera a disponibilidade momentânea de matéria seca ao

longo das estações do ano. Em outras palavras, a pressão de pastejo reflete melhor a estreita relação existente entre o animal e a planta, além de propiciar equilíbrio entre a produção desses fatores. Informações baseadas em experimentos utilizando-se a pressão de pastejo, e não a lotação fixa, têm maior confiabilidade, uma vez que a pressão de pastejo está relacionada com a forragem disponível por unidade animal (Gomide, 1993; Gomide *et al.* 2001).

O consumo será reduzido quando a oferta de forragem estiver numa faixa inferior a 4% do peso vivo (PV). A maximização do consumo parece acontecer quando a oferta de forragem está entre 6 a 9%PV (Silva *et al.*, 1994; Gomide *et al.*, 2001). Segundo Penati (2002), o consumo voluntário de matéria seca da forragem pastejada aumenta em taxas decrescentes à medida que a oferta de forragem aumenta, atingindo um “plateau” quando a oferta de forragem diária atinge valores próximos de 10 a 12% PV.

Com base nestes dados de literatura, pode-se afirmar que todas as gramíneas pastejadas neste experimento ofertaram quantidade satisfatória de MS para os animais, independente do grupo que estava pastejando, pois a pressão de pastejo esteve sempre entre os valores de 4 a 10%PV sugeridos por Gomide (1993), Silva *et al.* (1994), Gomide *et al.* (2001) e Penati (2002).

Pelos resultados aqui observados, os piquetes de *B. decumbens* cv. Basilisk foram aqueles que apresentaram menores disponibilidades (Kg MS/ha, Kg MS/vaca/dia) e menor pressão de pastejo (% PV). Seguiram-se os piquetes de *B. brizantha* cv. Marandu e *B. ruziziensis*. Mas,

vale ressaltar que todas as três gramíneas apresentaram resultados de disponibilidade dentro ou acima dos limites recomendados pela literatura nacional e estrangeira para maximizar o consumo voluntário de matéria seca no pasto.

As relações morfológicas das plantas encontram-se na Tab. 13. Pode ser observado que à medida que o pastejo prossegue, com a entrada de cada grupo de pastejo, as proporções de matéria verde e de matéria morta vão se alterando, conseqüentemente, reduzindo a relação MV:MM.

Tabela 13: Proporção média e desvio padrão, com base na matéria seca (MS), das frações matéria verde (%MV), matéria morta (%MM), razão MV:MM e respectivas médias ponderadas de diferentes gramíneas na entrada de cada grupo de pastejo e no resíduo final

Espécie de gramínea*	Número de observações (n)	MV	MM	MV:MM
<b>Grupo de Desponta (entrada)</b>				
<i>Brachiaria brizantha</i>	11	66,47 ± 6,83	33,53 ± 6,83	2,11 ± 0,68
<i>Brachiaria decumbens</i>	07	69,28 ± 8,92	30,72 ± 8,92	2,49 ± 1,00
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	05	76,94 ± 10,93	23,06 ± 10,93	5,48 ± 6,23
<b>MÉDIA</b>		69,60	30,40	2,96
<b>Grupo de Repasse (entrada)</b>				
<i>Brachiaria brizantha</i>	07	62,22 ± 7,04	37,78 ± 7,04	1,74 ± 0,57
<i>Brachiaria decumbens</i>	06	67,06 ± 8,40	32,94 ± 8,40	2,24 ± 0,98
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	06	78,44 ± 10,85	21,56 ± 10,85	4,48 ± 2,30
<b>MÉDIA</b>		68,87	31,13	2,76
<b>Grupo de Ajuste (entrada)*</b>				
<i>Brachiaria brizantha</i>	06	59,36 ± 4,14	40,64 ± 4,14	1,48 ± 0,25
<i>Brachiaria decumbens</i>	04	59,22 ± 14,42	40,78 ± 14,42	1,74 ± 1,04
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	05	74,49 ± 5,74	25,51 ± 5,74	3,08 ± 0,93
<b>MÉDIA</b>		64,37	35,63	2,08
<b>Resíduo pós-pastejo</b>				
<i>Brachiaria brizantha</i>	05	59,63 ± 5,28	40,37 ± 5,28	1,51 ± 0,33
<i>Brachiaria decumbens</i>	03	58,10 ± 17,94	41,90 ± 17,94	1,69 ± 1,11
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	06	65,74 ± 8,56	34,26 ± 8,56	2,07 ± 0,78
<b>MÉDIA</b>		61,92	38,08	1,62

\* - Grupo de fêmeas bovinas não lactantes, gestantes, adultas e jovens.

A MV média das três gramíneas foi de 71, 69, 64 e 61% e da MM de 29, 31, 36 e 39%, respectivamente, para o grupo de desponta, repasse, ajuste e resíduo. Observou-se que à medida que a gramínea foi pastejada, a relação MV:MM declinou: 3,4; 2,8; 2,1 e 1,8, respectivamente.

Pode-se observar que a *B. ruziziensis* foi quem apresentou a melhor proporção de MV (78,4%) e relação MV:MM (4,5) ao início do pastejo. As proporções de MV das outras braquiárias ficaram próximas, com ligeira vantagem para a *B. decumbens* (69,3%) em relação à *B.*

*brizantha* (66,5%). Mas para a relação MV:MM, a primeira mostrou-se 18% superior (2,5 vs 2,1).

Euclides *et al.* (1999) avaliaram estas proporções em *Panicum maximum* (cv. Colômbio, Tobiata e Tanzânia) e obtiveram resultados para o período de verão de 68,8; 65,2 e 73,3% para MV e de 2,35; 1,89 e 2,84 para a relação MV:MM, respectivamente. De maneira geral, são resultados próximos aos encontrados neste experimento para a *B. brizantha* (66,47% e 2,11) e *B. decumbens* (69,28% e 2,49), mas menores em relação ao observado para a *B. ruziziensis* (76,94% e 5,48). Penati (2002) também estudou o *Panicum maximum* cv. Tanzânia e observou MV média de 71% e relação MV:MM de 2,44, valores próximos aos relatados neste experimento. Não foi realizada a fragmentação na MV das frações das gramíneas pastejadas neste experimento, ou seja, folha e haste.

Muitos autores relacionam o consumo voluntário de matéria seca de pasto a fatores ligados à estrutura da pastagem e ao comportamento ingestivo de vacas lactantes durante o pastejo, ao selecionarem as partes mais nutritivas da planta. Tal afirmativa é genericamente conhecida por fatores psicogênicos (Soriano, 1998, NRC, 2000). Segundo Euclides *et al.* (1999), qualquer fator associado à estrutura da forrageira e à sua composição química irão afetar diretamente o consumo de matéria seca do pasto, influenciando no desempenho produtivo animal.

Portanto, para o que foi exposto até o momento a respeito de disponibilidade da forrageira (Kg MS/ha, Kg MS/vaca/dia), pressão de pastejo (%PV), altura de relvado (cm) e proporção de matéria verde (%) e da relação matéria verde:matéria morta, pode-se afirmar que as gramíneas experimentais aqui trabalhadas em sistema de pastejo rotacionado em esquema de líder-seguidoras exibiram potencial produtivo suficiente para sustentar a habilidade seletiva de vacas lactantes, possibilitando-as selecionar as partes mais nutritivas da forrageira disponível para a prática do pastejo, sem haver restrição quanto ao consumo voluntário de matéria seca.

#### 4.2 VALOR NUTRITIVO DAS GRAMÍNEAS PASTEJADAS E DO ALIMENTO CONCENTRADO SUPLEMENTADO

A composição química das amostras compostas do pastejo simulado dos grupos de desponta e de repasse, bem como da composta do alimento concentrado, são exibidas na Tab. 14. Em concordância ao exposto anteriormente no item 4.1, se fisicamente as gramíneas pastejadas não restringiram o consumo voluntário de matéria seca por vacas em lactação em regime de pastejo, quimicamente o mesmo pode ser afirmado.

Os teores de MS das gramíneas pastejadas foram de 22,66% para o grupo de desponta (e para as vacas do experimento 2, de ambiente retículo-ruminal) e 23,89% para o grupo de repasse. São valores superiores ao crítico de 18% MS capazes de reduzir o consumo de matéria seca de vacas leiteiras mencionado por Soares *et al.* (2004). Segundo os autores, o excesso de água contida na gramínea pastejada (fração verde) pode reduzir o consumo animal pelo efeito físico de distensão retículo-ruminal, o que estimularia os mecanorreceptores dos órgãos a enviar estímulos sensitivos aferentes para os núcleos hipotalâmicos Ventro-Mediais, centro da saciedade animal (Forbes, 1995).

Da mesma forma, a concentração crítica inferior de PB nos alimentos forrageiros para restringir o consumo é, segundo NRC (2000), de 6 a 8%. Abaixo deste valor, o consumo voluntário de matéria seca é restringido. No presente experimento, as concentrações de PB foram de 12,27% para o pastejo simulado do grupo de desponta e de 10,80% para aquele do grupo de repasse, o que representa em média, resultados 54 e 35% superiores ao mínimo recomendados pelo NRC (200).

Soares *et al.* (1999, 2001a) mencionaram que quando a concentração de FDN dos alimentos forrageiros sob pastejo ultrapassa o limite de 55 a 60% na MS, o conteúdo de parede celular vegetal restringiria o consumo de matéria seca, por efeito físico de distensão. Para as amostras de pastejo simulado dos grupos de desponta e de repasse, a concentração de FDNn (corrigida para nitrogênio) foi, respectivamente, 57,77 e 60,42%. São resultados que inserem as gramíneas pastejadas deste experimento dentro

da faixa limite (55 a 60% FDN na MS) quanto à restrição ao consumo. Salvo a amostra de pastejo simulado do grupo de repasse,

discretamente acima do limite crítico superior de 60% (maior 0,4 pontos percentuais).

Tabela 14: Composição bromatológica, digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (MS) e dados da dinâmica de degradação da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) pela técnica da degradabilidade ruminal “*in situ*” da amostra de capim-briquiária coletada por pastejo simulado dos grupos experimentais do ensaio 1 e do experimento 2 (Desponta) e do ensaio 2 (Repasse) e do alimento concentrado utilizado como suplemento

Nutrientes*	Ensaio 1 (Desponta) e Experimento 2	Ensaio 2 (Repasse)	Alimento concentrado**
MS total, %	22,66	23,89	88,75
MO, %	93,42	93,77	97,45
PB, % na MS	12,27	10,80	19,76
N, % na MS	1,96	1,73	3,16
FDN, % na MS	58,56	61,02	24,78
FDNn, % na MS	57,77	60,42	24,16
NIDN, % na MS	0,79	0,60	0,62
NDIN/Ntotal na MS	0,40	0,35	0,20
NIDN/FDN	1,35	0,98	2,50
FDA, % na MS	26,49	31,49	7,98
Celulose, % na MS	29,00	29,28	1,83
Hemicelulose, % na MS	31,28	28,93	16,18
Lignina, % na MS	2,41	2,18	4,11
LIG/FDA	0,09	0,07	0,52
CNF, % na MS	18,30	17,87	52,16
EE, % na MS	5,08	4,68	1,37
CZ, % na MS	6,58	6,23	2,55
DIVMS, %	58,35	59,79	-
DP da MS, %	85,03	83,07	95,76
Kd da MS, %/h	4,43	4,15	8,37
DP da FDN, %	80,74	76,43	88,75
Kd da FDN, %/h	4,09	4,03	8,60

\* MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; N: nitrogênio; FDNn: fibra em detergente neutro corrigida para nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidrato não fibroso; EE: estrato etéreo; CZ: cinzas; DIVMS: digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca; DP: degradabilidade potencial “*in situ*”; Kd: taxa fracional de degradação.

\*\* - Alimento concentrado, na base de matéria natural, com 75,5% de fubá de milho, 22,5% de farelo de soja tostada, 1% de uréia agrícola e 1% de calcário calcítico.

O valor nutricional das gramíneas pastejadas refletiram em resultados de digestibilidade “*in vitro*” da MS de 58,35% para o pastejo simulado do grupo de Desponta e 59,79% para o grupo de Repasse. Aqui, no entanto, os resultados foram inferiores aos sugeridos pelo NRC (1989), por Mertens (1994) e por Forbes (1995) para a mudança na regulação do consumo voluntário. Segundo os autores, quando a digestibilidade da forrageira/dieta total ultrapassasse 66,7%, a regulação do consumo voluntário mudaria de estímulos físicos para

estímulos metabólico-hormonais. Como os resultados deste experimento foram menores que o valor proposto, pode-se supor que a regulação do consumo voluntário de matéria seca pelas vacas neste experimento ficou dependente dos estímulos físicos, o que está de acordo com Soriano (1998), onde é improvável que a regulação do consumo seja feita por estímulos metabólico-hormonais em animais sob pastejo.

Benedetti (1994) estudou os atributos nutricionais de *B. decumbens*, encontrando valores médios, na extrusa, de 11,9% PB; 76,6% FDN; 54,0% FDA e 6,0% Lignina. Apesar destes elevados valores fibrosos (FDN e lignina), o autor observou digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS) variando de 62,4 a 63,6%. Leopoldino (2000) também trabalhou com a avaliação nutricional de *B. decumbens* para vacas mestiças em lactação. O autor obteve valores nutricionais médios para a gramínea, obtida a partir de extrusa, de 11,62% PB; 69,25% FDN; 32,3% FDA e 4,9% Lignina. A DIVMS da gramínea foi de 62,3%, variando de 55,0 a 65,5%.

Gerdes *et al.* (2000), estudando pastejo rotacionado de *B. brizantha* cv. Marandu, encontraram MS entre 19,2 a 23,6%. Gomide *et al.* (2001) trabalharam com *B. decumbens* e encontraram concentrações de PB na planta inteira variando de 9,3 a 10,4%, enquanto que na folha (lâmina foliar) foi de 12,7 e 14,6%. Para a FDN, os resultados foram de 65,4 a 71,8%. A DIVMS foi, para a lâmina foliar, de 59,2 a 63,8%, e para a planta inteira de 55,9 a 56,9%.

Para a gramínea “Coast Cross” (*Cynodon dactylon*), Alvim *et al.* (1999) encontraram MS de 31,2%, PB de 17,0%, FDN de 65,5% e DIVMS de 66,4%, respectivamente. Para amostras de extrusa de Capim-tanzânia (*Panicum maximum*), Euclides *et al.* (1999) encontraram concentrações médias de 7,5; 72,2 e 67,1% para PB, FDN e DIVMS. Também para amostras de extrusas de Capim-tanzânia (*Panicum maximum*), Soares *et al.* (2001a) encontraram MS de 13,8%, PB de 12,1%, FDN de 78,8 e DIVMS de 66,5%.

Para a espécie *Pennisetum purpureum* (extrusa), Soares *et al.* (1999) e Soares *et al.* (2001b) obtiveram, no verão (Jan-Mar), média de 9,16; 14,0; 68,4; 1,1; 5,9 e 60,4% de MS, PB, FDN, NDIN, Lignina e DIVMS. Deresz (2001a,b) encontraram MS de 12,4%, PB de 13,6%, FDN de 70,9% e DIVMS de 64,7% em extrusas da mesma gramínea.

Todas estas variações nos resultados de valor nutricional químico das gramíneas deste experimento em relação aos demais autores devem ser devidas, conforme citou Van Soest

(1994), de variações no tipo de gramínea utilizada experimentalmente, condições climatológicas (luz, temperatura, pluviosidade) e condições de fertilização e de características de pastejo.

É interessante observar que para quase todas as características bromatológicas, as amostras de pastejo simulado para o grupo de Desponta apresentam resultados melhores do que as do grupo de Repasse: PB (12,3 x 10,8%), FDNn (57,8 x 60,4%), FDA (26,5 x 31,5%), CNF (18,3 x 17,9%), DP<sub>MS</sub> (85 x 83%) DP<sub>FDN</sub> (81 x 76%), Kd<sub>MS</sub> (4,4 x 4,1%/h) e Kd<sub>FDN</sub> (4,0 x 4,0%/h), respectivamente. No entanto, o teor de lignina na MS e na FDA foi superior para as amostras da desponta comparado com as do repasse: 2,4 x 2,2% de Lignina e 0,09 x 0,07 para a relação Lignina/FDA. Esta maior proporção de lignina da MS pode ter ocasionado a ligeira superioridade (2,5%) na DIVMS das amostras do repasse em relação às da desponta: 59,79 x 58,35%, respectivamente. Talvez, esta diferença possa ter se originado de diferenças para a seleção do pasto pelo operador que estava executando o pastejo simulado.

Para o alimento concentrado, observou-se que a degradabilidade potencial foi maior que 90% e a uma taxa relativamente alta (8,37%/h para MS). Isto demonstrou que o suplemento (com concentração de PB igual a 19,76%, FDNn 24,16%, CNF 52,16%) foi extensamente degradado pelos microrganismos do retículo-rúmen em até 11h50min (100/Kd), sugerindo ser um alimento rico em energia disponível para a microbiota retículo-ruminal (NDT = 83%, segundo tabelas de composição de alimentos do NRC, 2001).

Ao aplicar mecanismos de dinâmica aos processos degradativos das forragens pastejadas, através do ensaio de degradabilidade ruminal “*in situ*” realizado paralelamente a este experimento, foram obtidas degradabilidades potenciais médias (DP, %) e taxas fracionais de degradação médias (Kd, %/h) para MS e FDN de 84,0 e 78,6% e de 4,3 e 4,1%/h, respectivamente, para as amostras de pastejo simulado.

Benedetti (1994) observou para *B. decumbens*, degradabilidades potenciais para MS de 75,8% e para FDN de 81,24%. Respectivamente, são

valores menores e maiores aos observados neste experimento. Para as taxas de degradação, os valores também foram maiores para o autor (5,0 vs 4,3%/h para MS e 4,9 vs 4,1%/h para FDN). Leopoldino (2000) estudou a degradabilidade ruminal desta mesma espécie (*B. decumbens*), obtendo degradabilidade potencial e taxa de degradação para a MS e FDN de 65,33 e 69,58%; 4,4 e 4,3%/h, respectivamente. São potenciais de degradação menores que o observado neste experimento, mas as taxas de degradação apresentaram valores semelhantes.

Lopes (2002), para o *Pennisetum purpureum* (Capim-elefante) coletados a partir de extrusas (fístula esofágica), encontraram degradabilidades potenciais para a gramínea na época de chuvas de 83,7% para MS e de 79,3% para FDN, muito próximas às relatadas neste experimento para gramíneas do gênero *Brachiaria*. Mas, para a taxa de degradação, os valores foram de 3,55 e 3,80%/h, resultados, em média, 12,5% menores que os relatados neste experimento.

Patrizi (2004) trabalhou com silagem de *B. brizantha* cv. Marandu, em ensaios de degradabilidade ruminal “in situ”. Observou valores de degradabilidade potencial para a MS

de 74,42% e para a FDN de 75,90%, valores menores aos deste experimento (média de 84,0%). A taxa fracional de degradação para MS foi de 3,06%/h e para a FDN de 2,79%/h, ambos os valores menores que a média observada neste experimento (4,2%/h).

De acordo com Sampaio (1988), uma taxa fracional de degradação da MS inferior a 2%/h seria indicativo de alimentos de baixa qualidade, já que necessitariam de maior tempo para saírem do rúmen. Neste experimento, as taxas fracionais de degradação foram de 4,43 e 4,15%/h para as amostras da Desponta e do Repasse. Logo, a análise de todos estes dados de dinâmica de degradação (potencial e taxa fracional de degradação) permite inferir a boa qualidade da forragem pastejada pelas vacas em lactação deste experimento.

#### 4.3 ESTIMATIVA DO CONSUMO VOLUNTÁRIO DE MATÉRIA SECA

A estimativa do consumo de matéria seca das vacas no grupo da Desponta (Ensaio 1) pode ser observada na Tab. 15 e na Fig. 4.

Tabela 15: Relação Volumoso:Concentrado na matéria seca (V:C), consumo de matéria seca (Kg MS/vaca/dia) de pasto de Braquiária (CMSP) e total (CMST) para vacas lactantes do grupo de Desponta, de acordo com a quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)

Variáveis testadas	Quantidade diária de concentrado ofertada, Kg MN			CV* (%)	dms** (Kg/vaca/dia)
	4,0	6,0	8,0		
Relação V:C	73:27	64:36	59:41	d.n.d.***	d.n.d.
CMSP	9,25 a	9,42 a	9,82 a	8,75	0,92
CMST	12,61 c	14,72 b	16,57 a	5,15	0,83

\* - Coeficiente de variação; \*\* - diferença mínima significativa; \*\*\* - dados não disponíveis; a, b, c – Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha diferem (P<0,05) pelo Teste t.

O consumo total de matéria seca do concentrado foi de 3,4; 5,3 e 6,8 Kg MS/vaca/dia para os tratamentos com suplementação concentrada de 4,0; 6,0 e 8,0 Kg MN/vaca/dia, respectivamente. A maior diferença entre o ofertado em MN e MS do terceiro tratamento (8,0 x 6,8 Kg) foi em virtude da maior quantidade de alimento concentrado que sobrou após a ordenha dos animais, haja vista o curto período que as vacas experimentais ficavam sendo ordenhadas.

Não foi verificada diferença no consumo voluntário de matéria seca de pasto de *Brachiaria* (P>0,05) com o aumento da quantidade de alimento concentrado ofertado, sendo os consumos estimados de 9,25; 9,42 e 9,82 Kg MS de pasto/vaca/dia para os grupos suplementados com 4, 6 e 8 Kg MN concentrado/vaca/dia.

Se por um lado o consumo de matéria seca de pasto não foi influenciado pela ingestão de

suplemento concentrado, o mesmo não pode ser dito para o consumo total de matéria seca das vacas em lactação. Os consumos totais estimados de MS das vacas foram 12,61; 14,72 e 16,57 Kg MS/vaca/dia para os tratamentos com 4, 6 e 8 Kg MN de concentrado/vaca/dia,

respectivamente, sendo todos os valores diferentes entre si ( $P < 0,05$ ).

A estimativa do consumo de matéria seca das vacas no grupo do Repasse (Ensaio 2) pode ser observada na Tab. 16 e na Fig. 5.

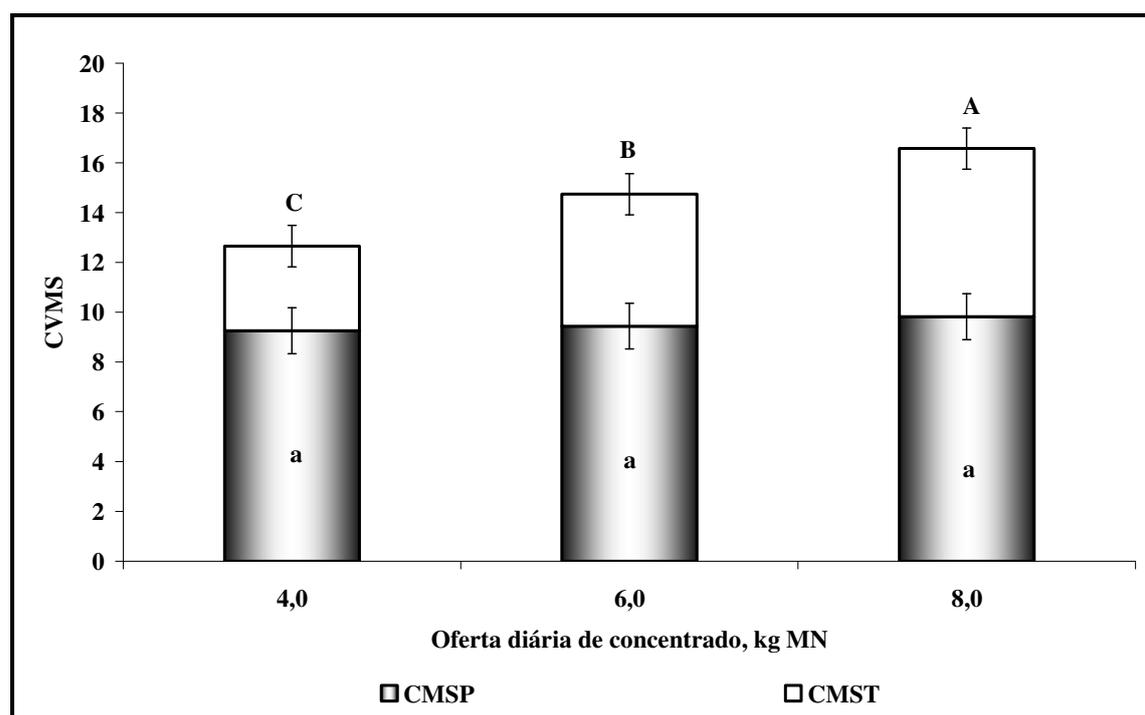


Figura 4: Consumo voluntário de matéria seca (CVMS, Kg MS/dia) de pasto de braquiária (CMSP) e de alimento total (CMST) para vacas lactantes do grupo de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado, em Kg MN/vaca/dia.

a, b, c – Valores seguidos de letras minúsculas nas barras diferem ( $P < 0,05$ ) para consumo de matéria seca da pastagem; A, B, C – Valores seguidos de letras maiúsculas nas barras diferem ( $P < 0,05$ ) para o consumo de matéria seca total.

Tabela 16: Relação Volumoso:Concentrado na matéria seca (V:C), consumo de matéria seca (Kg MS/vaca/dia) de pasto de Braquiária (CMSP) e total (CMST) para vacas lactantes do grupo de Repasse, de acordo com a quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)

Variáveis testadas	Quantidade diária de concentrado ofertada, Kg MN			CV* (%)	dms** (Kg/vaca/dia)
	1,0	2,0	4,0		
Relação V:C	92:08	85:15	77:23	d.n.d.***	d.n.d.
CMSP	9,88 b	10,16 b	12,06 a	12,16	1,48
CMST	10,74 b	11,93 b	15,60 a	8,97	1,29

\* - Coeficiente de variação; \*\* - diferença mínima significativa; \*\*\* - dados não disponíveis; a, b, c – Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha diferem ( $P < 0,05$ ) pelo Teste t.

A quantidade média de alimento concentrado consumida foi de, com base em MS: 0,86; 1,77 e 3,54 Kg para os grupos que receberam 1, 2 e 4

Kg na matéria natural. Diferente do que foi observado para o grupo de Desponta, o efeito da suplementação com alimento concentrado

aumentou os consumos de matéria seca de pasto e total pelo grupo de Repasse. Não houve efeito da suplementação com 1 ou 2 Kg/dia de MN de concentrado sobre o consumo de pasto (9,88 e 10,16 Kg/vaca/dia de MS,  $P>0,05$ ) e total (10,74 e 11,93 Kg/vaca/dia de MS,  $P>0,05$ ). Mas quando a suplementação com concentrado foi elevada para 4 Kg/dia de MN, os consumos

de pasto (12,06 Kg/vaca/dia de MS) e total (15,60 Kg/vaca/dia de MS) subiram ( $P<0,05$ ).

Neste experimento, a amplitude de variação no consumo de MS de *Brachiaria* foi de 9,3 a 12,1 Kg/dia, enquanto que para o consumo de MS total foi de 10,7 a 16,6 Kg/dia.

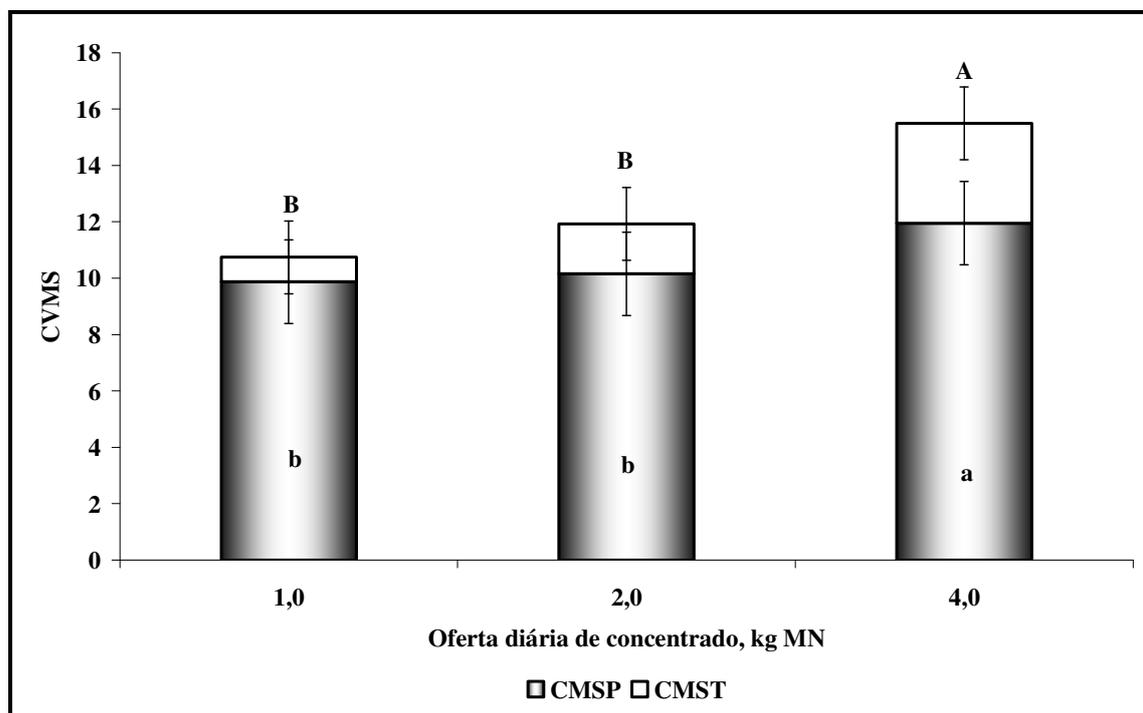


Figura 5: Consumo voluntário de matéria seca (CVMS, Kg MS/dia) de pasto de braquiária (CMSP) e de alimento total (CMST) para vacas lactantes do grupo de Repasse em função da quantidade de alimento concentrado ofertado, em Kg MN/vaca/dia.

a, b, c – Valores seguidos de letras minúsculas nas barras diferem ( $P<0,05$ ) para consumo de matéria seca da pastagem; A, B, C – Valores seguidos de letras maiúsculas nas barras diferem ( $P<0,05$ ) para o consumo de matéria seca total.

Na literatura nacional, observou-se consumo de matéria seca de *Pennisetum purpureum* variando de 7,8 a 17,5 Kg MS/vaca/dia (Soares *et al.*, 1999; Soares *et al.*, 2001b; Pereira, 2005), de *Cynodon dactylon* cv. “Coast Cross” de 11,8 a 12,3 Kg MS/vaca/dia (Alvim e Botrel, 2001) e de *Panicum maximum* de 6,0 a 12,7 Kg MS/vaca/dia (Soares *et al.*, 2001a).

Benedetti (1994) trabalhou com seis vacas em lactação 7/8 Holandês x Zebu, produzindo 15,5 Kg/dia de leite e suplementadas com 3,5 Kg MS de concentrado (21% de PB). O autor observou consumo de *B. decumbens* de 14,7 Kg/vaca/dia

de MS. Trabalhando com vacas em lactação Holandês x Zebu, produzindo 11,5 Kg leite/dia e suplementadas com 2,0 Kg de MS de alimento concentrado com 22% PB e 73% NDT, Gomide *et al.* (2001) relataram consumo de matéria seca de pasto de *Brachiaria decumbens* de 12,4 Kg MS/vaca/dia. Estes dois autores apontam consumos de MS de pasto de capim-braquiária de 30 a 50% maiores aos encontrados neste experimento para o grupo de Desponta. Logicamente que são experimentos distintos conduzidos de maneiras diferentes, e sob influência do tipo de alimento concentrado

suplementado, tamanho das vacas, produção de leite entre outras.

Analisando somente os dados nacionais para todos os tipos de gramíneas, os resultados obtidos neste experimento para consumo de MS de pasto de gramíneas do gênero *Brachiaria* estão dentro de uma faixa considerada normal de variação.

Em pastagens de clima temperado (*Bromus inermis*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Medicago sativa*, *Trifolium repens*), a literatura estrangeira tem estimativas de consumo de matéria seca para vacas leiteiras da raça Holandesa variando de 8,7 a 20,5 Kg MS/vaca/dia (Jones-Endsley *et al.*, 1997; Robaina *et al.*, 1998; Soriano, 1998; Reis e Combs, 2000b; Bargo *et al.*, 2002; Delahoy *et al.*, 2003; Pulido *et al.*, 2003). Nesse caso, o consumo expresso em Kg MS/vaca/dia ficou quase sempre superior aos do presente experimento (média de 9,5 e 10,7 Kg MS/dia para a Desponta e para o Repasse, respectivamente), salvo apenas um experimento, o de Soriano (1998) que mostrou consumo de 8,7 Kg MS/dia. Para todos os outros experimentos, o consumo foi quase sempre superior a 12 Kg MS/dia, mostrando a superioridade de gramíneas e leguminosas de clima temperado em relação às tropicais quanto

ao consumo de matéria seca. Como mencionado por Van Soest (1994), as gramíneas de clima temperado possuem menor teor de FDN e de lignina quando comparadas às gramíneas tropicais, fazendo que apresentem maior conteúdo de energia e maiores taxas de passagem pelo retículo-rúmen, estimulando o consumo voluntário de matéria seca de vacas em pastejo. Aliado a estes conceitos bromatológicos, está a produção animal, quase sempre superior a 30 – 35 Kg leite/vaca/dia, contra os 6 a 16 Kg leite/dia das vacas do presente experimento.

Mas, os achados da literatura estrangeira e aqueles nacionais (Benedetti, 1994; Aroeira *et al.*, 1999; Lima *et al.*, 2001; Lopes, 2002; Lopes *et al.*, 2004; Vilela *et al.*, 2006; Ribeiro Filho *et al.*, 2007), aliados aos resultados do presente experimento, divergem quanto ao efeito da quantidade de suplemento concentrado no consumo de pasto, principalmente quando expresso na forma de porcentagem do peso vivo (%/PV).

Na Tab. 17 e na Fig. 6 são observados os consumos de matérias seca da forragem e total, e da FDNn da forragem e total, expressos em relação ao peso vivo, para o grupo experimental da Desponta (Ensaio 1).

Tabela 17: Consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio em relação ao peso vivo (% PV) de pasto de braquiária (MS<sub>PASTO</sub>, FDN<sub>TOTAL</sub>) e total (MS<sub>TOTAL</sub>, FDN<sub>TOTAL</sub>) para o grupo de vacas lactantes de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)

Variáveis testadas	Quantidade diária de concentrado ofertada, Kg MN			CV* (%)	dms** (Kg/vaca/dia)
	4,0	6,0	8,0		
MS <sub>PASTO</sub>	1,81 b	1,79 b	2,03 a	8,62	0,18
MS <sub>TOTAL</sub>	2,48 c	2,79 b	3,42 a	5,96	0,19
FDNn <sub>PASTO</sub>	1,05 b	1,03 b	1,17 a	8,53	0,10
FDNn <sub>TOTAL</sub>	1,19 b	1,25 b	1,47 a	6,95	0,10

\* - Coeficiente de variação; \*\* - diferença mínima significativa; a, b, c – Valores seguidos por letras diferentes, diferem (P<0,05), Teste t.

Foi observado aumento no consumo de matéria seca do pasto (CMSPPV) e total (CMSTPV) com o aumento da quantidade de alimento concentrado ofertado, quando expresso em relação ao peso vivo (%/PV). As vacas suplementadas com 4 e 6 Kg de concentrado não diferiram quando ao consumo de matéria

seca de pasto, sendo respectivamente, 1,81 e 1,79%/PV, mas diferiram daquelas suplementadas com 8 Kg, que apresentaram consumo de matéria seca superior de volumoso (P<0,05), sendo 2,03%/PV, aumento de 13%.

Em maior magnitude foi o aumento no consumo total de matéria seca diária em relação ao peso vivo com o aumento da quantidade de concentrado ofertado, semelhante quando expresso em Kg MS/vaca/dia. Os três tratamentos diferiram entre si ( $P<0,05$ ): 2,48; 2,79 e 3,42%/PV para 4, 6 e 8 Kg MN de concentrado/dia, respectivamente.

A suplementação com alimento concentrado não somente aumentou o consumo de matéria seca do pasto, mas também aumentou o consumo de FDNn do alimento volumoso em relação ao peso vivo (CFDNnPPV, Fig. 6). Para

os tratamentos com 4 e 6 Kg de concentrado/dia, o consumo de FDNn em relação ao peso vivo foi de 1,05 e 1,03%/PV, não diferindo entre si ( $P>0,05$ ). Mas para o tratamento com 8 Kg, o consumo foi também 13% maior ( $P<0,05$ ): 1,17%/PV. O consumo total de FDNn também acompanhou o consumo de FDNn do pasto. As vacas suplementadas com 4 e 6 Kg de concentrado/dia consumiram 1,19 e 1,25% FDNn/PV ( $P>0,05$ ), e as vacas suplementadas com 8,0 Kg, 1,47% FDNn/PV ( $P<0,05$ ).

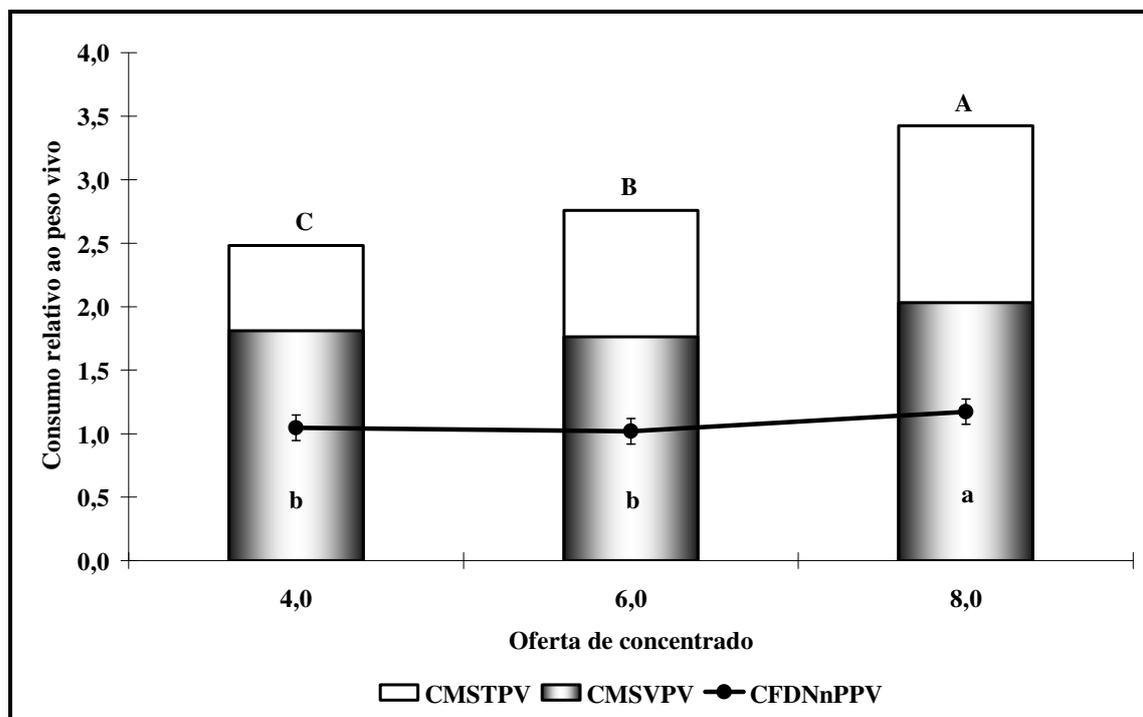


Figura 6: Consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (%/PV) de pasto de braquiária (CMSPPV) e de alimento total (CMSTPV) e de fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio de pasto (CFDNnPPV) para o grupo de vacas lactantes de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado suplementado, em Kg MN/vaca/dia.

a, b, c – Valores seguidos por letras minúsculas nas barras diferem ( $P<0,05$ ) para consumo de matéria seca da pastagem; A, B, C – Valores seguidos por letras maiúsculas nas barras diferem ( $P<0,05$ ) para o consumo total de matéria seca.

Na Tab. 18 e na Fig. 7 são observados os consumos de matérias seca da forragem e total, e da FDNn da forragem e total, expressos em

relação ao peso vivo, para o grupo de Repasse (Ensaio 2).

Tabela 18: Consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio em relação ao peso vivo (% PV) de pasto de braquiária ( $MS_{PASTO}$ ,  $FDN_{TOTAL}$ ) e total ( $MS_{TOTAL}$ ,  $FDN_{TOTAL}$ ) para o grupo de vacas lactantes de Repase em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)

Variáveis testadas	Quantidade diária de concentrado ofertada, Kg MN			CV* (%)	dms** (Kg/vaca/dia)
	1,0	2,0	4,0		
$MS_{PASTO}$	1,97 b	1,92 b	2,46 a	19,45	0,47
$MS_{TOTAL}$	2,14 b	2,26 b	3,18 a	17,86	0,28
$FDNn_{PASTO}$	1,19 b	1,16 b	1,49 a	19,45	0,28
$FDNn_{TOTAL}$	1,23 b	1,24 b	1,64 a	18,79	0,29

\* - Coeficiente de variação; \*\* - diferença mínima significativa;

a, b, c – Valores seguidos por letras diferentes, diferem ( $P < 0,05$ ), Teste t.

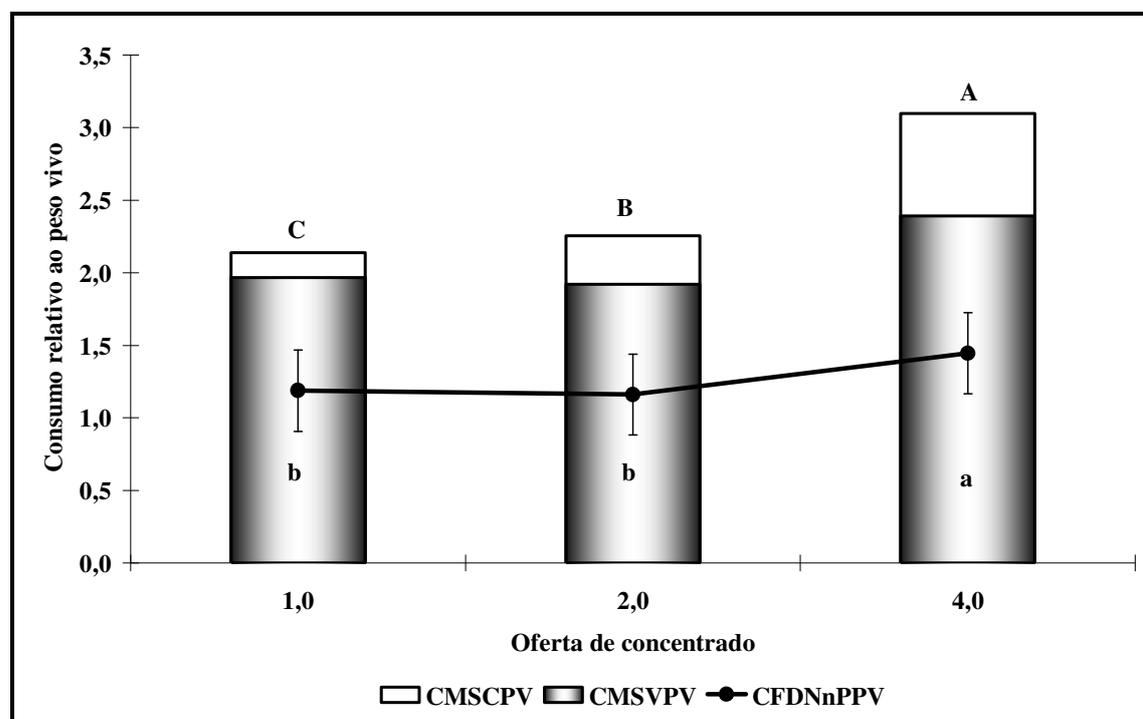


Figura 7: Consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (%/PV) de pasto de braquiária (CMSPVP) e de alimento total (CMSTPV) e de fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio de pasto (CFDNnPPV) para o grupo de vacas lactantes de Repase em função da quantidade de alimento concentrado suplementado, em Kg MN/vaca/dia.

a, b, c – Valores seguidos por letras minúsculas nas barras diferem ( $P < 0,05$ ) para consumo de matéria seca da pastagem; A, B, C – Valores seguidos por letras maiúsculas nas barras diferem ( $P < 0,05$ ) para o consumo total de matéria seca.

A mesma tendência do grupo de Desponta foi observada no grupo de Repase, ou seja, aumento no consumo de alimento volumoso e dos alimentos totais, tanto para MS quanto para FDNn, com o aumento da suplementação concentrada. Foi observado consumo de MS do pasto e dos alimentos totais de 1,97 e 1,92 %/PV ( $P > 0,05$ ) e de 2,14 e 2,26 %/PV ( $P > 0,05$ ),

respectivamente para suplementação com 1 e 2 Kg MN de concentrado/vaca/dia. Mas quando a suplementação de concentrado foi de 4,0 Kg MN/dia, o consumo de MS tanto de pasto (2,46%/PV) quanto do total de alimentos (3,18%/PV) foi ainda maior ( $P < 0,05$ ).

Idêntico comportamento foi observado para o consumo de FDNn em relação ao peso vivo. O tratamento com 4 Kg MN/dia foi superior ( $P < 0,05$ ) aos outros dois tratamentos (1 e 2 Kg MN/dia), que por sua vez não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ): 1,49 x 1,19 e 1,16%/PV.

A literatura nacional exhibe amplitudes de consumo de MS e de FDNn de pasto para vacas em lactação e para novilhas e novilhos entre 1,1 a 3,1% MS/PV e de 1,1 a 2,7% FDNn/PV. Neste experimento, a amplitude foi de 1,8 a 2,5% MS/PV e de 1,1 a 1,5% FDNn/PV. São resultados que estão de acordo com a literatura, inclusive com o limite físico para consumo de alimentos forrageiros mencionado por Mertens (1994) de 1,2% FDNn/PV. Neste experimento, a média geral para consumo de FDNn foi de 1,23%/PV, praticamente idêntica à sugerida pelo referido autor.

A média geral para o consumo de FDN de pasto em relação ao peso vivo para a literatura nacional consultada foi de 2,01 %/PV (Benedetti, 1994; Alvim *et al.*, 1999; Soares *et al.*, 1999; Alvim e Botrel, 2001; Lima *et al.*, 2001; Soares *et al.*, 2001a,b; Lopes, 2002; Vasquez, 2002; Pereira, 2005; Vilela *et al.*, 2006; Ribeiro Filho *et al.*, 2007), ou seja, 64% maior que a média geral obtida neste experimento. Talvez a menor concentração de FDNn na gramínea pastejada neste experimento possa explicar esta diferença de resultados com os dados da literatura nacional. Enquanto a literatura nacional aponta concentrado de FDN para o gênero *Brachiaria* variando de 65 a 72% (Gomide *et al.*, 2001), a média da FDNn nas gramíneas trabalhadas neste experimento foi de 59%.

Portanto, os resultados até aqui expostos permitem observar que a quantidade crescente de alimento concentrado aumentou o consumo de MS de pasto (Kg/vaca/dia) do grupo de Repasse, e da MS e FDNn (%/PV) de ambos os grupos.

Bargo *et al.* (2003a) expuseram dados de mais de vinte experimentos estrangeiros que mostraram que o aumento no fornecimento de alimento concentrado aumentou o consumo total de matéria seca de vacas leiteiras sob pastejo, achado este que está de acordo com o presente experimento. Mas nos trabalhos citados

por estes autores, o aumento no consumo total de matéria seca foi seguido de uma substituição parcial do alimento forrageiro pelo alimento concentrado, ou seja, redução no consumo de matéria seca de pasto.

Tais achados não foram efetivamente observados na literatura nacional, que trabalhou com suplementação concentrada para vacas leiteiras em pasto de clima tropical. Aroeira *et al.* (1999) e Lopes *et al.* (2004) encontraram aumento ( $P < 0,05$ ) no consumo de matéria seca de pasto quando suplementaram vacas mestiças Holandês x Zebu, com produção média de leite entre 11 a 12 Kg/dia. A suplementação foi de 2,0 Kg MS/dia de um concentrado formulado a base de fubá de milho, farelo de algodão e farelo de trigo, com composição média de 81,1% MS, 19,6% PB, 22,8% FDN e 8,8% FDA, composição bastante próxima do concentrado utilizado neste experimento. Lopes *et al.* (2004) observaram aumento no consumo de matéria seca do alimento volumoso em 9% em relação ao peso vivo (3,26 x 3,00%/PV, com e sem suplementação, respectivamente). Outros autores não observaram redução no consumo de pasto ao suplementarem vacas lactantes com quantidades crescentes de alimento concentrado (Combellas e Martínez, 1979; Lima *et al.*, 2001; Vilela *et al.*, 2006; Ribeiro Filho *et al.*, 2007).

A explicação de Mould *et al.* (1983/1984), Grant e Mertens (1992), Bargo *et al.* (2002) e Bargo *et al.* (2003a) para tal efeito foi o conceito da taxa de substituição (Kg MS pasto/Kg MS suplemento) onde, conforme já revisado, o consumo de matéria seca foi reduzido pela suplementação concentrada por fatores ligados à pastagem (disponibilidade, altura da pastagem, espécie e qualidade da pastagem), ao suplemento (quantidade e tipo de suplemento) e ao animal (mérito leiteiro, potencial produtivo e estágio da lactação). Entre estes fatores destacou-se, na literatura consultada, o efeito da redução do pH, a competição microbiana preferencial por substrato facilmente fermentável no retículo-rúmen, aumento no consumo de energia digestível e redução no tempo de pastejo (Mould *et al.*, 1983/4; Grant e Mertens, 1992; Bargo *et al.*, 2003a; Pulido e Leaver, 2003).

Combellas (1979) observou uma taxa média de substituição de 0,6, quando o consumo de pasto

reduziu de 16,4 para 9,4 Kg/dia MO de pasto com o aumento da suplementação (0, 3 ou 6 Kg/MS). Berzaghi *et al.* (1996) encontraram redução no consumo de MS de pasto de 13,0 para 9,8 Kg MS quando da suplementação com 6,4 Kg de alimento concentrado, havendo uma taxa de substituição de 0,50. Robaina *et al.* (1998) observaram redução linear de 14,3 para 10,3 Kg MS de volumoso consumido com adição de 0 para 6,7 Kg de cevada moída.

Suplementando vacas da raça Holandesa de alta produção leiteira, em pastagens consorciadas com forrageiras de clima temperado, com 0, 5 e 10 Kg de concentrado, Reis e Combs (2000) observaram consumo de MS de pasto de 13,9; 12,7 e 9,77 Kg MS/vaca/dia, respectivamente ( $P < 0,05$ ). As taxas de substituição foram de 0,24 e 0,41. Bargo *et al.* (2002) suplementaram vacas lactantes com 0,8 e 8,6 Kg MS de concentrado, e observaram redução no consumo de 17,5 para 15,5 Kg e de 20,5 para 16,1 Kg MS de pasto quando a disponibilidade foi baixa (27 Kg MS/vaca/dia) e alta (49 Kg MS/vaca/dia), respectivamente. As taxas de substituição foram, respectivamente, 0,25 e 0,55.

Bargo *et al.* (2003a) demonstraram que a suplementação de vacas em lactação sob regime de pastejo pode obedecer duas estratégias: suplementos em quantidades fixas, mas que variam em sua composição (milho moído, silagem de grão úmido, cevada, polpa de cítrus, casca de soja entre outros) e suplementos com composições semelhantes, mas que variam na quantidade ofertada (Kg MS/vaca/dia). Para manter melhor uniformidade da discussão com este experimento, somente os trabalhos que selecionaram a segunda estratégia de suplementação serão utilizados.

Exceto nos trabalhos de Reis (1998) e Reis e Combs (2000b), pesquisadores suplementaram vacas leiteiras de alta produção com alimentos concentrados ricos em milho (na forma moída ou silagem de grão úmido) ou cevada (grão ou moída). No geral, eram suplementos de baixa concentração de PB, uma vez que seu maior componente (mais de 80 a 90% da MS do suplemento) eram grãos de cereais, com baixos valores protéicos. Consequentemente, nestes experimentos, a suplementação animal foi acompanhada de: 1) aumento no consumo total de matéria seca, 2) aumento no consumo de

carboidratos não estruturais, notadamente o amido, 3) redução no consumo de matéria seca do pasto por efeito substitutivo e 4) manutenção ou redução no consumo de proteína bruta dietética.

Todos estes pesquisadores observaram, para os estudos do ambiente retículo-ruminal, redução nas concentrações de nitrogênio amoniacal  $N-NH_3$  (mg/dL), justificada pelo menor consumo de PB dietética (Berzaghi *et al.*, 1996), pelo menor grau de deaminação dos aminoácidos dietéticos em função da maior disponibilização de energia fermentável na forma de carboidrato não estrutural (Russell *et al.*, 1992; Reis, 1998) e maior assimilação da  $NH_3$  liberada durante a deaminação microbiana pelos próprios microrganismos retículo-ruminais (Russell *et al.*, 1992; Reis e Combs, 2000b). Como será posteriormente abordado, as características do alimento concentrado utilizado geraram diferenças no ambiente retículo-ruminal que podem explicar o porquê dos resultados deste experimento sugerirem aumento no consumo de alimento volumoso em relação à redução do mesmo consumo nos experimentos estrangeiros.

Foi observado neste experimento, aumento ( $P < 0,05$ ) no consumo de PB tanto para as vacas do grupo de Desponta quanto para o de Repasse (1,81; 2,20 e 2,54 Kg PB/vaca/dia para 4, 6 e 8 Kg e 1,24; 1,45 e 2,00 Kg PB/vaca/dia para 1, 2 e 4 Kg MN concentrado/vaca/dia, respectivamente), assim como também de CNF (3,55; 4,61 e 5,51 Kg CNF/vaca/dia para o grupo de Desponta. Apesar de não ter sido possível análise das diferenças estatísticas no grupo de Repasse, pelo menos numericamente os resultados mostraram aumento linear no consumo de CNF com o aumento da suplementação: 2,24; 2,78 e 4,06 Kg/vaca/dia (Tab.s 19 e 20).

Este aumento no consumo diário de PB induziu concentrações elevadas de  $N-NH_3$  no fluido ruminal pesquisado no Experimento 2, quando, para o grupo de Desponta, a suplementação com 4, 6 e 8 Kg concentrado/vaca/dia resultou na elevação da concentração de amônia, cujos valores foram 11,09; 12,27 e 15,04 mg/dL, respectivamente, sendo os valores 11,09 e 12,27 mg/dL semelhantes ( $P > 0,05$ ). No entanto, o valor de 11,09 mg/dL foi diferente de 15,04 mg/dL ( $P < 0,05$ ).

Tabela 19: Consumo (Kg/dia) de nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio (FDNn), carboidratos não fibrosos (CNF) e extrato etéreo (EE) para as vacas lactantes do grupo de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)

Variáveis testadas	Quantidade diária de concentrado ofertada, Kg MN			CV* (%)	dms** (Kg/vaca/dia)
	4,0	6,0	8,0		
NDT	8,19 c	10,16 b	11,7 a	3,98	0,44
PB	1,81 c	2,20 b	2,54 a	4,38	0,10
FDNn	6,09 c	6,60 b	7,12 a	6,78	0,49
CNF	3,55 c	4,61 b	5,51 a	3,84	0,19
EE	0,52 b	0,55 ab	0,59 a	7,24	0,04

\* - Coeficiente de variação; \*\* - diferença mínima significativa;

a, b, c – Valores seguidos por letras diferentes, diferem (P<0,05), Teste t.

Tabela 20: Consumo (Kg/dia) de nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigido para nitrogênio (FDNn), carboidratos não fibrosos (CNF) e extrato etéreo (EE) para as vacas lactantes do grupo de Repasse em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)

Variáveis testadas	Quantidade diária de concentrado ofertada, Kg MN			CV* (%)	dms** (Kg/vaca/dia)
	1,0	2,0	4,0		
NDT	6,24 c	7,27 b	10,13 a	5,57	0,49
PB	1,24 c	1,45 b	2,00 a	6,00	0,71
FDNn	6,16 b	6,52 b	8,06 a	11,00	0,86
CNF	2,24	2,78	4,06	***	***
EE	0,47 b	0,50 b	0,61 a	11,19	0,07

\* - Coeficiente de variação; \*\* - diferença mínima significativa; \*\*\* - não foi possível fazer teste de média, pois a soma de quadrados resultou em valor negativo;

a, b, c – Valores seguidos por letras diferentes, diferem (P<0,05), Teste t.

Segundo os postulados de Jones-Endsley *et al.* (1997), Oba e Allen (1999), Franco *et al.* (2002), Lopes (2002) e Bargo *et al.* (2003a), o aumento na concentração de N-NH<sub>3</sub> no ambiente retículo-ruminal foi acompanhado de aumento na taxa de degradação da FDN da forragem pastejada, induzindo aumento no consumo de matéria seca total e do pasto. Oba e Allen (1999) mostraram que o aumento na digestibilidade total da FDN da forragem provocou incremento de 3% no consumo de alimentos.

Segundo Bargo *et al.* (2002), Franco *et al.* (2002) e Fike *et al.* (2003), para forragens de clima temperado e de alta qualidade, a suplementação com concentrado rico em amido ou outro carboidrato facilmente fermentável no retículo-rúmen teria um efeito muito mais pronunciado em deprimir o consumo de MS de vacas em lactação sob regime de pastejo.

Portanto, uma possível e primeira explicação para o aumento no consumo de pasto (Kg MS/vaca/dia ou % MS ou FDN/PV) das vacas em lactação, suplementadas com quantidades crescentes de concentrado, pode ser baseada em uma melhora no ambiente retículo-ruminal, notadamente a disponibilidade de N-NH<sub>3</sub> para o metabolismo protéico bacteriano (Franco *et al.*, 2002).

Segundo Franco *et al.* (2002), para forrageiras de qualidade baixa e média (como no caso das forrageiras de clima tropical) identifica-se efeito associativo positivo quando da suplementação concentrada para vacas lactantes ou para qualquer outra categoria de animal ruminante de produção. De fato, há efeito associativo positivo quando há um nutriente limitante para os microrganismos no retículo-rúmen (como nitrogênio e carboidratos fermentáveis). Para o

presente experimento, o aumento no consumo de PB induziu aumento na concentração de N-NH<sub>3</sub> no fluido retículo-ruminal de 11,09 para 15,04 mg/dL ( $P < 0,05$ ), o que aumentaria a extensão e a taxa de degradação da FDN da forrageira consumida (Jones-Endsley *et al.*, 1997; Oba e Allen, 1999; Bargo *et al.*, 2003a). Com o aumento do Kd da FDN observa-se menos tempo de retenção da MS no retículo-rúmen, promovendo aumento no consumo de MS e, conseqüentemente, de FDN (Van Soest, 1994).

Em seus postulados, Forbes (1995, 1996, 2003) mencionou que a regulação do consumo de matéria seca dos alimentos pelos animais domésticos está delegada a estímulos sensitivos físicos e metabólico-hormonais. Segundo Mertens (1994) e Forbes (1995), à medida que a digestibilidade aumenta, o consumo também aumenta, até o ponto onde a regulação passa de fatores físicos para fatores metabólico-hormonais e o consumo passa a reduzir. Mas como mencionado por Soriano (1998), para animais consumindo pasto (principalmente de clima tropical), é improvável que a regulação do consumo voluntário de matéria seca seja feita por estímulos metabólico-hormonais, pois as forragens tropicais são, em relação às de clima temperado, ricas em parede celular (FDN) e com digestibilidade da MS raramente superior a 66,7%, momento da alteração do tipo de regulação do consumo.

Estes postulados fornecem subsídio para outra importante e sinérgica explicação para os achados deste experimento: aumento do consumo de pasto com o aumento do suplemento concentrado. Trata-se do consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT), que aumentou com a oferta de suplemento (Tab.s 19 e 20). O consumo de NDT (bem como dos outros nutrientes – PB, FDNn, CNF e EE) aumentou ( $P < 0,05$ ) para o grupo de Desponta (8,19; 10,16 e 11,77 Kg NDT/vaca/dia para suplementação com 4, 6 e 8 Kg MN/dia, respectivamente) e para o grupo de Repasse (6,24; 7,27 e 10,13 Kg NDT/vaca/dia, com suplementação de 1, 2 e 4 Kg MN/dia, respectivamente). Logo, pode-se afirmar que a suplementação concentrada provovou aumento linear no consumo de NDT, independente do grupo experimental estudado (Fig. 8).

Para forrageiras de clima temperado, o limiar de regulação de consumo entre estímulos físicos e metabólico-hormonais é muito mais próximo se comparado às forrageiras de clima tropical. Logo, se o limitante para o consumo de MS e de FDN de vacas leiteiras de alta produção em pastagem de clima temperado é o excesso de consumo de energia induzido pelo suplemento (efeito associativo negativo), para as mesmas vacas em pastagem de clima tropical, o limitante parece ser o conteúdo de parede celular restringindo fisicamente o consumo de mais energia. Na suplementação de vacas consumindo pasto de clima temperado, a suplementação reduziria o consumo de pasto pelo alto consumo de energia (NDT), ou seja, regulação metabólico-hormonal.

Neste experimento, a oferta de suplemento concentrado aumentou linearmente o consumo de energia, mostrando que as vacas em lactação ainda não tinham seus requisitos nutricionais energéticos atendidos (Fig. 8). Logo, qualquer atitude que se estabeleça no sentido de melhorar o padrão de fermentação retículo-ruminal, irá refletir no desempenho animal por induzir aumento no consumo de MS e de FDN do pasto, sem haver efeito substitutivo da forragem pelo suplemento (efeito associativo positivo).

Estas mesmas explicações podem ser aplicadas para estabelecer a diferença de consumo de MS e de FDNn da gramínea pastejada entre os grupos de Desponta e de Repasse, onde a média do consumo de MS do pasto foi de 1,88 e 2,12%/PV e a média do consumo de FDNn foi de 1,08 e 1,28%/PV. Conforme mencionado anteriormente, o grupo de Desponta e de Repasse foram ajustados para um procedimento de pastejo rotacionado em esquema de líder-seguidora. À medida que o pastejo do grupo da Desponta prosseguia, a qualidade do pasto reduzia. Isto pode ser constatado pela diferença nas qualidades químicas e estruturais do pasto, avaliadas a partir das amostras do pastejo simulado e das avaliações de disponibilidades do grupo de Desponta e de Repasse, respectivamente: altura média de 22,2 x 18,8 cm; proporção de matéria verde de 71 x 69%; relação matéria verde:matéria morta de 3,4 x 2,8; concentração de PB de 12,3 x 10,8%; concentração de FDNn de 57,8 x 60,4%; degradabilidade potencial da MS de 85 x 83%; e da FDNn de 81 x 76%. Redução no valor

nutricional com o aumento do período de ocupação de pastagens fertilizadas e utilizadas em pastejo rotacionado também foi observada por Lopes (2002), que encontrou redução na concentração de PB e aumento na de FDN e de

FDA de pastagens de *Pennisetum purpureum* com o aumento dos dias de ocupação de 1 para 3 dias.

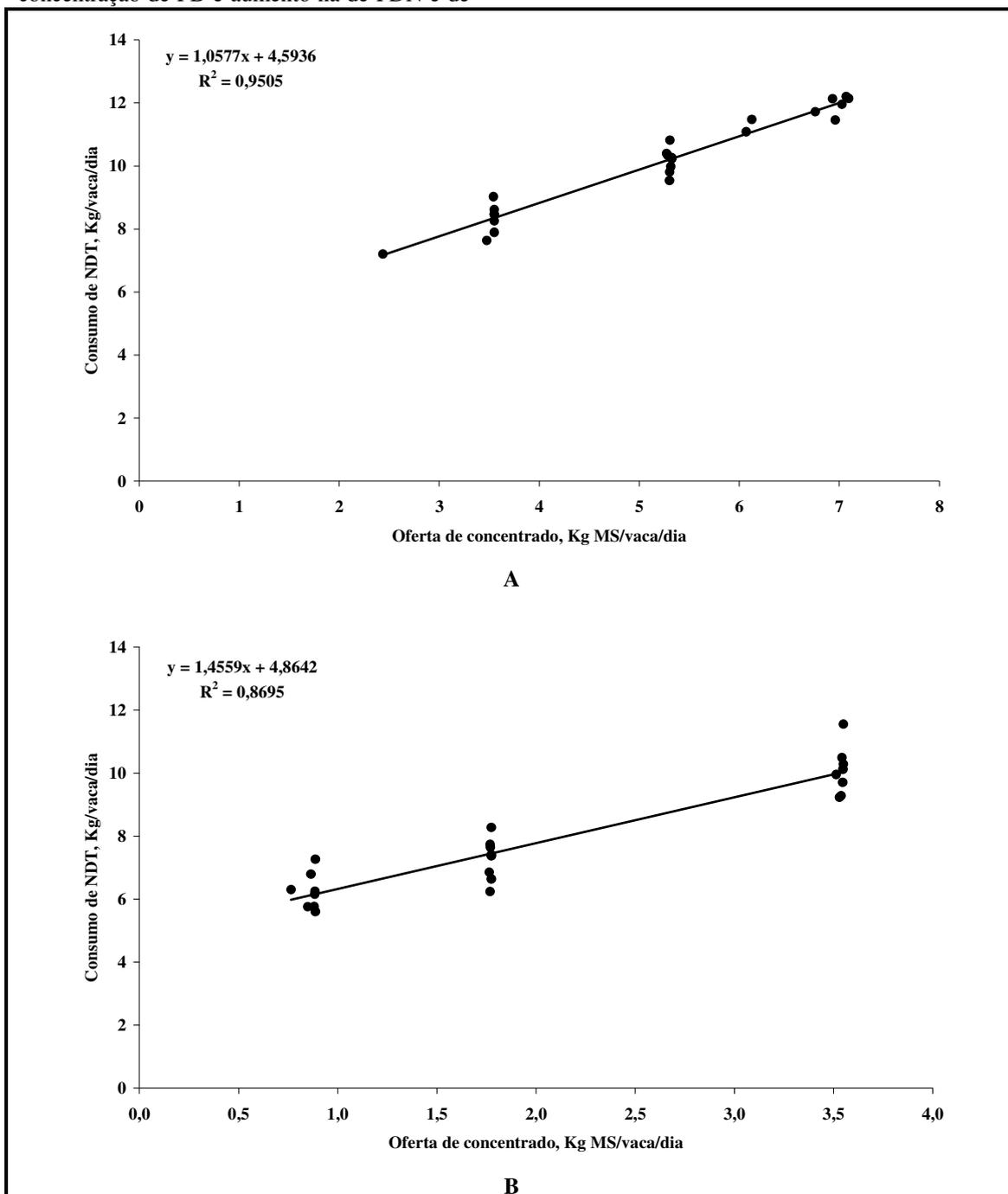


Figura 8: Plotagem da quantidade de alimento concentrado verdadeiramente consumida (Kg MN/vaca/dia) com o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT, Kg/vaca/dia) para os grupos de Desponta (A) e de Repasse (B).

#### 4.4 AMBIENTE RETÍCULO-RUMINAL

A análise de variância não mostrou efeito ( $P>0,05$ ) da interação tempo x tratamento para as variáveis medidas do ambiente retículo-ruminal (pH, N-NH<sub>3</sub>, AGV<sub>total</sub> e relação A:P). Logo, os dados serão analisados e interpretados

a partir dos valores médios e de suas respectivas significâncias.

Os valores de pH no líquido retículo-ruminal de vacas mestiças em lactação manejadas em condições de pastejo em *Brachiaria* e suplementadas com quantidades crescentes de concentrado, encontram-se na Tab. 21 e na Fig. 9.

Tabela 21: Valores de pH no líquido retículo-ruminal referentes à primeira alimentação diurna (07:30 h) para vacas em lactação do grupo de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)\*

Tempos**	Quantidade diária de concentrado ofertada, Kg MN			Média
	4,0 Kg/dia	6,0 Kg/dia	8,0 Kg/dia	
0	6,57	6,50	6,47	6,51 bc
1	6,63	6,60	6,53	6,59 abc
3	6,57	6,53	6,43	6,51 bc
5	6,63	6,60	6,40	6,54 bc
9	6,90	6,77	6,57	6,74 a
10	6,90	6,73	6,53	6,72 a
12	6,70	6,53	6,17	6,47 bc
14	6,57	6,47	6,23	6,42 c
17	6,60	6,50	6,33	6,48 bc
24	6,63	6,70	6,60	6,64 ab
<b>Média</b>	6,67 A	6,59 B	6,43 C	<b>6,56</b>

\* - Coeficiente de variação = 1,97%;

\*\* - Células preenchidas de cor cinza = momentos da ordenha e do fornecimento do suplemento concentrado. Valor de pH médio: 6,56;

A, B, C – Valores seguidos de letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem ( $P<0,05$ ), Teste t;

a, b, c – Valores seguidos de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem ( $P<0,05$ ), Teste SNK.

Ao longo de um período de 24 horas, podem ser observadas variações nos valores de pH relacionadas ao momento do fornecimento de suplemento, próximo do qual foi observado os maiores valores médios, a saber: 6,74; 6,72; 6,64 e 6,59, para os tempos 9, 10, 24 e 1 hora, respectivamente, mas sem haver diferenças entre si ( $P>0,05$ ).

No segundo fornecimento de concentrado (16:00 h ou tempo 9), a partir de três horas após o fornecimento, o pH reduziu para seu menor valor (6,74 vs 6,47,  $P<0,05$ ). Redução numérica também foi observada no primeiro fornecimento (07:30 h ou tempo 0), mas os valores foram semelhantes ( $P>0,05$ ). Portanto, para os valores médios observados de pH, pode-se mencionar que o nadir (menor valor) foi com três horas após o fornecimento de suplemento.

Patrizi (2004) suplementou vacas mestiças Holandês x Zebu, canuladas no rúmen, com 9 Kg/dia de MN de concentrado, duas vezes ao dia, no momento das ordenhas. As vacas consumindo pasto de *Pennisetum purpureum* (cv. napier). A variação do pH no líquido retículo-ruminal foi de 5,6 a 6,4, cuja média foi de 6,0. São valores potencialmente menores que o obtido neste experimento, mas que podem ser explicadas pela maior quantidade de suplemento e pelo composição do mesmo (farelo de amendoim, polpa cítrica, suplemento mineral-vitamínico). Mas, o autor obteve nadir entre 3 a 4 horas após o oferecimento de suplemento concentrado para o animal, um comportamento também observado neste experimento.

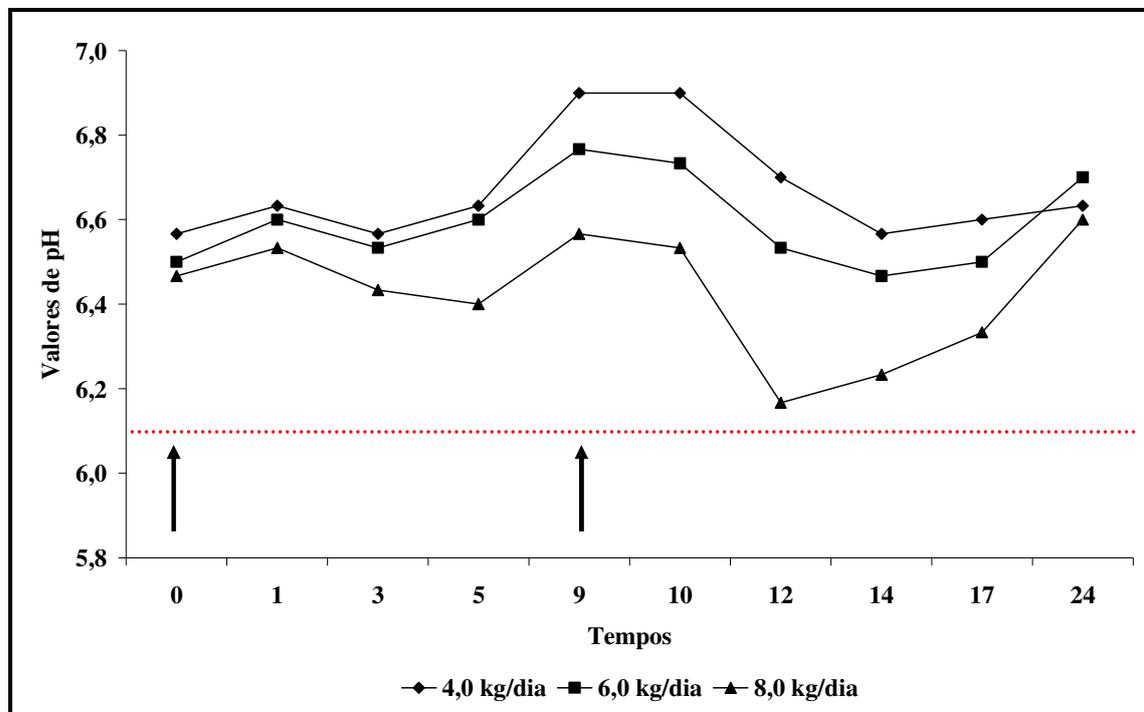


Figura 9: Valores individuais de pH de vacas em lactação suplementadas com 4, 6 ou 8 Kg/vaca/dia MN de concentrado em pastejo de Desponta de gramíneas do gênero *Brachiaria*. A linha pontilhada (.....) demonstra o limite inferior para inibição da microbiota celulolítica (Chesson e Forsberg, 1988). As setas verticais (↑) indicam os momentos de fornecimento dos suplementos concentrados.

Pode ser observado um perfil de curva do pH no líquido retículo-ruminal bastante semelhante para todos os três tratamentos. No geral, o pH tendeu a aumentar logo após a primeira hora do fornecimento do suplemento, seguido de uma discreta redução até 3 horas para vacas suplementadas com 4 e 6 Kg/dia MN de concentrado e 5 horas para aquelas com 8 Kg/dia. O pH volta a subir para todos os três tratamentos entre 5 e 9 horas, sendo esta última hora coincidente com o arraçoamento do período da tarde (16:00 h). Seguiu-se período de uma hora sem grandes variações no valor de pH para todos os tratamentos. Entre 12 a 14 horas, ou seja, 3 e 5 horas após o arraçoamento da tarde, o pH reduziu nos tratamentos com 4 e 6 Kg/dia. Nas vacas suplementadas com 8 Kg/dia de concentrado, o valor reduziu abruptamente até o tempo 12 (3 horas após o fornecimento). O nadir dos tratamentos foi: 6,57 (4 Kg/dia, tempo 14); 6,47 (6 Kg/dia, tempo 14); 6,17 (8 Kg/dia, tempo 12).

Observa-se na Fig. 9 que os valores de pH, após o fornecimento de concentrado no período da tarde (16:00 h), apresentaram resultados relativamente mais baixos quando comparados com aqueles após o arraçoamento da manhã (07:30 h). Outras pesquisas sugerem que vacas em lactação, em regime de pastejo de gramíneas de clima temperado ou tropical e suplementadas com concentrado, mostraram redução significativa no pH do líquido retículo-ruminal no período da tarde em relação ao mesmo período da manhã (Benedetti, 1994; Reis, 1998; Krause e Combs, 2003). Neste caso, o perfil da curva de pH observada neste experimento é fundamentada na pesquisa estrangeira, que estabeleceu duas explicações do porquê menor pH no turno da tarde que no da manhã.

Segundo Reis (1998) e Reis e Combs (2000b), durante o período diurno a taxa fotossintética das plantas é alta, induzindo aumento progressivo de carboidratos facilmente fermentados na MS da planta pastejada, como a sacarose. Como a concentração destes

carboidratos na planta será maior durante o pastejo da tarde em relação ao pastejo da manhã, foi natural que o maior consumo de açúcares facilmente fermentados no retículo-rúmen durante o período da tarde induzisse maior redução no pH durante este período.

Outra explicação da literatura foi comentada nos trabalhos do NRC (2001) e de Krause e Combs (2003). Segundo os autores, durante o período da manhã, o retículo-rúmen está mais cheio, havendo maior proporção de alimento volumoso que de alimento concentrado recém ingerido, mesmo com base em MS. Do contrário, durante o período da tarde, o retículo-rúmen está mais vazio e quando o animal consome concentrado, haverá maior proporção de MS deste alimento que de volumoso. Logo, o maior conteúdo durante o período da manhã promoveu um efeito tampão ou de diluição, reduzindo a produção de ácidos graxos por unidade de tempo, prevenindo a redução abrupta e intensa no pH neste período em relação ao período correspondente da tarde.

Para os valores médios entre os tratamentos, observou-se que o aumento na quantidade de alimento concentrado ofertado foi acompanhada de redução significativa no pH do líquido retículo-ruminal, sendo os valores para os tratamentos com suplementação de 4, 6 e 8 Kg MN/vaca/dia de 6,67; 6,59 e 6,43, respectivamente ( $P < 0,05$ ).

Segundo revisão feita por Bargo *et al.* (2003a), de dez trabalhos que pesquisaram a quantidade de suplemento energético ofertada para vacas em lactação de alta produção e em regime de pasto, seis (60%) mostraram nenhum efeito no pH retículo-ruminal, enquanto que os outros quatro (40%) mostraram redução ( $P < 0,05$ ) no valor deste índice da fermentação retículo-ruminal. Os autores justificam esta inconstância da literatura talvez pelo pH do retículo-rúmen de vacas a pasto não estar ligado unicamente ao fator quantidade de concentrado consumido. Para estes mesmos autores, somente a partir do fornecimento de 8,0 Kg/dia de MS de concentrado é que ocorreriam mudanças significativas no pH retículo-ruminal. Pelos achados do presente experimento, esta recomendação de Bargo *et al.* (2003a) provou excessiva, pois houve mudanças significativas no pH retículo-ruminal das vacas em lactação

quando elas passaram a consumir de 4 para 6 Kg MN/vaca/dia (6,67 x 6,59,  $P < 0,05$ , respectivamente), valor bem menor (menos que 50%) que o recomendado pelo autor.

O pH é uma grandeza química delegada ao equilíbrio entre a taxa de desaparecimento e de produção dos ácidos graxos voláteis (AGV's) no retículo-rúmen. Como houve maior quantidade de substrato facilmente fermentável com o aumento da quantidade consumida do suplemento, a maior produção de AGV's por unidade de tempo foi acompanhada de redução no pH, apesar de não ter havido reflexo na concentração destes ácidos no retículo-rúmen (Van Soest, 1994; Kolver e de Veth, 2002; Vasquez, 2002).

Ao longo de um período de 24 horas de estudo, não foi observada redução do pH do fluido retículo-ruminal abaixo do limite crítico de 6,1 mencionado pela literatura estrangeira (Chesson e Forsberg, 1988) por inibir as bactérias celulolíticas de degradar a MS dos alimentos consumidos, como pode ser visualizado na Fig. 9. Mas é prudente lembrar que são as *Celulases* bacterianas, e não somente as bactérias celulolíticas "per se", sensíveis ao baixo pH (Chesson e Forsberg, 1988). Além do mais, para Grant e Mertens (1992), o pH ótimo para a microbiota celulolítica varia entre 6,5 a 6,8.

Kolver e de Veth (2002) mostraram que os melhores desempenhos de vacas lactantes sob pastejo foram observados quando o pH retículo-ruminal variou entre 5,8 a 6,2. Foi nesta faixa de pH que se observaram maiores fluxos de nitrogênio de origem microbiana para o duodeno, maiores produções leiteiras e maior concentração de ácidos graxos voláteis no retículo-rúmen. Em conclusão, os autores mencionaram que somente o baixo pH não significa haver efeito negativo nos parâmetros de degradação da FDN ou da MS no retículo-rúmen, culminando com a redução no consumo de matéria seca. Forragens frescas e verdes apresentam parede celular (FDN) rápida e extensamente degradada, levando a altas produções de AGV's e conseqüente redução no valor de pH. Para estes mesmos autores, mais importante que o pH final para influenciar a degradabilidade retículo-ruminal dos constituintes da parede celular vegetal está a

concentração de ácido láctico e o tempo que o pH fica abaixo de 5,8.

Neste presente experimento, em nenhum momento o pH retículo-ruminal foi abaixo de 6,17. Apenas às 12 horas de estudo para vacas suplementadas com 8 Kg MN/dia é que o pH aproximou-se desta faixa crítica (6,17), mas manteve por somente 2 horas, quando voltou a subir (6,23). Como mencionado por Kolver e de Veth (2002), a redução de pH teria efeito direto sobre a taxa fracional de degradação (Kd) da FDN da forragem, o que não foi observado neste experimento, haja vista os altos valores de Kd da FDN em torno de 4,0%/h.

Kolver e de Veth (2002) propuseram três explicações para as altas taxas de degradação da FDN do pasto quando da suplementação e do pH baixo: 1) a degradabilidade retículo-ruminal dos alimentos de alta qualidade é menos comprometida pelo baixo pH que aqueles alimentos de baixa qualidade; 2) baixo pH encontrado em vacas sob pastejo está mais relacionado à produção intensiva de AGV's do que com a produção de ácido láctico, que seleciona negativamente a microbiota celulolítica; 3) a preferência microbiana por substrato facilmente degradado no retículo-rúmen quando da suplementação com concentrado é amenizada em forragens de alta qualidade.

Mas, se comparada com a literatura estrangeira, os dados médios totais de pH deste experimento (6,56) são, de modo geral, superiores ao valor crítico de pH de 6,1 a 6,2 (em 7%) e aos valores da própria literatura consultada, que foi em média, 6,3 (Berzaghi *et al.*, 1996), 5,9 (Jones-Endsley *et al.*, 1997), 6,0 (Soriano, 1998), 6,4 (Bargo *et al.*, 2002) e 6,0 (Bargo *et al.*, 2003a). Os valores de pH deste experimento somente não foram maiores que o de Reis e Combs (2000), que obtiveram valores médios entre 6,6 a 6,7, trabalhando com gramíneas e leguminosas de clima temperado, que têm capacidade tampicante.

Em experimentos nacionais, Benedetti (1994) trabalhou com gramíneas de clima tropical (generos *Brachiaria*, *Pennisetum* e *Panicum*) e encontrou valor médio de pH de vacas em lactação e alimentadas com 4 Kg/dia de MN de

suplemento concentrado de 6,22, valor menor ao observado neste experimento. Vasquez (2002) suplementou novilhas da raça Holandesa, em pastejo de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, com 0; 300 e 900 g/dia de MN de concentrado (fubá de milho, polpa cítrica, farinha de mandioca, melão em pó). Os valores de pH foram, respectivamente, 6,4; 6,4 e 6,3, próximos ao obtido neste experimento, sendo que a proporção máxima de suplemento concentrado na dieta destas novilhas foi de 13%, inferior ao instituído neste experimento.

Portanto, outro fator, que não somente o valor de pH acima do limite crítico explica o porquê da elevada taxa de degradação da MS e da FDN, e o porquê do aumento no consumo de MS e de FDN da forragem de clima tropical pastejada com o aumento da suplementação concentrada.

Os valores de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) no líquido retículo-ruminal de vacas mestiças em lactação manejadas em condições de pastejo em *Brachiaria* e suplementadas com quantidades crescentes de concentrado, encontram-se na Tab. 22 e na Fig. 10.

Para os tratamentos experimentais, ao longo das 24 horas, observou-se uma grande variação dos resultados, podendo ser observado certa lógica em função da análise dos dados na Fig. 10 ou na Tab. 22. Os maiores valores (P<0,05) foram observados uma hora após a suplementação, tanto no primeiro quanto no segundo fornecimentos, ou seja, 20,95 mg/dL (tempo 1) e 22,50 mg/dL (tempo 10), lembrando que são dados médios sob análise. Os tempos de 0, 5, 9, 14, 17 e 24 apresentaram os menores valores: 9,24; 10,52; 9,61; 10,15; 7,87 e 8,23 mg/dL, respectivamente (P>0,05). Os tempos 3 (14,54 mg/dL) e 12 (14,36 mg/dL) apresentaram valores intermediários, mas diferentes (P<0,05) em relação aos outros tempos.

Com base nestes achados, pode-se afirmar que uma hora após o fornecimento do concentrado foi observado aumento nas concentrações de N-NH<sub>3</sub> no líquido retículo-ruminal (P<0,05). De forma semelhante, Patrizi (2004) obteve pico de N-NH<sub>3</sub> entre 1 a 2 horas após a suplementação de vacas em lactação e canuladas no rúmen, com 9 kg/dia de MN de concentrado.

Tabela 22: Concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>, mg/dL) no líquido retículo-ruminal referentes à primeira alimentação diurna (07:30 h) para vacas em lactação do grupo de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)\*

Tempos**	Quantidade diária de concentrado ofertada, Kg MN			Média
	4,0 Kg/dia	6,0 Kg/dia	8,0 Kg/dia	
0	7,41	11,53	8,78	9,24 c
1	16,46	18,66	27,71	20,95 a
3	10,70	13,17	19,76	14,54 b
5	9,33	11,53	10,70	10,52 c
9	10,70	9,33	8,78	9,61 c
10	20,58	20,03	26,89	22,50 a
12	12,62	12,90	17,56	14,36 b
14	9,61	9,33	11,52	10,15 c
17	6,59	7,14	9,88	7,87 c
24	6,86	9,06	8,78	8,23 c
Média	11,09 B	12,27 AB	15,04 A	<b>12,80</b>

\* - Coeficiente de variação = 26,51%;

\*\* - Células preenchidas de cor cinza = momentos da ordenha e do fornecimento do suplemento concentrado. Valor de N-NH<sub>3</sub> médio: 12,80 mg/dL;

A, B, C – Valores seguidos de letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem (P<0,05), Teste t;

a, b, c – Valores seguidos de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem (P<0,05), Teste SNK.

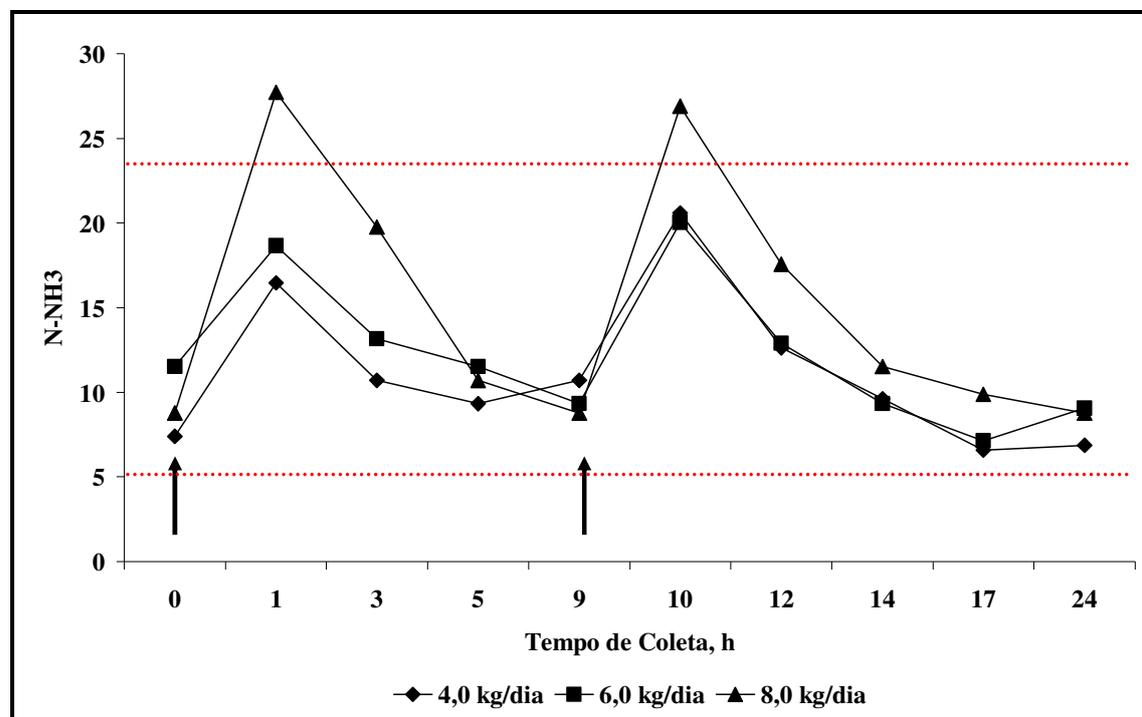


Figura 10: Valores individuais de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) de vacas em lactação suplementadas com 4, 6 ou 8 Kg/vaca/dia MN de concentrado em pastejo de Desponta de gramíneas do gênero *Brachiaria*.

A linha pontilhada (.....) representa a amplitude fisiológica de variação do N-NH<sub>3</sub> retículo-ruminal (Franco *et al.*, 2002). As setas verticais (↑) indicam os momentos de fornecimento dos suplementos concentrados.

Os resultados de N-NH<sub>3</sub> podem ser melhores visualizados nos perfis das curvas da Fig. 10. Na média dos três tratamentos, logo após o fornecimento de concentrado da manhã (07:30 h), observou-se aumento (P<0,05) na concentração de N-NH<sub>3</sub>, reduzindo logo em seguida, para aumentar novamente após o o fornecimento da tarde (16:00 h), ou seja, o surgimento de dois picos, muito evidentes no tratamento com 8 Kg MN concentrado/vaca/dia. Tal comportamento pode ser explicado pelo consumo de alimento concentrado, que apresentava uréia em sua formulação. A rápida e extensa hidrólise desta uréia pelos microrganismos do retículo-rúmen libera grande quantidade de NH<sub>3</sub> para o meio. Outra explicação, isolada ou simultânea ao consumo de concentrado, seria a questão de haver uma assincronia nos processos fermentativos retículo-ruminais entre a proteína do pasto e do concentrado em relação à energia da forragem pastejada e do alimento concentrado.

Para fornecer mais subsídio para esta extensa e rápida liberação de N-NH<sub>3</sub> no retículo-rúmen dos animais experimentais, parte-se da premissa que a pastagem foi bastante adubada, o que representa uma grande proporção de nitrogênio solúvel e prontamente fermentável no retículo-rúmen, liberando grandes quantidades de NH<sub>3</sub> (Sniffen *et al.*, 1992; Van Soest, 1994; Vasquez, 2002). Tabela nacionais de alimentos (Valadares Filho *et al.*, 2006) mostraram valores de proteína solúvel em pastos de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* de 51,45% e 45,35% da PB, respectivamente. Vasquez (2002) demonstrou valores menores: 23,54% da PB (*Panicum maximum*, cv. Mombaça). Provavelmente, estes dois picos de N-NH<sub>3</sub> observados no ambiente retículo-ruminal podem ter provocado o atraso na redução nos valores de pH logo após o imediato fornecimento de suplemento.

Como mencionado anteriormente, a concentração de N-NH<sub>3</sub> no retículo-rúmen é importante na síntese de proteína microbiana. A concentração mínima de N-NH<sub>3</sub> deve ser de 5 mg/dL de líquido ruminal para que a mesma não limite a fermentação microbiana, enquanto que para se atingir o máximo de síntese microbiana, a concentração deve ser de até 23 mg/dL (Franco *et al.*, 2002).

Para todos os três tratamentos utilizados no presente experimento, a amplitude para a concentração mínima e máxima foi prontamente atendida, mostrando que a fermentação e o crescimento microbiano não foram inibidos pela deficiência de N. A variação na concentração de N-NH<sub>3</sub> foi de 6,59 a 20,58 mg/dL (4 Kg concentrado/vaca/dia), 7,14 a 20,03 mg/dL (6 Kg) e 8,78 a 27,71 mg/dL (8 Kg). Apesar de não haver diferenças (P>0,05), parece haver maior concentração de N-NH<sub>3</sub> durante o período da tarde que na manhã. Isto pode ser explicado segundo pesquisa feita por Reis (1998) e Reis e Combs (2000), onde a concentração de nitrogênio solúvel na planta a ser pastejada aumenta com o passar do dia, até chegar no período da tarde quando, à semelhança com os carboidratos solúveis, o alimento vegetal tem sua concentração de nitrogênio solúvel aumentada.

Ocorreram dois picos de N-NH<sub>3</sub> no retículo-rúmen para o tratamento com 8 Kg MN concentrado/vaca/dia, que alcançaram valores após o arraçoamento da manhã e da tarde de 27,71 e 26,89 mg/dL, respectivamente. São, portanto, valores superiores ao máximo recomendado, provavelmente devido ao grande consumo de nitrogênio solúvel, ou mesmo de PB total (Tab.s 19 e 20), que foi rápida e extensamente degradada pelos microrganismos retículo-ruminais.

A concentração média de N-NH<sub>3</sub> no líquido retículo-ruminal para o tratamento com 8 Kg/dia de concentrado suplementado foi superior à média do tratamento com 4 Kg/dia (15,04 x 11,09 mg/dL, P<0,05), sendo que a concentração observada para 6 Kg/dia intermediária (média de 12,27 mg/dL, P>0,05).

Este comportamento não foi observado em praticamente nenhum trabalho consultado na literatura. De fato, a literatura estrangeira mostra redução na concentração de N-NH<sub>3</sub> com o aumento da suplementação concentrada, principalmente em suplementos a base de amido (Berzaghi *et al.*, 1996; Reis e Combs, 2000b, Bargo *et al.*, 2002; Bargo *et al.*, 2003a).

A concentração do nitrogênio amoniacal no retículo-rúmen (mg/dL de N-NH<sub>3</sub>) é função do equilíbrio entre a taxa de produção e a taxa de desaparecimento (utilização/absorção). A

produção da  $\text{NH}_3$  presente no retículo-rúmen advém da degradação do nitrogênio protéico e não protéico dietético e da reciclagem, via saliva ou por difusão a partir das paredes retículo-ruminais. Por sua vez, o desaparecimento desta  $\text{NH}_3$  ocorre pela sua incorporação ao nitrogênio microbiano (proteína microbiana) e pela absorção pelas paredes do retículo-rúmen ou do trato digestório posterior (Van Soest, 1994).

Bargo *et al.* (2003a) demonstraram que aumentando o suplemento energético para vacas leiteiras a pasto, a concentração de N- $\text{NH}_3$  foi reduzida em sete dos dez trabalhos científicos estudados. Fornecendo 0 ou 6,4 Kg de MS de suplemento energético para vacas leiteiras, Berzaghi *et al.* (1996) encontraram redução na concentração de N- $\text{NH}_3$  de 22,4 para 17,1 mg/dL ( $P < 0,05$ ). Suplementando na quantidade de 0, 5 e 10 Kg, Reis e Combs (2000b) observaram resultados de 13,2; 10,4 e 8,13 mM, respectivamente ( $P < 0,05$ ). Para Bargo *et al.* (2002), a suplementação reduz ( $P < 0,05$ ) a concentração de N- $\text{NH}_3$  no retículo-rúmen em 42%.

Praticamente todos estes pesquisadores suplementaram vacas leiteiras de alta produção com alimentos concentrados ricos em milho e cevada, confeccionando suplementos com baixa concentração de proteína bruta (%PB), pois a maior parte da sua composição era justamente o grão (mais de 80 a 90% da MS). Outro importante fator que irá influenciar na concentração de N- $\text{NH}_3$  no retículo-rúmen é a atividade deaminolítica das bactérias retículo-ruminais, justamente em função da disponibilidade de matéria orgânica fermentável no retículo-rúmen, principalmente em se tratando de carboidratos não fibrosos (CNF) fácil e rapidamente degradados (amido, sacarose, frutanas). A atividade de deaminação (*Desaminases* bacterianas: Aminoácidos +  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3$  + cetoácido) baseia-se na necessidade de energia das bactérias retículo-ruminais. Quando a disponibilidade destes CNF for baixa, os microrganismos extraem mais energia da matéria orgânica fermentável remanescente, deaminando os aminoácidos. Por sua vez, menor grau de deaminação será observado quando do fornecimento de fluxo satisfatório de CNF para o retículo-rúmen, fazendo que a microbiota incorpore mais nitrogênio em sua

proteína na forma de peptídeos e aminoácidos que na de  $\text{NH}_3$  (Russel *et al.*, 1992). Portanto, quanto maior for a quantidade de suplemento concentrado, rico em CNF e ofertado para a vaca leiteira a pasto, menor será a concentração de  $\text{NH}_3$  no retículo-rúmen, seja por menor grau de deaminação ou por maior incorporação desta  $\text{NH}_3$  à proteína microbiana.

Portanto, a suplementação animal com alimento concentrado rico em amido e pobre em proteína bruta, produziu uma baixa relação entre consumo de PB (g/dia) e de CNF (g/dia) ou energia (Mcal/dia), em virtude do aumento no consumo de CNF ou de energia e redução de PB. Apenas para fins de comparação, a ausência ou presença de suplementação induziu as seguintes relações proteína/energia na pesquisa, respectivamente: Bargo *et al.* (2002) 0,12 e 0,10 g PB/Mcal ELI, Reis e Combs (2000b) 2,1 e 0,5 g PB/g Amido e Jones-Endsley *et al.* (1997) 0,31 e 0,29 g PB/Kg MOVD (matéria orgânica verdadeiramente digestível no trato gastrointestinal).

No presente experimento, o consumo de PB aumentou ( $P < 0,05$ ) com a suplementação, como pode ser visto nas Tab.s 19 e 20, uma vez que o suplemento era único e com 19,8% PB. Para as 24 vacas do ensaio 1 (Desponta) do experimento de estimativa no consumo de MS com vacas lactantes, a relação entre o consumo de PB com o consumo de NDT foi a mesma para todos os tratamentos (4, 6 e 8 Kg/dia), ou 0,22 Kg PB/Kg NDT, diferente da literatura consultada, onde a suplementação reduziu esta relação. Jones-Endsley *et al.* (1997) demonstraram que ao aumento do consumo de PB (3,7 x 4,3 Kg PB/dia) provocou aumento na concentração de N- $\text{NH}_3$  (16,6 x 20,2 mg/dL).

Benedetti (1994) estudou o ambiente retículo-ruminal e as concentrações de N- $\text{NH}_3$  no líquido em vacas mestiças suplementadas com 4 Kg/dia de MN de concentrado e pastejando gramíneas do gênero *Brachiaria*, *Panicum* e *Pennisetum*. A concentração de N- $\text{NH}_3$  no líquido foi, em média, de 26,43, 28,08 e 28,54 mg/dL, respectivamente. São valores elevados quando comparados ao deste experimento, cujo valor médio geral foi de 12,80 mg/dL. Mas, para corroborar com a afirmação acima descrita, o mesmo autor encontrou uma relação média entre o consumo de PB (Kg/dia) e de matéria

orgânica digestível (MOD, Kg/dia) de 0,25, valores próximos aos obtidos neste experimento (0,22).

A maior concentração de N-NH<sub>3</sub> no líquido retículo-ruminal no trabalho de Benedetti (1994) em relação ao presente experimento pode ser explicada pela diferença no consumo de PB total. Conforme a Tab. 19, o consumo de PB total para vacas em lactação suplementadas com 4, 6 e 8 Kg/dia de MN de concentrado foi de 1,81; 2,20 e 2,54 Kg, respectivamente. Benedetti (1994) observou consumos de 2,9; 2,5 e 2,9 para *Pennisetum purpureum*, *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum*, respectivamente. São valores, em média, 27% maiores, podendo explicar a maior concentração de N-NH<sub>3</sub> no líquido retículo-ruminal observado em seu experimento.

Outros pesquisadores nacionais observaram valores de N-NH<sub>3</sub> dentro da faixa de variação deste experimento. Vasquez (2002) observou variações entre 14,9 a 26,2 mg/dL, com uma média geral de 17,9 mg/dL. Patrizi (2004) observou valores médios de 19,9 mg/dL, em vacas suplementadas com 9 kg/dia de MN de concentrado.

O aumento (P<0,05) na concentração de N-NH<sub>3</sub> observado no Experimento 2 (ambiente retículo-ruminal), associado com a não inibição da microbiota retículo-ruminal e de suas enzimas celulolíticas, podem ser explicações para o porquê do aumento no consumo de MS e de FDNn (em relação ao peso vivo) da forragem com o aumento da suplementação no Experimento 1 (estimativa do consumo). Esta possível explicação pode ser apoiada nos trabalhos de Oba e Allen (1999) e Franco *et al.* (2002). Segundos estes autores, aumento no consumo de PB (e em sua maior parte, degradada no retículo-rúmen) induziu aumento na concentração de N-NH<sub>3</sub>, que aumentou o Kd da FDN, aumentando a taxa de esvaziamento do retículo-rúmen e aumentando o consumo de alimento volumoso (MS e FDN).

As concentrações molares totais dos ácidos graxos voláteis (AGV) no líquido retículo-ruminal de vacas mestiças em lactação manejadas em condições de pastejo em *Brachiaria* e suplementadas com quantidades crescentes de concentrado, encontram-se na Tab. 23 e na Fig. 11.

Tabela 23: Concentração molar total de ácidos graxos voláteis (AGV's, mM) no líquido retículo-ruminal referentes à primeira alimentação diurna (07:30 h) para vacas em lactação do grupo de Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)\*

Tempos**	Quantidade diária de concentrado ofertada, Kg MN			Média
	4,0 Kg/dia	6,0 Kg/dia	8,0 Kg/dia	
0	101,8	93,5	134,1	109,8 a
1	118,6	98,7	96,7	104,7 a
3	76,4	115,9	114,7	102,3 a
5	89,6	86,2	106,4	94,1 a
9	72,0	93,7	81,9	82,5 a
10	78,4	79,1	100,1	85,9 a
12	98,4	76,9	93,0	89,5 a
14	99,8	88,0	107,8	98,5 a
17	95,4	95,8	100,9	97,3 a
24	122,1	136,0	90,1	116,0 a
Média	95,3 A	96,4 A	102,6 A	<b>98,1</b>

\* - Coeficiente de variação = 28,88%;

\*\* - Células preenchidas de cor cinza = momentos da ordenha e do fornecimento do suplemento concentrado. Valor de AGV médio: 98,10 mM;

A, B, C – Valores seguidos de letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem (P<0,05), Teste t;

a, b, c – Valores seguidos de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem (P<0,05), Teste SNK.

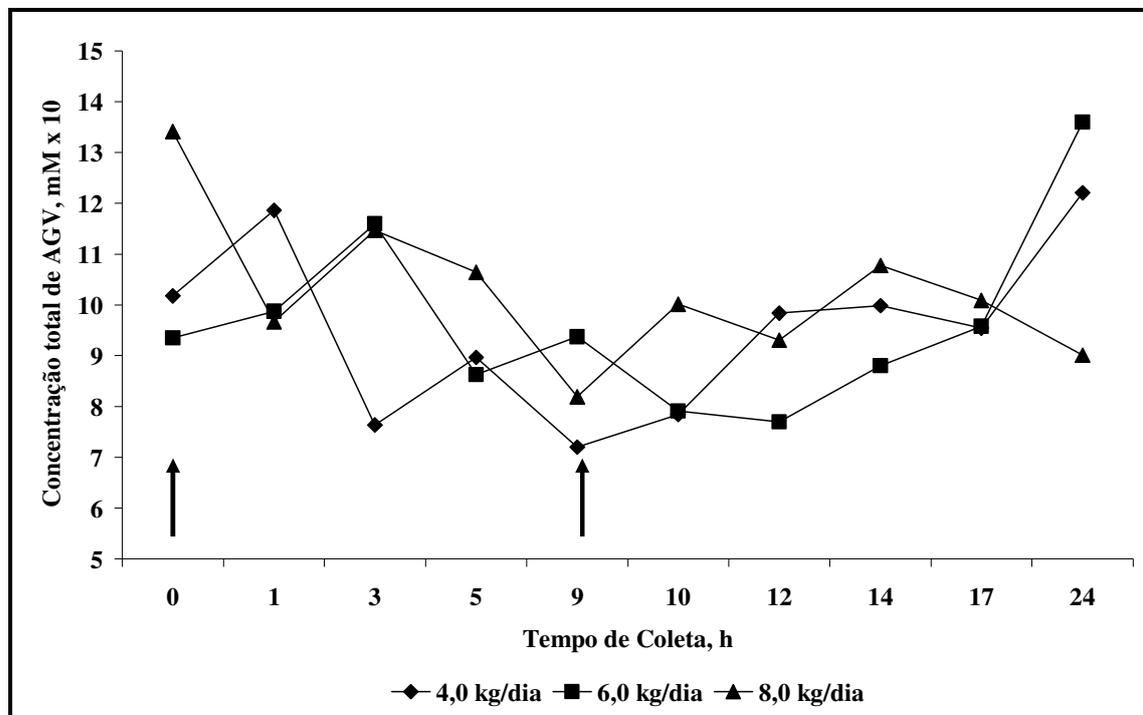


Figura 11: Valores individuais de ácidos graxos voláteis totais (AGV's) de vacas em lactação suplementadas com 4, 6 ou 8 Kg/vaca/dia MN de concentrado em pastejo de Desponta de gramíneas do gênero *Brachiaria*.

As setas verticais (↑) indicam o momento do arração, a partir da ordenha da manhã.

A concentração de AGV's no líquido retículo-ruminal não diferiu ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos e nos diferentes tempos. Para o tratamento com 4 Kg MN de concentrado/vaca/dia, a concentração molar de AGV variou de 72 a 122 mM, para 6 Kg MN/dia de 77 a 136 mM e para 8 Kg MN variou de 82 a 134 mM, sendo as médias de 95,3; 96,4 e 102,6 mM, respectivamente.

Benedetti (1994) observou concentrações totais de AGV variando 160,5 a 167,8 mM, resultados maiores que os observados neste experimento. Berzaghi *et al.* (1996), Jones-Endsley *et al.* (1997), Soriano (1998), Reis e Combs (2000b), Bargo *et al.* (2002) e Vasquez (2002) obtiveram resultados médios de 149, 102, 115, 101, 127 e 99,4 mM, respectivamente. No trabalho de Bargo *et al.* (2003a), a concentração total de AGV variou entre 90 até 151 mM, o que, em termos gerais, são resultados superiores aos desse experimento. No trabalho "*in vitro*" de Bargo *et al.* (2003b), a concentração molar de AGV foi bastante semelhante ao do presente experimento, variando de 62 até 113 mM.

Ao longo de 24 horas, não foi possível perceber diferenças ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para os tempos de coleta de líquido retículo-ruminal. No entanto, como pode ser observado na Fig. 11, houve uma discreta redução na concentração total de AGV's no líquido, apresentando menor valor no momento do fornecimento do suplemento da tarde (16:00 h), ou seja, no tempo de 9 horas. Da mesma forma, apesar de não haver diferença entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), o tratamento com 8 Kg MN concentrado/vaca/dia foi aquele que apresentou maior concentração de AGV's no líquido retículo-ruminal (103 mM), em relação aos tratamentos com 4 Kg (95 mM) e com 6 Kg/vaca/dia (96 mM). Esta perda de diferença estatística pode ser explicada pelo elevado coeficiente de variação encontrado para esta variável, que foi de 28,9%, suficiente para produzir dados bastante instáveis e com uma grande variação em torno da média, induzindo à perdas de significância.

A relação molar entre o acetato e o propionato (A:P) no líquido retículo-ruminal de vacas

mestiças em lactação manejadas em condições de pastejo em *Brachiaria* e suplementadas com

quantidades crescentes de concentrado, encontram-se na Tab. 24 e na Fig. 12.

Tabela 24: Relação molar acetato:propionato (A:P) no líquido retículo-ruminal referente à primeira alimentação diurna (0 h) para o grupo experimental da Desponta em função da quantidade de alimento concentrado ofertado na matéria natural (Kg MN)\*

Tempos**	Quantidade diária de concentrado ofertada, Kg MN			Média
	4,0 Kg/dia	6,0 Kg/dia	8,0 Kg/dia	
0	2,98	3,29	3,21	3,16 ab
1	3,72	3,35	3,03	3,37 ab
3	3,59	4,02	3,04	3,55 a
5	3,32	3,12	2,75	3,06 ab
9	3,52	3,49	2,78	3,26 ab
10	3,35	3,19	2,83	3,12 ab
12	3,47	2,92	2,82	3,07 ab
14	2,98	2,67	2,79	2,81 b
17	3,03	2,84	3,02	2,96 ab
24	3,31	3,44	2,80	3,18 ab
Média	3,33 A	3,23 A	2,91 A	<b>3,15</b>

\* - Coeficiente de variação = 12,76%;

\*\* - Células preenchidas de cor cinza = momentos da ordenha e do fornecimento do suplemento concentrado. Valor de A:P médio: 3,15;

A, B, C – Valores seguidos de letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem ( $P < 0,05$ ), Teste t;

a, b, c – Valores seguidos de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem ( $P < 0,05$ ), Teste SNK.

A análise de variância não mostrou efeito ( $P > 0,05$ ) da interação tempo x tratamento para a variável medida (A:P). Logo, os dados serão analisados e interpretados a partir dos valores médios e de suas respectivas significâncias.

A média da relação molar A:P no tempo de 3 h (3,55) foi maior ( $P < 0,05$ ) que no tempo de 14 h (2,81). Nos tempos remanescentes, os valores foram intermediários ( $P > 0,05$ ), não diferindo para os dois tempos acima citados: 0 (3,16); 1 (3,37); 5 (3,06); 9 (3,26); 10 (3,12); 12 (3,07); 17 (2,96) e 24 (3,18).

Não foi observada diferença para a relação molar média entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), sendo de 3,33; 3,23 e 2,91 para aqueles com suplementação de 4, 6 e 8 Kg concentrado/vaca/dia, respectivamente. Novamente, a falta de significância entre os tratamentos pode estar delegada ao maior valor de coeficiente de variação da variável, 12,8%. Mesmo não havendo diferença ( $P > 0,05$ ), observa-se que o tratamento com 8 Kg/dia de MN de concentrado produzir o menor valor médio da relação A:P. Tal ponderação pode ser visualmente comprovada pela linha pontilhada

na Fig. 12, quando o tratamento com 8 Kg/dia ficou 18 horas abaixo da relação fisiológica 3:1, enquanto que os tratamentos 4 e 6 Kg/dia ficaram 5 e 7 horas, respectivamente.

Benedetti (1994) observou relações molares A:P médias de 2,58, suplementado vacas em lactação com 4 Kg/dia de MN de concentrado e pastejando *Brachiaria decumbens*. Trabalhando com novilhas mestiças Holandês x Zebu em pasto de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, Vasquez (2002) obteve relação molar A:P de 3,45, 3,37 e 3,05 respectivamente para os tratamentos controle e suplementados com 300 e 900 gramas de um suplemento energético a base de fubá de milho, polpa cítrica, farinha de mandioca e melaço em pó. Portanto, a média obtida neste experimento (3,15) encontra-se próximo da faixa de variação de resultados nacionais ( $3,11 \pm 0,39$ ).

Resultados muito próximos também foram obtidos na literatura estrangeira. Berzaghi *et al.* (1996), Jones-Endsley *et al.* (1997), Reis e Combs (2000) e Bargo *et al.* (2003b), mencionaram resultados médios de 3,3; 2,9; 3,3 e 3,1, respectivamente.

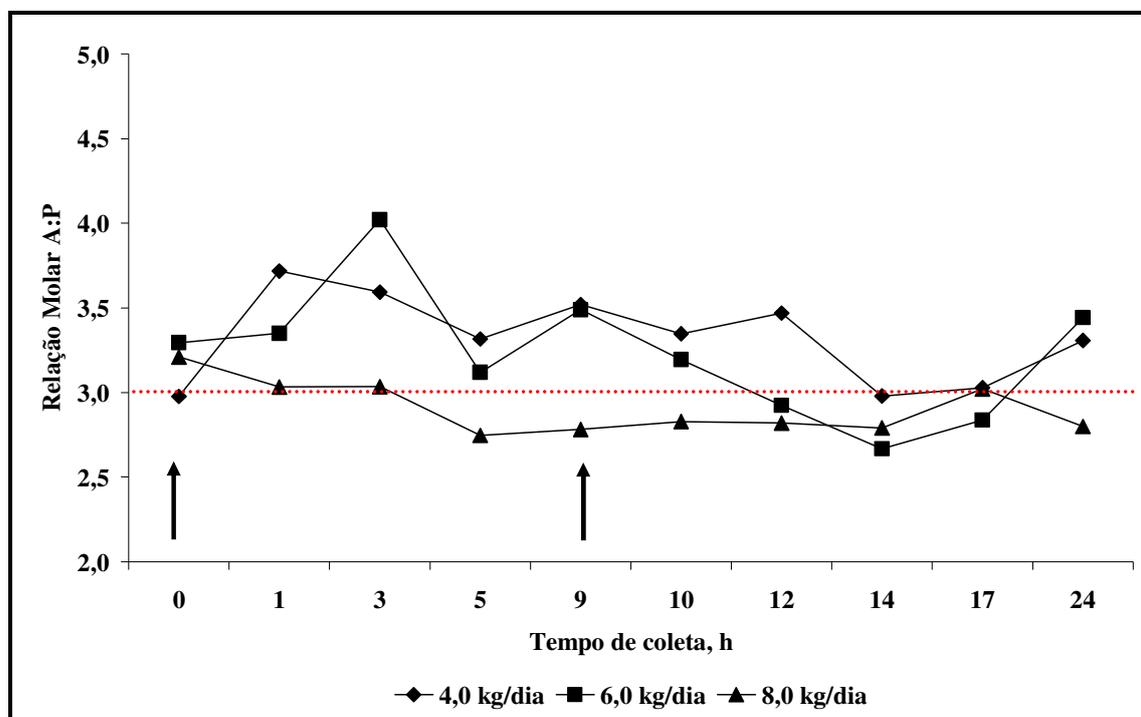


Figura 12: Relação molar acetato:propionato (A:P) de vacas em lactação suplementadas com 4, 6 ou 8 Kg/vaca/dia MN de concentrado em pastejo de Desponta de gramíneas do gênero *Brachiaria*. A linha pontilhada (.....) representa a relação de 3:1. As setas verticais (↑) indicam o momento do arraçoamento, a partir da ordenha da manhã.

Como visão geral para a concentração molar média de ácidos graxos totais e da relação molar média A:P, pode-se afirmar que os resultados obtidos neste experimentos estão dentro da amplitude de variação mencionadas pela literatura.

## 5. CONCLUSÕES

A adição de alimento concentrado protéico-energético para vacas em lactação sob pastejo de gramínea do gênero *Brachiaria*:

Aumentou o consumo voluntário (Kg/dia) da fibra em detergente neutro em relação ao peso vivo proveniente do volumoso pastejado em regime de desponta;

Aumentou o consumo voluntário (Kg/dia) de matéria seca e o de fibra em detergente neutro em relação ao peso vivo do volumoso pastejado em regime de repasse;

Aumentou o consumo voluntário (% PV) da matéria seca e de fibra em detergente neutro para vacas em lactação em regime de desponta ou repasse;

Foi observado efeito associativo positivo da adição de alimento concentrado sobre o consumo de volumoso pastejado, provavelmente consequência de um ambiente retículo-ruminal mais propício à fermentação;

Aumentou linearmente o consumo (Kg/dia) de proteína bruta e de nutrientes digestíveis totais, que por sua vez provocou aumento na concentração de N-NH<sub>3</sub> no líquido retículo-ruminal;

Não provocou flutuações nas variáveis retículo-ruminal de pH, N-NH<sub>3</sub> e relação acetato:propionato consideradas hostis à microbiota, não havendo redução no valor de pH abaixo do valor crítico de 6,1.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION Official Analytical Chemists (AOAC). *Official methods of analysis*. 13 ed. Washington. D.C.: AOAC. 1980. 1015p.
- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*. v.74, p.3063-3075, 1996.
- ALVIM, M.J., VERNEQUE, R.S., VILELA, D. *et al.* Estratégia de fornecimento de concentrado para vacas da raça holandesa em pastagens de coast-cross. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.34, n.9, p.1711-1720, 1999.
- ALVIM, M.J., BOTREL, M.A. Efeitos de doses de nitrogênio na produção de leite de vacas em pastagens de coast-cross. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.36, n.3, p.577-583, 2001.
- AROEIRA, L.J.M. *Estimativas de consumo de gramíneas tropicais*. In: TEIXEIRA, J.C. Simpósio Internacional de Digestibilidade em Ruminantes. Lavras: UFLA - FAEPE, 1997, p.127-163.
- AROEIRA, L.J.M., LOPES, F.C.F., DERESZ, F. *et al.* Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum). *Animal Feed Science and Technology*. v.79, p.313-324, 1999.
- BARGO, F., MULLER, L.D., DELAHOY, J.E. *et al.* Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowance. *Journal of Dairy Science*. v.85, n.7, p.1777-1792, 2002.
- BARGO, F., MULLER, L.D., KOLVER, E.S. *et al.* Invited review: Production and digestion supplemented dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*. v.86, n.1, p.1-42, 2003a.
- BARGO, F., VARGA, G.A., MULLER, L.D. *et al.* Pasture intake and substitution rate effects on nutrient digestion and nitrogen metabolism during continuous culture fermentation. *Journal of Dairy Science*. v.86, n.4, p.1330-1340, 2003b.
- BENEDETTI, E. *Atributos de três gramíneas tropicais, parâmetros ruminais e produção de leite em vacas mestiças mantidas à pasto*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1994, 173p. (Tese. Doutorado em Ciência Animal).
- BERZAGHI, P., HERBEIN, J.H., POLAN, C.E. Intake, site, and extent of nutrient digestion of lactating cows grazing pasture. *Journal of Dairy Science*. v.79, n.9, p.1581-1589, 1996.
- BRÂNCIO, P.A., EUCLIDES, V.P.B., NASCIMENTO JÚNIOR, D. *et al.* Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: disponibilidade de forragem, altura do resíduo pós-pastejo e participação de folhas, colmos e material morto. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.32, n.1, p.55-63, 2003a.
- BRÂNCIO, P.A., EUCLIDES, V.P.B., NASCIMENTO JÚNIOR, D. *et al.* Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: comportamento ingestivo de bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.32, n.5, p.1045-1053, 2003b.
- CHESSON, A., FORSBERG, C.W. *Polysaccharide degradation by rumen microorganism*. In: HOBSON, P.N., The rumen microbial ecosystem. 1988, Elsevier Applied Science: London, p.251-284.
- COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Piracicaba: Livroceres, 1979, 380 p.
- COMBELLAS, J. Efecto de la suplementacion com concentrado sobre el consumo y la produccion de vacas en lactancia media II. Estacion lluviosa. *Agronomia Tropical*. v.29, n.6, p.517-526, 1979.
- COMBELLAS, J., MARTINEZ, N. Efecto de la suplementacion com concentrado al inicio de la lactancia sobre el consumo y la produccion de leche em pastoreo durante la estacion lluviosa. *Agronomia Tropical*. v.29, n.6, p.463-475, 1979.

- COSER, A.C., MARTINS, C.E., DERESZ, F. *et al.* Métodos para estimar a forragem consumível em pastagem de capim-elefante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n.7, p.875-879, 2003.
- DELAHOY, J.E., MULLER, L.D., BARGO, F. *et al.* Supplemental carbohydrate sources for lactating dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*. v.86, n.3, p.906-915, 2003.
- DERESZ, F. Produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu em pastagens de capim-elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.30, n.1, p.197-204, 2001a.
- DERESZ, F. Influência do período de descanso da pastagem de capim-elefante na produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.30, n.2, p.461-469, 2001b.
- DETMANN, E., PAULINO, M.F., ZERVOUDAKIS, J.T. *et al.* Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- EUCLIDES, V.P.B., MACEDO, M.C.M., OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem para estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. v.21, n.4, p.691-702, 1992.
- EUCLIDES, V.P.B., THIAGO, L.R.L.S., MACEDO, M.C.M. *et al.* Consumo voluntário de forragens de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.28, n.6, p.1177-1185, 1999.
- FIKE, J.H., STAPLES, C.R., SOLLENBERGER, L.E. *et al.* Pasture forages, supplementation rate, and stocking rate effects on dairy cow performance. *Journal of Dairy Science*. v.86, n.4, p.1268-1281, 2003.
- FRANCO, G.L., ANDRADE, P., BRUNO FILHO, J.R. *et al.* Parâmetros ruminais e desaparecimento da FDN da forragem em bovinos suplementados em pastagens na estação das águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.31, n.6, p.2340-2349, 2002.
- FORBES, J.M. *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. CAB Internacional 1995, 532p.
- FORBES, J.M. Integration of regulatory signals controlling forage intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. v.74, p.3029-3035, 1996.
- FORBES, J.M. The multifactorial nature of food intake control. *Journal of Animal Science*. n.81, (E. Suppl. 2), E139-E144, 2003.
- FOX, D.G., SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *Journal of Animal Science*. v.70, p.3578-3596, 1992.
- GERDES, L., WERNER, J.C., COLOZZA, M.T. *et al.* Avaliação de características agronômicas e morfológicas das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35 dias de crescimento nas estações do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.29, n.4, p.947-954, 2000.
- GRANT, R.J., MERTENS, D.R. Influence of buffer pH and raw corn starch addition on in vitro fiber digestion kinetics. *Journal of Dairy Science*. v.75, n.10, p.2762-2768, 1992.
- GOMIDE, J.A. Produção de leite em regime de pasto. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. v.22, n.4, p.591-613, 1993.
- GOMIDE, J.A., WENDLING, I.J., BRAS, S.P. *et al.* Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagens de *Brachiaria decumbens* manejada sob duas ofertas diárias de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.30, n.4, p.1194-1199, 2001.
- HOFFMAN, K., MULLER, L.D., FALES, S.L. *et al.* Quality evaluation and concentrate supplementation of rotational pasture grazed by lactating cows. *Journal of Dairy Science*. v.76, n.9, p.2651-2663, 1993.

HOLDEN, L.A., MULLER, L.D., FALES, S.L. Estimation of intake in high producing Holstein cows grazing grass pasture. *Journal of Dairy Science*. v.77, n.8, p.2332-2340, 1994.

HOLTER, J.B., WEST, J.W., MCGILLIARD, M.L. Predicting ad libitum dry matter intake and yield of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. v.80, n.9, p.2188-2199, 1997.

HUNGATE, R.E. *The rumen and its microbes*. London: Academic Press Inc. 1966, 533p.

ILLIUS, A.W., JESSOP, N.S. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. v.74, p.3052-3062, 1996.

Instituto BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Dados disponíveis na world wide web, no endereço: [http://www.ibge.gov.br]. Acesso em 08 de Agosto de 2005.

JONES-ENDSLEY, J.M., CECAVA, M.J., JOHNSON, T.R. Effects of dietary supplementation on nutrient digestion and the milk yield of intensively grazed lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v.80, n.12, p.3283-3292, 1997.

KOLVER, E.S., DE VETH, M.J. Prediction of ruminal pH from pasture-based diets. *Journal of Dairy Science*. v.85, n.5, p.1255-1266, 2002.

KRAUSE, K.M., COMBS, D.K. Effects of forage particle size, forage source, and grain fermentability on performance and ruminal pH in midlactation cows. *Journal of Dairy Science*. v.86, n.4, p.1382-1397, 2003.

LEOPOLDINO, W.M. *Avaliação nutricional de pastagens consorciadas com leguminosas tropicais, dinâmica ruminal e produção de leite em vacas mestiças*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2000, 49p. (Dissertação. Mestrado em Zootecnia).

LIMA, M.L.P., BERCHIELLI, T.T., NOGUEIRA, J.R. *et al.* Estimativa do consumo voluntário do capim-tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.cv. Tanzânia) por vacas em lactação sob pastejo rotacionado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.1919-1924, 2001.

LOPES, R.S., FONSECA, D.M., COSER, A.C. *et al.* Avaliação de métodos para estimação da disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.29, n.1, p.40-47, 2000.

LOPES, F.C.F. *Taxa de passagem, digestibilidade in situ, consumo, composição química e disponibilidade de capim-elefante (Pennisetum purpureum, Schumack) pastejado por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2002, 223p. (Tese. Doutorado em Ciência Animal).

LOPES, F.C.F., AROEIRA, L.J.M., RODRIGUEZ, N.M. *et al.* Degradação ruminal in situ do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumack) consumido sob pastejo por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.55, n.6, p.694-701, 2003.

LOPES, F.C.F., AROEIRA, L.J.M., RODRIGUEZ, N.M. *et al.* Efeito da suplementação e do intervalo de pastejo sobre a qualidade da forragem e consumo voluntário de vacas Holandês x Zebu em lactação em pastagem de capim-elefante. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.56, n.3, p.355-362, 2004.

LOPES, F.C.F., AROEIRA, L.J.M., RODRIGUEZ, N.M. *et al.* Predição do consumo de pasto de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumack) por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.34, n.3, p.1017-1028, 2005.

MERTENS, D.R. *Regulation of forage intake*. In: FAHEY, Jr, G.C. Forage quality, evaluation, and utilization. 1994, University of Nebraska, p. 450-493.

- MOULD, F.L., ØRSKOV, E.R., MANN, S.O. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. *Animal Feed Science and Technology*. v.10, p.15-30, 1983/1984.
- NATIONAL Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6 ed. (rev.). Washington: National Academy Press, 1989. 157p.
- NATIONAL Research Council. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7<sup>th</sup> ed. (rev.). Washington: National Academy Sciences. 2000. Cap. 7: Feed Intake, p. 85-96.
- NATIONAL Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7<sup>th</sup> Ed. (rev.). Washington: National Academy Press, 2001. 381p.
- NOLLER, C.H., MOE, P.W. Determination of NRC energy and protein requirements for ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. *Anais...Viçosa: JARD*, 1995. p.53-76.
- OBA, M., ALLEN, M.S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v.82, n.3, p.589-596, 1999.
- ØRSKOV, E.R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agriculture Science, Cambridge*. v.92, p.499-503, 1979.
- ØRSKOV, E.R., HOVELL, F.D.D., MOULD, F. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la valuación de los alimentos. *Producción Animal Tropical*. v.5, p.213-233, 1980.
- ØRSKOV, E.R. *Protein nutrition in ruminants*. 2<sup>a</sup> ed. London: Academic Press, 1992. 175p. Cap.3: Dynamic of nitrogen in the rumen, p.43-93.
- PATRIZI, W.L. *Degradabilidade in situ de silagens de Brachiaria brizantha cv. Marandu pura ou com aditivos*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2004, 72p. (Dissertação. Mestrado em Zootecnia).
- PENATI, M.A. *Estudo do desempenho animal e produção do capim tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq) em um sistema rotacionado de pastejo sob irrigação em três níveis de resíduo pós pastejo*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002, 117p. (Tese. Doutorado em Ciência Animal e Pastagens).
- PEREIRA, J.M., NASCIMENTO JÚNIOR, D., CANTARUTTI, R.B. *et al.* Consumo e ganho de peso de bovinos em pastagens de capim *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt, em monocultivo ou consorciado com leguminosas, submetidas a diferentes taxas de lotação. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. v.21, n.1, p.118-131, 1992.
- PEREIRA, F.R. *Teores de proteína bruta para vacas leiteiras lactantes em pastejo de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2005, 60p. (Dissertação. Mestrado em Produção Animal).
- PRIGGE, E.C., VARGA, G.A., VICINI, J.L. *et al.* Compression of ytterbium chloride and chromium sesquioxide as fecal indicator. *Journal of Animal Science*. v.53, n.6, p.1629-1633, 1981.
- PULIDO, R.G., LEAVER, J.D. Continuous and rotational grazing of dairy cows – the interaction of grazing system with level of milk yield, sward height and concentrate level. *Grass and Forage Science*. n.58, p.265-275, 2003.
- REIS, R.B. *Grain supplementation for grazing dairy cows*. Madison: University of Wisconsin, 1998. 257p. (Thesis, Doctor of Philosophy, Dairy Science).
- REIS, R.B., COMBS, D.K. Effects of corn processing and supplemental hay on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *Journal of Dairy Science*. v.83, n.11, p.2529-2538, 2000a.

- REIS, R.B., COMBS, D.K. Effects of increasing level of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *Journal of Dairy Science*. v.83, n.12, p.2888-2898, 2000b.
- RIBEIRO FILHO, H.M.N., SEMMELMANN, C.E.N. HEYDT, M.S. *et al.* Suplementação energética para vacas leiteiras pastejando azevém com alta oferta de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.6, p.2152-2158, 2007 (supl.).
- ROBAINA, A.C., GRAINGER, C., MOATE, P. *et al.* Response to grain feeding by grazing dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. v.38, p.541-549, 1998.
- RUSSEL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: I. Ruminant Fermentation. *Journal of Animal Science*. v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SAMPAIO, I.B.M. *Experimental designs and modelling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants*. Reading: University of Reading, 1988. 214p. (Tese, Doutorado em Fisiologia).
- SANTOS, R.M. *Cinética da digestão ruminal de alguns alimentos concentrados e volumosos para vacas das raças Holandesa e Jersey*. Lavras: ESAL, 1994. 56p. (Dissertação, Mestrado em Zootecnia, Nutrição de Ruminantes).
- SANTOS, M.V.F., NASCIMENTO JR., D., ALEXANDRINO, E. *et al.* Métodos agrônômicos para estimativa de consumo e disponibilidade de forragem em pastagem natural. *Pasturas Tropicais*. v.20, n.2, p.29-34, 1998.
- SANTOS, A.L., LIMA, M.L.P., BERCHIELLI, T.T. *et al.* Efeito do dia de ocupação sobre a produção leiteira de vacas mestiças em pastejo rotacionado de forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.34, n.3, p.1051-1059, 2005.
- SILVA, D.S., GOMIDE, J.A., QUEIROZ, A.C. Pressão de pastejo em pastagem de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum*, Schum cv. Mott): 2 Efeito sobre o valor nutritivo, consumo de pasto e produção de leite. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.23, n.3, p.453-464, 1994.
- SISVAR. Departamento de Exatas da Universidade Federal de Lavra (DEX/UFLA), Versão 4.6, Build 62. 2003.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*. v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOARES, J.P.G., AROEIRA, L.J.M., PEREIRA, O.G. *et al.* Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), sob duas doses de nitrogênio. Consumo e produção de leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.28, n.4, p.889-897, 1999.
- SOARES, J.P.G., SALMAN, A.K.D., BERCHIELLI, T.T. *et al.* Predição do consumo voluntário do capim-tanzânia (*Panicum maximum*, J. cv. Tanzânia), sob pastejo, por vacas em lactação, a partir das características de degradação. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.30, n.6S, p.2176-2182, 2001a.
- SOARES, J.P.G., AROEIRA, L.J.M., VERNEQUE, R.S. *et al.* Estimativa do consumo e da taxa de passagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) sob pastejo de vacas em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.30, n.6S, p.2183-2191, 2001b.
- SOARES, J.P.G., BERCHIELLI, T.T., AROEIRA, L.J.M. *et al.* Estimativa de consumo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), fornecido picado para vacas lactantes utilizando a técnica do óxido crômico. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.33, n.3, p.811-820, 2004.
- SORIANO, F.D. *Grazing and feeding management of lactation dairy cows*. Virginia: Virginia Polytechnic Institute and State University, 1998, 157p. (Dissertação. Mestrado em Ciências Leiteiras).

- SORIANO, F.D., POLAN, C.E., MILLER, C.N. Milk production and composition, rumen fermentation parameters, and grazing behavior of dairy cows supplemented with different forms and amounts of corn grain. *Journal of Dairy Science*. v.83, n.7, p.1520-1529, 2000.
- STERN, M.D., VARGA, G.A., CLARK, J.H. *et al.* Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*. v.77, n.9, p.2762-2786, 1994.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two-stage technique of the in vitro digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society*. v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- VALADARES FILHO, S.C., MAGALHÃES, K.A., ROCHA JR., V.R. *et al.* *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 2. ed. Viçosa: UFV, DZO, 2006, 329p.
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VASQUEZ, E.F.A. *Suplementação com carboidratos não estruturais para novilhas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de Panicum maximum cv. Mombaça*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2002, 113p. (Tese. Doutorado em Ciência Animal).
- VAZQUEZ, O.P., SMITH, T.R. Factors affecting pasture intake and total dry matter intake in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v.83, n.10, p.2301-2309, 2000.
- VILELA, D., LIMA, J.A., RESENDE, J.C. *et al.* Desempenho de vacas da raça Holandesa em pastagem de coastcross. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.2, p.555-561, 2006.