

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FATORES LIMITANTES DO CONSUMO DE
CAPIM-ELEFANTE cv. Napier UTILIZANDO
VACAS LEITEIRAS CONFINADAS**

João Paulo Guimarães Soares
Zootecnista

Jaboticabal - São Paulo – Brasil
2002

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FATORES LIMITANTES DO CONSUMO DE
CAPIM-ELEFANTE cv. Napier UTILIZANDO
VACAS LEITEIRAS CONFINADAS**

João Paulo Guimarães Soares

Orientadora: Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli
Co-Orientador: Dr. Luiz Januário Magalhães Aroeira

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal
– Unesp, para obtenção do título de Doutor em
Zootecnia (Produção Animal).

Julho-2002
Jaboticabal -SP

Soares, João Paulo Guimarães
S676f Fatores limitantes do consumo de capim-elefante cv. Napier
 utilizando vacas leiteiras confinadas / João Paulo Guimarães Soares.
 -- Jaboticabal, 2002
 xiii, 110 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2002

Orientador: Telma Teresinha Berchielli

Banca examinadora: Luís Roberto de Andrade Rodrigues,
Ricardo Andrade Reis, Fermino Deresz, Alexandre Vaz Pires

Bibliografia

1. Bovinos leiteiros confinados. 2. Consumo de capim-elefante 3.
Enchimento físico ruminal. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JOÃO PAULO GUIMARÃES SOARES - Filho de Paulo César Soares e Clotilde Garcia Guimarães Soares, nasceu na cidade do Rio de Janeiro – RJ, em 15 de dezembro de 1968. É Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, na unidade Embrapa Rondônia, em Porto Velho-RO, onde iniciou suas atividades de pesquisa na área de Nutrição de Ruminantes, em outubro de 2001. Concluiu, no ano de 1988, o curso Técnico em Agropecuária, no Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), em Seropédica -RJ. Em janeiro de 1995, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde foi bolsista IC-CNPq no período de 1991 à 1994. Desenvolveu seu aperfeiçoamento em pesquisa, na Embrapa Gado de Leite, também como bolsista do CNPq, nos anos de 1995/1996, onde foi contratado como prestador de serviços pela Funder/Socyl, durante o ano de 1998. Obteve o título de Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), na área de concentração em nutrição de ruminantes, em fevereiro de 1998. Ingressou, em março de 1999, no curso de Doutorado em Zootecnia, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP-Jaboticabal), na área de concentração em produção animal, sendo bolsista da FAPESP. Concluiu o curso em julho de 2002.

A DEUS,

**Que me ensinou, acima de tudo, a perdoar,
agradeço as dificuldades e vitórias com as quais
aprendi a viver.**

**O sol há de brilhar mais uma vez,
A luz há de chegar aos corações,
O mal será quem mata a semente,
Mas o amor será eterno novamente.
(Nelson Cavaquinho)**

Às GRANDES MULHERES:

BISA OLGA (92 ANOS), PELO EXEMPLO DE FORÇA E VIGOR;

TITIA NENÉN (90 ANOS), MINHA FONTE DE INSPIRAÇÃO;

VÓ LOURDES, PELO EQUILÍBRIO, DEDICAÇÃO E CARINHO;

MARY, PELA LUTA, GARRA E VONTADE DE VIVER;

MAMÃE, VIDA QUE ME DEU A VIDA;

ALEXSANDRA, AMOR DA MINHA VIDA.

DEDICO

AOS MEUS IRMÃOS, SAMIRA E MARCOS, QUE SEMPRE ACREDITARAM EM MIM;

AO MEU ESPERADO E JÁ TÃO AMADO FILHO QUE ESTÁ PARA CHEGAR

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV-UNESP-Jaboticabal) e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Embrapa Gado de Leite, pela oportunidade de realização dos experimentos e por todos os anos de trabalho em pesquisa.

À FAPESP (Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão da Bolsa e da reserva técnica que foram fundamentais para a execução deste trabalho, proporcionando-me oportunidades nunca antes obtidas.

À minha Orientadora Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli pela contribuição, colaboração e participação no preparo gradual e no término deste trabalho e pelo seu exemplo constante de firmeza e profissionalismo.

Ao meu Co-Orientador, Dr. Luiz Januário Magalhães Aroeira, a quem devo grande parte dos conhecimentos adquiridos ao longo de meu treinamento acadêmico. Sua amizade, experiência técnica, segurança e dinamismo foram decisivos para a realização desta pesquisa e motivo de orgulho pelo trabalho conjunto.

Ao Dr. Fermino Deresz, pela confiança, companheirismo, constante estímulo e questionamento técnico, além do incansável auxílio prestado durante a idealização, execução e conclusão deste trabalho realizado em conjunto com seu projeto, já em andamento, e pelos valiosos ensinamentos sobre conduta profissional.

Ao Dr. Carlos Eugênio Martins, pela grande amizade e confiança, o reconhecimento por ter acompanhado os primeiros passos profissionais e pela oportunidade de mostrar o meu trabalho. Seus aconselhamentos foram primordiais para minha conduta certa, séria e honesta.

Ao Dr. Rui da Silva Verneque, pelo exemplo de eficiência, competência, seriedade e valiosa contribuição nas análises estatísticas.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da FCAV-UNESP, Pedro

de Andrade, Luis Roberto de Andrade Rodrigues, Ricardo Andrade Reis, Jane Maria Bertocco Ezequiel e Paulo de Figueiredo Vieira, pelos ensinamentos, oportunas críticas, sugestões e convívio sempre amigo.

Aos pesquisadores da Embrapa Gado de Leite, Heloísa Carneiro, Pedro Braga Arcury, Maria de Fátima Ávila Pires, Luciano Patto Novaes, Antônio Carlos Cóser, Jailton Carneiro, Maurílio José Alvim, Antônio Vander Pereira, pelo auxílio prestado nos experimentos de campo, análises laboratoriais de leitura do itérbio e pelas oportunas sugestões e discussões técnicas.

Às chefias da Embrapa Gado de Leite, nas gestões dos Drs. Airdem Gonçalves de Assis e Oriel Fajardo de Campos e Drs. Duarte Vilela e Mário Luiz Martinez, pela inestimável colaboração e flexibilização na execução dos experimentos.

Ao técnico de nível superior, José Augusto Salvati, e à secretária da CECP, Ceyla Salvati, minha família na Embrapa Gado de Leite, pelos conselhos, carinho, estímulo e acolhida sempre generosa. Mostraram que a amizade, acima de tudo, é o que nos faz ser mais fortes.

Aos funcionários do SDL/Embrapa Gado de Leite, José Roberto Ferreira, Nilva Gauderetto, Clébio Avelar e José Moreira, pela eficiência, competência e auxílio no preparo de amostras e análises químico-bromatológicas.

Aos estagiários técnicos agrícolas, Vandrê Murta Silva, Wilhelm Dias, Amilton José Ribeiro, Francisco Alves da Cunha Júnior, pela inestimável contribuição em todas as etapas do experimento de campo.

Aos técnicos da Embrapa Gado de Leite (CECP), José Augusto Salvati, José Luiz do Nascimento, Vicente de Paula Freitas e João Batista Matioli, pela amizade e constante colaboração durante a fase experimental desta pesquisa.

Para as minhas amigas, Roselene Nunes da Silveira, Ana Karina Dias Salman e Roberta Carnesin (FCAV-UNESP), que sempre me auxiliaram quando precisei, minha lembrança.

À colega Karla Nússio (ESALQ –USP), pelo auxílio nas leituras dos AGV.

Aos companheiros de experimento, Isabel Cristina Vieira Siqueira e Paulo Campos Christo Fernandes, por dividirem os momentos mais difíceis na execução deste trabalho.

Aos funcionários do setor de Digestibilidade e do Laboratório de Nutrição Animal da FCAV-UNESP, Jair Jorge Duarte, pelo auxílio no cuidadoso manejo dos animais e ao Sr. Orlando Agostini, Ana Paula Sader, Alexandre Biondi pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Aos funcionários do Retiro da Genizinha, do Campo Experimental de Coronel Pacheco (CECP), Embrapa Gado de Leite, Antônio Amaro de Freitas, Hélio Francisco de Oliveira, José Carlos Gabriel, Sebastião Carlos de Oliveira Coutinho, Sebastião Carlos Gonçalves, Miguel Fernando Basílio, Francisco Dias Tostes, Francisco Guilherme da Silva, João Serapião Ferreira e ao Gilmar Caetano Horta, pela colaboração prestada na execução de todos os experimentos.

Aos meus companheiros, Evandro Neves Muniz, Djalma de Freitas, Allan Kardec Braga Ramos, Danilo Gusmão de Quadros, Ivan Luiz Brondani, Márcio dos Santos Pedreira, Adriana de Souza Martins, Vânia Regina Loyola, Enrique Yañes, Vanderlei Bett, Patrícia Guimarães, Maria Lúcia Pereira Lima, Solidete de Fátima Pazianni, Cláudia Furlan, Melissa Hannas, Gumercindo Lorian Franco, Estácio Alves, Maria Marta Lodd, Ana Rosália Mendes, Rosemary Laís Galatti, Juliana Borsari Sancanari, Rogério Marchiori Coan, Fernanda Macitelli, José Antônio Cogo Lança Nova, José Moraes, Severino Gonzaga Neto e a todos os meus colegas de curso, pela convivência.

Aos queridos animais experimentais, companheiros incondicionais, cuja docilidade e resignação nos faz refletir da responsabilidade no cuidado em seu manejo.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO	PÁGINA
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	01
1.1 – Introdução	01
1.2 - Referências	06
2 - FATORES LIMITANTES DO CONSUMO DE CAPIM-ELEFANTE, EM TRÊS IDADES DE CORTE, FORNECIDO PICADO PARA VACAS EM LACTAÇÃO	09
Resumo	09
Introdução.....	10
Material e Métodos	11
Área experimental e manejo das capineiras	11
Procedimento experimental e dietas	13
Análises de laboratório.....	15
Análises estatísticas	15
Resultados e Discussão.....	17
Conclusões	32
Referências.....	33
3 - ESTIMATIVAS DO CONSUMO DE CAPIM-ELEFANTE FORNECIDO PICADO PARA VACAS EM LACTAÇÃO, UTILIZANDO AS VARIÁVEIS DE DEGRADAÇÃO	40
Resumo	40
Introdução.....	41
Material e Métodos	43
Períodos de avaliação.....	43
Procedimento experimental.....	43
Análises estatísticas	46
Resultados e Discussão.....	48
Conclusões	57

Referências.....	57
4 - EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CONCENTRADO SOBRE O CONSUMO DE CAPIM-ELEFANTE PICADO, POR VACAS MISTIÇAS.....	62
Resumo	62
Introdução.....	63
Material e Métodos	66
Períodos de avaliação.....	66
Manejo dos animais e dietas.....	66
Procedimento experimental.....	67
Análises estatísticas	69
Resultados e Discussão.....	71
Conclusões	84
Referências.....	85
APÊNDICE A.....	93
APÊNDICE B.....	102
APÊNDICE C	105

FATORES LIMITANTES DO CONSUMO DE CAPIM-ELEFANTE cv. Napier UTILIZANDO VACAS LEITEIRAS CONFINADAS

RESUMO – O Consumo de matéria seca (CMS), de fibra em detergente neutro (CFDN), o enchimento físico ruminal, as taxas de passagem no rúmen e pós-rúmen e o efeito da suplementação com concentrado sobre o consumo de MS da forragem foram avaliados com o objetivo de identificar os fatores limitantes do consumo de vacas leiteiras, em confinamento, que receberam capim-elefante picado e cortado com 30, 45 e 60 dias de crescimento. O CMS (8,0 kg/vaca/dia) e CFDN (5,3 kg/vaca/dia) obtidos com o capim cortado com 30 dias, foram inferiores ($P<0,05$) àqueles obtidos com 45 dias (10,0 e 6,6 kg/vaca/dia) e 60 dias (11,0 e 7,3 kg/vaca/dia), respectivamente. O CMS dos tratamentos com 30 e 45 dias foram semelhantes ($P>0,05$). O conteúdo máximo ruminal de FDN ocorreu às 4h22 (7,40 kg), 3h55 (7,60 kg) e 3h49 (7,57 kg) após o oferecimento do capim cortado com 30, 45 e 60 dias de idade, respectivamente. A taxa de passagem das partículas de FDN, com o tamanho de 2,38 mm do capim-elefante suplementado com 4 kg (3,7%/h), foi superior ($P<0,05$) ao capim sem suplementação (3,1%/h). O capim suplementado com 2 kg (3,4%/h) foi semelhante ($P>0,05$) aos outros dois tratamentos. Ocorreu efeito associativo combinado entre o CMS do capim e do suplemento. O enchimento físico do rúmen não limitou o consumo FDN, entretanto o teor de umidade do capim afetou o enchimento físico, limitando o consumo de MS do capim-elefante.

Palavras-Chave: Enchimento físico, equação de predição, tamanho de partícula, taxa de passagem, variáveis de degradação

LIMITING FACTORS OF ELEPHANTGRASS cv. Napier INTAKE USING CONFINED DAIRY COWS

ABSTRACT – Dry matter intake (DMI), neutral detergent fiber intake (NDFI), rumen fill, NDF rumen and post-rumen rates of passages and the effect of the concentrate supplementation on forage DMI were evaluated to determine the limiting factors intake of crossbred dairy cows managed in a free stall system fed chopped elephantgrass harvested at 30, 45 and 60 days of growth. The average DMI (8.0 kg/cow/day) and NDFI (5.3 kg/cow/day) values were lower ($P<.05$) for the 30 days elephantgrass than those for the 45 days (10.0 and 6.6 kg/cow/day) and 60 days (11.0 and 7.3 kg/cow/day) for the DMI and NDFI, respectively. The average DMI of the 45 and 60 days treatments were similar ($P>.05$). The maximum NDF rumen fill content was observed at 4h22 (7.40 kg), 3h55 (7.60 kg) and 3h49 (7.57 kg) after feeding for the treatments with 30, 45 and 60 days of growth, respectively. NDF rumen passage rate for particles sizes with 2.38 mm of elephantgrass supplemented with 4 kg (3.7%/h) was higher ($P<.05$) to 2 kg (3.1%/h). There was no treatment effect ($P>.05$) in the NDF rumen passage rate without concentrate supplementation (3.4%/h) and the two supplemented treatments. A combined associative effect on the DMI was observed on the two levels of concentrate. There was no treatments effect ($P>.05$) in the rumen fill for the NDF intake of cows, probably due to the low dry matter content of the forage.

Keywords: Rumen fill, prediction equations, particle size, passage rate, degradation parameters

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

Estudos relacionados à produtividade e qualidade de forragens têm recebido grande atenção nos últimos anos. Existem, no entanto, poucas informações sobre as relações entre a qualidade de forragens, o adequado suprimento das necessidades nutricionais dos animais e a limitação de utilização de determinadas dietas pelos ruminantes. É tendência, também, a busca por uma maior utilização de sistemas intensivos de produção de leite em pastejo, onde os animais têm a possibilidade de seleção da dieta. Entretanto a forma de fornecimento de alimento, ainda muito utilizada pelo produtor na alimentação do rebanho, é o uso da forrageira picada proveniente de capineiras.

Nesse contexto, destaca-se a utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) sob manejo de cortes, devido a sua elevada produção de matéria seca, podendo este contribuir com até 100% do volumoso administrado aos animais, embora aproximadamente 70 a 80% da produção de matéria seca do capim-elefante concentre-se na época das chuvas, na maioria das regiões brasileiras.

Nas principais bacias leiteiras do Brasil, o capim-elefante é bastante utilizado como capineira, sendo fornecido picado aos animais, mais comumente como complemento de pastagens na estação chuvosa ou como parte do volumoso na época seca. Devido à produção sazonal do capim-elefante, não há produção em quantidade suficiente para atender às necessidades dos animais. A capineira só teria produção suficiente para atender ao consumo dos animais durante todo ano, se sua área fosse aumentada conforme a época seca do ano. Usualmente, essa prática não é viável visto que haverá sobras de capim na época das águas.

Resultados de pesquisas mostram que o capim-elefante, cortado com 60 dias de idade, fornece nutrientes apenas para a manutenção das vacas e produção, por dia, de cinco a seis quilogramas de leite por vaca (DERESZ et al. 1997). Isso demonstra que produções de leite usando apenas a capineira como volumoso nessa idade de corte, não seria uma alternativa viável economicamente. Produções de leite mais elevadas somente poderão ser obtidas pelo uso de capim-elefante cortado com idade inferior a 60 dias.

O capim-elefante cortado com 45 dias de idade fornece nutrientes para manutenção e produções de leite, em torno de sete quilogramas por dia, utilizando como base as exigências do NRC (2001). Entretanto o capim cortado com 30 dias de idade, apesar da baixa produção de forragem por área, apresenta melhor qualidade em relação aos outros cortes, além de um maior número de ciclos de corte durante o ano. Uma outra alternativa para se aumentar a produção de leite de vacas alimentadas com dietas à base de capim-elefante seria utilizar suplementação com concentrados. Contudo isso resulta em aumento do custo de produção de leite do sistema.

Em sistemas de produção de leite auto-sustentáveis, em que a dieta se baseia em volumosos, há, dentre os vários fatores ligados à produção animal, o consumo voluntário como principal limitante da produção, regulando a ingestão adequada de nutrientes que serão utilizados nos processos metabólicos dos animais (OSPINA e PRATES, 1998).

Os mecanismos que determinam o consumo voluntário de nutrientes nos ruminantes são mais complicados do que para monogástricos. O conceito de que o animal ingere até que suas necessidades metabólicas estejam satisfeitas, evidenciadas pelo aumento da glicemia, no caso dos monogástricos, não se aplica aos ruminantes (VAN SOEST, 1994). Embora produtos finais da fermentação, como os ácidos graxos voláteis, possam servir como sinais da cessação do consumo (SHEPERD e COMBS, 1998), as forrageiras, independente da forma como são administradas, apresentam concentrações em fibra em detergente neutro relativamente altas, que limitam o consumo por distensão do trato gastrointestinal,

antes que as demandas de energia estejam satisfeitas. Nesse tipo de controle físico da ingestão, a taxa em que a forragem deixa o rúmen representa um fator muito importante no controle da ingestão diária.

O consumo voluntário de forragens é um fator crítico na determinação do desempenho animal, e a fibra em detergente neutro (FDN) está negativamente correlacionada ao consumo de animais que recebem dietas à base de volumosos. A fração FDN afeta o consumo contribuindo para o enchimento físico do rúmen que, por sua vez, é influenciado pelas taxas de digestão e de passagem da FDN pelo trato gastrointestinal (FORBES, 1995; JUNG e ALLEN, 1995; ALLEN, 1996).

Nos trópicos, onde os ruminantes são alimentados com forragens de digestibilidade menores que 60%, o controle físico do consumo é ainda mais pronunciado, do que aquele proveniente de pastagens de clima temperado (MADSEN et al., 1997). O controle do enchimento físico pode ser medido por meio do esvaziamento manual do rúmen ou ser estimado com o uso de indicadores e colheitas sucessivas de fezes (QUIROZ et al., 1988 e POND et al., 1989).

O enchimento físico do rúmen pode ser avaliado quando o órgão estiver completamente repleto, referindo-se como unidade de tempo em que o alimento permanece no rúmen imediatamente após o final da refeição, ocasião em que os microrganismos promovem a digestão, ocorrendo os efeitos físicos de passagem, decorrentes da mastigação e da ruminação, podendo limitar o consumo de matéria seca pela distensão deste órgão (MERTENS, 1993).

Segundo HUNGATE (1988), a retenção dos alimentos no retículo-rúmen permite uma relação simbiótica entre o animal e os microrganismos ruminais, que são capazes de utilizar os nutrientes ingeridos como substratos para o seu crescimento. Essa estratégia tem duas conseqüências: o longo tempo médio de retenção das partículas no retículo-rúmen aumenta a utilização dos constituintes da parede celular, mas, por outro lado, restringe o consumo voluntário, limitando a capacidade do trato digestivo (WALDO et al., 1972).

O esvaziamento do rúmen depende de dois fatores importantes: um químico, a partir da digestão microbiana; e outro físico, por redução das partículas

pela mastigação e ruminação. Quanto aos fatores químicos, vários trabalhos (ØRSKOV e McDONALD, 1979; NOCEK, 1988; VALADARES FILHO et al., 1991; AROEIRA et al., 1993; MERTENS, 1993 e BERCHIELLI et al., 1996) identificaram, em forragens e concentrados, componentes químicos (proteína e fibra) que são degradados no rúmen a diferentes taxas de degradação e de passagem, em função de sua fração solúvel, potencialmente degradável e não-degradável. A taxa de degradação da proteína bruta no rúmen pode ser utilizada na tentativa de sincronizar a liberação de amônia e peptídeos com a disponibilidade de esqueletos de carbono e energia (ATP), de forma a obter máxima eficiência de síntese microbiana, bem como quantificar a disponibilidade de proteína não-degradável no rúmen, que passa para o trato gastrointestinal inferior (ARC, 1984; RUSSELL et al., 1992).

Entretanto a produtividade dos ruminantes, além de depender da qualidade da dieta e do consumo voluntário, é influenciada também pela taxa de redução das partículas da digesta e de sua taxa de degradação (POPPI et al., 1980), propriedades relacionadas à composição da dieta e, principalmente, ao conteúdo e às características físicas da fibra, que influenciam na sua quebra em partículas menores (VAN SOEST, 1994). Assim, nos estudos da cinética de degradação nos ruminantes, deve-se conhecer não somente a anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal, mas também as propriedades físicas do alimento e da digesta (ÚDEN e VAN SOEST, 1982).

Para conhecer o potencial nutricional das forrageiras é importante que se estude os fatores limitantes de consumo. Para isso, deve-se usar animais canulados no rúmen, mantidos sob condições de confinamento, em que seja possível medir o consumo voluntário; avaliar a quantidade da fração de FDN procedente de cada forrageira o suficiente para provocar o enchimento físico. Avaliar também a taxa de redução das partículas ingeridas, a taxa de substituição da forrageira por outro volumoso ou concentrado, fornecidos como suplemento e, ainda, sua degradabilidade e variáveis ruminais, para quantificar a quantidade da

fibra e proteína ingerida diariamente, além do perfil de nutrientes que estão sendo efetivamente utilizados pelo animal.

Enfim, para que a máxima utilização de recursos forrageiros e a eficiência da produção animal sejam obtidas, deve-se trabalhar com o objetivo de melhor identificar e entender os mecanismos físicos que regulam o consumo de forragem pelo ruminante (LUGINBUHL et al. ,1994).

O objetivo geral deste trabalho consistiu em avaliar alguns fatores que limitam o consumo de vacas mestiças leiteiras, induzidos pelo capim-elefante manejado em sistema de cortes.

Os objetivos específicos foram:

1. Identificar o horário pós-refeição em que ocorreu o enchimento físico do rúmen, induzido pelo capim-elefante, colhido com diferentes idades;
2. Determinar a relação entre o tamanho das partículas do capim-elefante e a taxa de passagem dessas partículas no rúmen;
3. Determinar os efeitos da suplementação com concentrado sobre o consumo de matéria seca total e de capim-elefante;
4. Validar os valores de consumo e enchimento físico medidos diretamente, utilizando equações de predição baseadas nas variáveis de degradabilidade *in situ*.

1.2 Referências

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **Protein requirements for ruminant livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 454p.

ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **J. Anim. Sci.**, v. 74, n.12, p. 3063-3075, 1996.

AROEIRA, L. J. M. et al. Degradabilidade no rúmen e taxa de passagem da cana de açúcar mais uréia, do farelo de algodão e do farelo de arroz em novilhos mestiços Europeu-zebu. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v. 22, n.4, p. 562-564, 1993.

BERCHIELLI, T.T.; FIGUEIRA, D. G.; RODRIGUEZ, N. M. Degradabilidade “In situ” da matéria seca de diferentes níveis de concentrado na dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.39-40.

DERESZ, F. et al. Produção de leite e consumo de vacas mestiças Holandês x Zebu recebendo capim-elefante picado, como ou sem concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 34., 1997, Juiz de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997.p.246-248.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Walingford: CAB International, 1995. 532p.

HUNGATE, R. E. Introduction: The ruminant and the rumen. In: HOBSON, P.N. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem**. London: Elsevier. 1988. p.1-20.

JUNG, H., G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **J. Anim. Sci.**, v.73, n.9, p.2774-2790, 1995.

LUGINBUHL, J. M.; POND, K. R.; BURNS, J. C. Whole tract digesta kinetics and comparison of techniques for estimation of faecal output in steers fed Coastal bermudagrass hay at four levels of intake. **J. Anim. Sci.**, v.72, n.1, p. 201-211, 1994.

MADSEN, J.; HVELPUND, T.; WEISBJERG, M. R. Appropriate methods for the evaluation of tropical feeds for ruminants. **Anim. Feed. Sci. Technol.**, v.69, n.1, p.53-66, 1997.

MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. Chap. II. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Ed.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1993. p.13-51.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, DC, National Academy of Sciences. 2001. 158p.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **J. Dairy Sci.**, v.71, n.8, p.2051-2069, 1988.

ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **J. Agric. Sci.**, v.92, n.2, p.499-503, 1979.

OSPINA, H.; PRATES, E. R. Efeito de quatro níveis de oferta de feno sobre o consumo de nutrientes digestíveis por bezerros. **Rev. Bras. Zoot.**, v.27, n.4, p.809-814, 1998.

POND, K. R. et al. Passage of chromium-mordanted and rare earth-labelled fiber: time dosing kinetics. **J. Anim. Sci.**, v. 67,n.4, p.1020-1028, 1989.

POPPI, D. P. et al. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. **J. Agric. Sci.**, v.94, n.2, p.275-280, 1980.

QUIROZ, R. A. et al. Selection among non-linear models for rate of passage studies in ruminants. **J. Anim. Sci.**, v.66, n.11, p.2977-2986, 1988.

RUSSELL, J. B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I - Ruminal fermentation. **J. Anim. Sci.**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

SHEPERD, A. C.; COMBS, D. K. Long-term effects of acetate and propionate on voluntary feed intake by midlactation cows. **J. Anim. Sci.**, v.81, n.10, p. 2240-2250, 1998.

ÚDEN, P.; VAN SOEST, P.J. The determination of particle size in some herbivores. **Anim. Feed. Sci. Technol.**, v.7, n.1, p.35-44, 1982.

VALADARES FILHO, S. C. et al. Degradabilidade "in situ" da proteína bruta e da matéria seca de alguns alimentos em vacas gestantes e lactantes. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v.20, n.1, p.111-122, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminat.** Ithaca: Cornell University Press. 1994. 476p.

WALDO, D. R.; SMITH, I.W.; COW, L. L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **J. Dairy Sci.**, v.55, n.1, p.125-129, 1972.

CAPÍTULO 2 – FATORES LIMITANTES DO CONSUMO DE CAPIM-ELEFANTE, EM TRÊS IDADES DE CORTE, FORNECIDO PICADO PARA VACAS EM LACTAÇÃO

RESUMO- O consumo de matéria seca (CMS), de fibra em detergente neutro (CFDN) e o enchimento físico do rúmen de nove vacas Holandês x Zebu, em lactação (13,5 kg), canuladas no rúmen foram avaliados num experimento em parcelas subdivididas, com os tratamentos da parcela distribuídos no delineamento em Quadrado Latino (QL) 3 x 3. O QL foi repetido três vezes no tempo e os tratamentos constituíram no fornecimento de capim-elefante cortado com 30, 45 e 60 dias de idade. Nas subparcelas foram incluídos quatro horários de esvaziamento ruminal 0, 2, 4 e 6 horas, pós-refeição, com o objetivo de se determinar o horário de máximo enchimento. A composição química do capim e do conteúdo ruminal variou em relação à idade do corte ($P < 0,05$). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi de 58,7%; 57,7% e 55,2% e o teor de FDN foi de 62,9%; 65,5% e 70,1% para o capim cortado, respectivamente com 30, 45 e 60 dias. A FDN do capim cortado com 30 dias foi inferior ($P < 0,05$) àquela com 60 dias. O CMS (8,0 kg/vaca/dia) e de CFDN (5,3 kg/vaca/dia) médios, obtidos com o capim cortado com 30 dias, foram inferiores ($P < 0,05$) àqueles obtidos com 45 dias (10,0 e 6,6 kg/vaca/dia) e 60 dias (11,0 e 7,3 kg/vaca/dia), respectivamente, para CMS e CFDN. O CMS dos tratamentos com 45 e 60 dias de idade foram semelhantes ($P > 0,05$). O conteúdo ruminal máximo ocorreu nos horários de 4h22, 3h55 e 3h49 após o oferecimento do capim cortado com 30, 45 e 60 dias de corte, respectivamente. O enchimento físico do rúmen não limitou o consumo FDN nos três tratamentos, entretanto o teor de umidade do capim provavelmente afetou o enchimento físico limitando o consumo de MS do capim-elefante.

Palavras-chave: Enchimento físico, esvaziamento, horários pós-refeição, composição química

Introdução

O consumo voluntário é regulado pelo balanço entre a taxa de passagem do alimento e a quantidade de energia disponível ao animal em relação à sua capacidade de utilizá-la. Assim, ocorre uma modulação das atividades ruminais (taxa de passagem, tempo de ruminação, motilidade, etc.), para estabelecer um balanço entre tais atividades e seu déficit energético (WESTON, 1982).

Ainda com todas as dificuldades apresentadas pela teoria física/fisiológica de controle de ingestão de alimentos (MERTENS, 1993), em que o consumo aumenta com o aumento do valor nutritivo até o ponto em que a distensão ruminal não permitir maior ingestão. O consumo voluntário de volumosos de média qualidade talvez seja limitado, principalmente pela distensão, enquanto, em forragens de melhor qualidade, outros fatores podem se tornar importantes para a saciedade (GROVUM, 1986).

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) é um fator que está relacionado com o espaço ocupado pelo alimento no rúmen, sendo tendência atual expressar a capacidade diária de enchimento ruminal em unidades de FDN, principalmente quando a dieta consiste em forragens frescas ou picadas grosseiramente (VAN SOEST, 1994).

A habilidade do animal em reduzir o tamanho de partículas também afeta o consumo. O tempo necessário para redução do tamanho dessas partículas vai depender da natureza dos alimentos, ou seja, do tempo total gasto com a mastigação e remastigação, durante a ruminação, sendo, conseqüentemente influenciado pela dieta.

Uma vez que a ruminação aumenta com o aumento do consumo de parede celular, o tempo gasto ruminando pode competir com o tempo disponível para a alimentação. O tamanho das partículas da fibra, durante a ruminação, pode ser tão importante na determinação do consumo quanto o volume ocupado pelo alimento no rúmen (BORGES, 1999).

A utilização de forrageiras de baixa qualidade, ou seja, com teores superiores a 60% de FDN e com teores menores de 6% PB, em condições de pastejo ou de corte, proporciona menor taxa de passagem de partículas, o que acarreta aumento do enchimento do rúmen (FORBES, 1995), além da redução do consumo de matéria seca (CHILIBROSTE et al., 2000).

O enchimento físico do rúmen pode ser medido por meio de esvaziamentos totais do rúmen ou estimado com o uso de indicadores e colheitas sucessivas de fezes (POND et al., 1989). OSPINA et al. (1998) recomendaram três horários diferentes de esvaziamento do rúmen, para se estabelecer a média do enchimento. Entretanto, GARZA-FLORES (1990) não evidenciou diferenças no enchimento do rúmen de novilhos de corte, quando receberam dieta à base de 80% de concentrado, quando efetuou esvaziamento do conteúdo ruminal com 3h50 e 5 horas após o fornecimento das refeições. No entanto, THIAGO (1994), trabalhando com feno de gramíneas tropicais, sugere que com apenas um esvaziamento as 5 horas após o fornecimento da refeição pode-se estimar o enchimento físico do rúmen induzido pelo alimento.

O objetivo do presente trabalho foi o de determinar o consumo de matéria seca, o consumo de fibra em detergente neutro e medir as variáveis ruminais relacionando essas variáveis com o enchimento físico do rúmen de vacas mestiças em lactação, alimentadas com dietas exclusivas de capim-elefante, cortado com 30, 45 e 60 dias de idade, fornecido picado (3-4cm).

Material e Métodos

Área experimental e manejo das capineiras

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Leite, no município de Coronel Pacheco, Estado de Minas Gerais, durante o período de outubro de 1999 a março de 2000.

O município de Coronel Pacheco situa-se na Zona da Mata mineira, a 426m de altitude, 21°55'50" de latitude sul e 43°16'15" de longitude oeste. O tipo climático é Cwa, segundo a classificação de Köppen, com verões chuvosos e invernos secos.

Os dados de precipitação pluviométrica mensal, temperaturas médias, máximas, mínimas e umidade relativa, em Coronel Pacheco, verificados durante o período experimental, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1- Precipitação pluviométrica mensal, temperaturas médias, máximas, mínimas e umidade relativa, em Coronel Pacheco, durante o período experimental

Ano	Mês	Precipitação (mm)	Temperatura (° C)			Umidade Relativa (%)
			Máxima	Mínima	Média	
1999	Outubro	49,6	26,8	15,7	20,6	74,0
	Novembro	157,0	27,1	16,9	21,6	79,0
	Dezembro	292,3	28,7	19,1	23,3	85,0
2000	Janeiro	36,0	29,9	19,6	24,0	83,0
	Fevereiro	137,5	30,5	19,6	24,1	84,0
	Março	235,5	28,9	19,3	23,1	85,0
	Abril	34,9	28,3	16,0	21,1	83,0
	Maio	5,5	26,8	12,4	18,5	81,0
	Junho	0,8	26,8	9,9	16,8	81,0
	Julho	6,4	24,6	10,8	16,7	80,0

Fonte: Estação meteorológica da CECF-Embrapa Gado de Leite.

A implantação de uma área de 4,5 ha com capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) foi realizada em outubro de 1999, num Latossolo Vermelho-Amarelo, quando foram aplicados 100 kg/ha de P₂O₅, na forma de superfosfato simples e três toneladas/ha de calcário dolomítico. A área total foi dividida em faixas por tratamento para produção estimada de duas, três e quatro toneladas de MS/ha. Até o início do experimento, foram realizados cortes de uniformização, escalonadamente nos meses de novembro e dezembro. Após cada corte, que foi feito rente ao solo, a capineira foi adubada com 70 kg/ha de

nitrogênio e 70 kg/ha de K_2O , utilizando o sulfato de amônio e o cloreto de potássio, respectivamente. Cada faixa, por sua vez, foi subdividida em seis, nove e doze subfaixas. Cada subfaixa foi utilizada durante cinco dias, com o objetivo de manter estável a qualidade do capim e proporcionar durante todo o período experimental, o oferecimento de forragem com 30, 45 e 60 dias, para os animais nos três tratamentos experimentais.

Procedimento experimental e dietas

Foram utilizadas nove vacas mestiças 7/8 Holandês x Zebu, canuladas no rúmen com peso médio de 520 kg e produção média diária de 13,5 kg de leite. Durante todo o período experimental, as vacas permaneceram confinadas, saindo apenas para as ordenhas, efetuadas às 7 e 15 horas. A produção de leite foi medida diariamente e a amostragem do leite, para a determinação de gordura, feita a cada 7 dias, em quantidades proporcionais à produção de leite da ordenha da tarde e da manhã, utilizando frascos de plástico de 200 mL providos de dicromato de potássio.

Os animais receberam o capim-elefante picado (3-4cm) como dieta exclusiva, cortado nas idades de 30, 45 e 60 dias de crescimento, e o mesmo foi fornecido *ad libitum*, duas vezes ao dia, o suficiente para manter sobras de 10-15%. Os consumos diários foram avaliados no sistema *Calan-Gates*, a partir da pesagem do oferecido e das sobras do capim-elefante fornecido às vacas, que foram retiradas uma vez ao dia, na manhã seguinte ao do oferecimento da forragem.

O sistema *Calan-Gates* é composto por cochos automáticos individuais e para sua utilização foi necessária a prévia adaptação dos animais, sendo concluída em aproximadamente dez dias, conforme procedimento descrito por SOARES et al. (1999a). No primeiro dia de adaptação, foram colocados colares magnéticos nas vacas os quais permitiam a abertura de apenas um cocho. Nos primeiros três dias, os animais permaneceram com acesso livre aos cochos que ficavam abertos. A partir do quarto dia, as portas foram fechadas, permitindo que

as vacas se adaptassem à abertura dos cochos. No sétimo dia, as vacas já se alimentavam nos seus respectivos cochos.

O experimento foi dividido em três períodos de avaliações com duração de 30 dias cada um, sendo 10 para a adaptação dos animais às dietas, 10 para a avaliação do consumo e 10 para os esvaziamentos ruminais.

Os esvaziamentos do rúmen foram realizados em dias alternados. As segundas, quartas, sextas e domingos para os horários de duas, quatro, seis horas pós-refeição e, antes das refeições (0h), para cada grupo de três vacas de cada tratamento, nos três períodos experimentais. O procedimento adotado para os esvaziamentos do conteúdo do rúmen foi conduzido com os animais contidos no tronco. A parte sólida do conteúdo ruminal foi removida manualmente, e a parte líquida foi retirada com o auxílio de uma caneca plástica (300 mL). O material coletado foi filtrado em sacos de anagem e colocado em tambor de plástico com capacidade de 180 litros, segundo procedimento descrito por CHILIBROSTE et al., 2000. O material sólido e o material líquido foram pesados separadamente e homogeneizados. Alíquotas de 10% do peso total foram retiradas para as análises, e o restante do material foi recolocado no rúmen, sendo a duração de todos estes procedimentos em média de 25 minutos por animal (DADO e ALLEN, 1995).

O líquido ruminal usado para as determinações do pH, dos ácidos graxos voláteis (AGV) e da amônia (NH_3) foi coletado manualmente por meio da cânula antes das refeições (horário de 0 horas) e nos horários de duas, quatro e seis horas após o alimento oferecido pela manhã. O material foi filtrado em gaze e o pH foi medido, imediatamente, com auxílio de um potenciômetro digital (HANNA®). As amostras para as determinações dos AGV e da amônia foram acondicionadas em tubos de ensaio (10 mL) onde foi adicionado, respectivamente, 1 mL de ácido metafosfórico (25%) e duas gotas de ácido sulfúrico (50%) para cada 5 mL de líquido ruminal, logo após a colheita de material.

Análises de Laboratório

A composição química das amostras do capim-elefante colhido nas três idades de corte fornecido picado e do conteúdo ruminal sólido foi analisada para determinação dos conteúdos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl, segundo recomendações da AOAC (1990), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), seguindo os procedimentos de VAN SOEST et al. (1991) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), de acordo com TILLEY e TERRY (1963).

Os AGV foram analisados por cromatografia gasosa por ionização de chama (WILSON, 1971), medido em aparelho Varian, modelo 2485, usando colunas de vidro de ¼” de diâmetro e Chromosorb 101” de 80 a 100 mesh, como fase estacionária. O nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foi determinado pela destilação de 5 mL de líquido ruminal, em 2,5 g de hidróxido de sódio, utilizando-se ácido bórico como solução receptora e ácido clorídrico 0,01 N na titulação.

Análises Estatísticas

O experimento foi em parcelas subdivididas, com os tratamentos da parcela distribuídos no delineamento em Quadrado Latino (3x3), constituindo-se de três tratamentos pelo fornecimento do capim-elefante cortado com 30, 45 e 60 dias de idade, três vacas e três períodos. O quadrado latino foi repetido três vezes no tempo. Na subparcela, foram incluídos quatro horários de esvaziamento ruminal, antes da refeição (0h), duas, quatro e seis horas pós-refeição. As análises estatísticas foram executadas usando-se o procedimento GLM do SAS (SAS, 1990) e a comparação múltipla entre médias foi realizada usando o teste *Student Newman Keuls* (SNK) no nível de 5% de probabilidade. Para as análises foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijklm} = \mu + q_i + a_{ji} + p_{ki} + t_l + qt_{il} + \text{Resíduo}(a) + h_m + qh_{im} + qth_{ilm} + e_{ijklm};$$

Em que:

y_{ijklm} = valor observado para a característica de composição química do capim-elefante, do conteúdo sólido e líquido ruminal, consumo de MS e FDN em kg/dia e % PV da $j^{\text{ésima}}$ vaca, alimentada com o $l^{\text{ésimo}}$ tratamento estimado dentro do $i^{\text{ésimo}}$ quadrado latino, no $k^{\text{ésimo}}$ período e esvaziada no $m^{\text{ésimo}}$ horário de esvaziamento;

μ = constante comum a cada observação;

q_i = efeito do quadrado latino i ($i = 1$ a 3);

a_{ji} = efeito do animal j dentro do quadrado latino i ($j = 1$ a 3);

p_{ki} = efeito da período k dentro do quadrado latino i ($k = 1$ a 3);

t_l = efeito do tratamento l ($l = 1$ a 3);

qt_{li} = efeito da interação quadrado latino i x tratamento;

Resíduo(a) = efeito aleatório associado aos tratamentos da parcela;

$h_{m=}$ = efeito do horário de esvaziamento m ($m = 1$ a 4);

qh_{im} = efeito da interação quadrado latino i x horário m ;

th_{lm} = efeito da interação tratamento l x horário m ;

e_{ijklm} = erro aleatório associado aos tratamentos da subparcela.

Tendo em vista que o tratamento da subparcela (horário) é um efeito quantitativo e quando foi significativo isoladamente ou em interação, procedeu-se a análise de regressão para avaliar o efeito de horário sobre a variável em estudo pelo procedimento REG do SAS (SAS, 1990). Nesse caso, foi utilizado um modelo polinomial até no máximo segundo grau, admitindo-se a seguinte notação:

$$y_{ij} = a + b x_i + c x_i^2 + e_{ij};$$

Em que:

y_{ij} = valor médio estimado pelo modelo de análise de variância para o enchimento físico em MS(kg), FDN(kg) e para as variáveis ruminais (pH e ácidos graxos voláteis) sob consideração;

a = intercepto;

b = coeficiente de regressão do termo linear do efeito de x sobre y ;

c = coeficiente de regressão do termo quadrático do efeito de x sobre y ;

x_i = horários de esvaziamento ($i=0, 2, 4, 6$ horas);

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação de y_{ij} .

Resultados e Discussão

Os resultados observados para os teores de MS e de FDA do capim colhido (Tabela 2) em cada uma das idades de corte foram semelhantes ($P>0,05$), provavelmente devido aos coeficientes de variação (19,4% e 17,5%) observados, respectivamente, para os mesmos. Entretanto, o teor de PB do capim cortado com 30 dias foi superior ($P<0,05$) àquele observado aos 60 dias. O valor do tratamento com 45 dias, foi semelhante aos dois extremos ($P<0,05$). O teor de 62,9% de FDN do capim cortado com 30 dias foi inferior ($P<0,05$) apenas aos 70,1%, observado no capim com 60 dias. Da mesma forma, os 58,7% de DIVMS do capim com 30 dias foi superior aos 55,2% do capim com 60 dias. Os valores do capim com 45 dias foram semelhantes ($P>0,05$) aos dois extremos, para o teor de FDN e DIVMS.

Os resultados de PB (9,1%) e de FDN (70,1%), na idade de 60 dias, são semelhantes aos valores de PB (10,1%) e de FDN (72%) reportados por LOPES e AROEIRA (1998) e dos 10,6% de PB observados por AZEVEDO (1985), encontrados para o capim-elefante com 60 dias de idade. SILVEIRA et al. (1973) encontraram 71% de DIVMS para o capim-elefante cortado aos 45 dias, e

AZEVEDO (1985) reporta valores de DIVMS (65,5% e 56,5%), nas idades de corte de 30 e 60 dias, respectivamente.

Tabela 2- Composição química e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) do capim-elefante picado, cortado com 30, 45 e 60 dias de idade no período de janeiro a março de 2000

Idade (dias)	VARIÁVEIS (% da MS)				DIVMS
	MS	PB	FDN	FDA	
30	12,8	11,4 a	62,9 b	32,6	58,7 a
45	15,9	10,5 ab	65,5 ab	33,2	57,7ab
60	18,2	9,1 b	70,1 a	35,8	55,2 b
EPM	1,23	1,14	2,12	1,30	2,03
CV(%)	19,4	9,0	2,5	17,5	4,7

EPM: erro padrão da média;

CV: Coeficiente de variação;

Na coluna, a>b (P < 0,05) pelo teste de Newman-Keuls

Os resultados da composição química relatados na literatura são variáveis e provavelmente, devidos a diferentes fatores, tais como: condições de solo, clima e nível de adubação, ou seja, das condições experimentais em que foram cultivadas as forragens, em cada trabalho. No presente estudo, com relação as condições climáticas, ocorreu menor incidência de chuvas (36 mm) no mês de janeiro o que, possivelmente, influenciou o crescimento das capineiras e, em consequência, afetou a composição química do capim durante o período.

Por outro lado, apesar das vantagens apontadas para a utilização do capim-elefante fornecido picado em decorrência do melhor aproveitamento da forragem produzida e da diminuição das perdas no campo (CÓSER et al., 2000), a forragem pastejada apresenta melhor valor nutritivo do que aquela fornecida picada (AROEIRA et al., 2001).

O consumo médio de matéria seca (CMS) dos animais que receberam capim-elefante cortado com 30 dias (8,0 kg ou 1,54% do PV) foi menor (P<0,05) do que aquele cortado com 45 (10,0 kg ou 1,96% do PV) e 60 dias (11,0 kg ou

2,12% do PV) de crescimento. Por sua vez, o capim cortado com 45 dias não diferiu ($P > 0,05$) daqueles cortados com 30 e 60 dias (Tabela 3).

Tabela 3- Consumo de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro (CFDN) em kg/dia e percentagem do peso vivo (%PV) do capim-elefante em três idades de corte, por vacas em lactação

Idade (dias)	CMS		CFDN	
	kg/dia	%PV	kg/dia	%PV
30	8,0 b	1,54 b	5,3 c	1,02 c
45	10,0 a	1,96 a	6,6 b	1,29 b
60	11,0 a	2,12 a	7,3 a	1,41 a
EPM	1,53	0,56	1,15	0,49
CV(%)	24,6	15,9	24,6	15,9

EPM: erro padrão da média;

CV: Coeficiente de variação;

Na coluna, $a > b$ ($P < 0,05$) pelo teste de Newman-Keuls

Consumos de 1,9% do PV foram obtidos por LOPES e AROEIRA (1998), com vacas em lactação quando receberam dietas exclusivas de capim-elefante com 60 dias de crescimento. Entretanto, consumos médios de 2,2% e 2,1% do PV foram reportados por SOARES (1998) e AROEIRA et al. (1999), respectivamente utilizando vacas em lactação, em condições de pastejo.

Não há uma razão clara para que o consumo de MS do capim-elefante cortado com 30 dias de idade tenha sido menor que aquele observado nas idades de corte de 45 e 60 dias. É possível que o teor de MS tenha influenciado o consumo (CÔMERON, 1994, VERITÉ e JOURNET, 1970).

Trabalhos desenvolvidos pelo INRA (1989) mostraram que a quantidade de matéria seca ingerida está associada positiva e significativamente com o teor de umidade da planta e, conseqüentemente, aos conteúdos de FDN. CHILIBROSTE et al. (2000) avaliaram a influência dessa variável sobre o consumo de alimento. Entretanto esses mesmos autores não observaram diferença no consumo (3,0%PV) para o capim-azevém com 16% à 18% de MS. DEMARQUILLY et al.

(1966) mostraram que o excesso de água contida na forragem verde pode reduzir o consumo pelo seu poder de distensão ruminal. Para vacas em lactação, VERITÉ e JOURNET (1970) e JARRIGE et al. (1986) observaram que, abaixo de 18% de MS, o consumo pode ser afetado. Esses autores estimaram que, para teores de umidade abaixo de 18%, o consumo diminui 0,34kg MS/dia. No presente estudo, foram observadas reduções no consumo de 0,55kg/dia.

O consumo de FDN (CFDN) do capim-elefante também foi diferente ($P<0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3). O consumo de FDN do capim cortado com 60 dias (7,3 kg e 1,41% do PV) proporcionou valor superior ($P<0,05$) ao de 45 dias (6,6 kg e 1,29% do PV) e esses, por sua vez, maiores ($P<0,05$) do que o observado com o capim cortado aos 30 dias (5,3 kg e 1,02 % do PV). Resultados de consumo de 6,5 kg de FDN e 1,3% do PV foram encontrados por LOPES e AROEIRA (1998) ao utilizarem o capim-elefante com idade de corte de 60 dias. Porém, DADO e ALLEN (1995), avaliando o consumo de vacas em lactação, confinadas com dietas de baixo e alto teor de FDN de 25% e 35%, respectivamente, observaram consumos de FDN superiores para as dietas de alta fibra (6,5 kg/vaca/dia) em relação à de baixa fibra (5,8 kg/vaca/dia).

MERTENS (1992) relatou que vacas em lactação não ingerem mais do que 1,2% do PV de FDN na dieta, e MADSEN et al. (1997) sugeriram, como base de cálculo para consumo de forrageiras tropicais, o enchimento físico ruminal com 1,1% do PV de FDN. Entretanto valores de 1,41% e 1,29% foram encontrados para o capim com 45 e 60 dias. Esses resultados corroboram os trabalhos de AROEIRA et al. (1999) e SOARES et al. (1999b), que trabalharam com capim-elefante utilizando vacas Holandês x Zebu em lactação. Pode-se inferir, em vista desses resultados, que o enchimento físico do rúmen ocorre com percentagens de FDN mais elevadas em relação ao peso do animal.

Por outro lado, a qualidade da FDN da forragem pode também influenciar o consumo e a utilização do alimento pelos animais. Segundo MOORE (1980), o maior consumo da fração FDN vai depender da maturidade dos tecidos da planta,

que é geralmente mais rápida em forrageiras tropicais, aumentando a lignificação da parede celular e reduzindo sua utilização pelos microrganismos ruminais.

O teor de nutrientes presente nas forrageiras também influencia a composição do conteúdo ruminal (WESTON, 1982), pois a habilidade do animal em reduzir o tamanho da partícula afeta o consumo e o aproveitamento pelos microrganismos. No entanto, neste estudo, a composição química do conteúdo ruminal foi semelhante ($P>0,05$) para MS (13,2%), PB (10,4%) e FDA (35,2%) do capim cortado nas diferentes idades de crescimento, reproduzindo em parte os teores da forragem ingerida. Foi detectada diferença apenas no conteúdo de FDN. Os valores de FDN do conteúdo ruminal foram semelhantes ($P>0,05$) para capim cortado aos 60 (71,8%) e 45 (71,1%) dias, sendo o teor de FDN do capim cortado aos 60 dias superior ($P<0,05$) ao verificado no corte de 30 dias (69,5%). Semelhanças na composição química do material ingerido com a do conteúdo ruminal poderiam ser esperadas, desde que se desconsidere a atividade microbiana. Contudo a homogeneização das amostras feitas durante a colheita, nivela, conseqüentemente, essas variações, embora, no caso da FDN da forragem, possa ocorrer um padrão de degradação mais lento (BERGMAN, 1990).

O teor de FDN é um fator relacionado com o espaço ocupado pelo alimento no rúmen, principalmente quando a dieta é composta por forragens longas ou picadas grosseiramente (VAN SOEST, 1994). Teores elevados de FDN de forrageiras geralmente têm mostrado correlação negativa com consumo de matéria seca. Em função disso, ocorre menor taxa de passagem de partículas, o que pode proporcionar aumento do enchimento do rúmen (FORBES, 1995), fato que não foi observado no presente estudo.

Para o conteúdo ruminal total, não foram observadas diferenças entre tratamentos em relação aos animais e períodos, para as variáveis conteúdo de MS e FDN (expressa em kg ou em % do PV). Entretanto houve diferença entre os horários de esvaziamento para estas variáveis, sendo conduzida a análise de regressão para avaliar os diferentes horários sob cada variável em estudo, sendo detectado efeito quadrático em função dos mesmos (Figura 1).

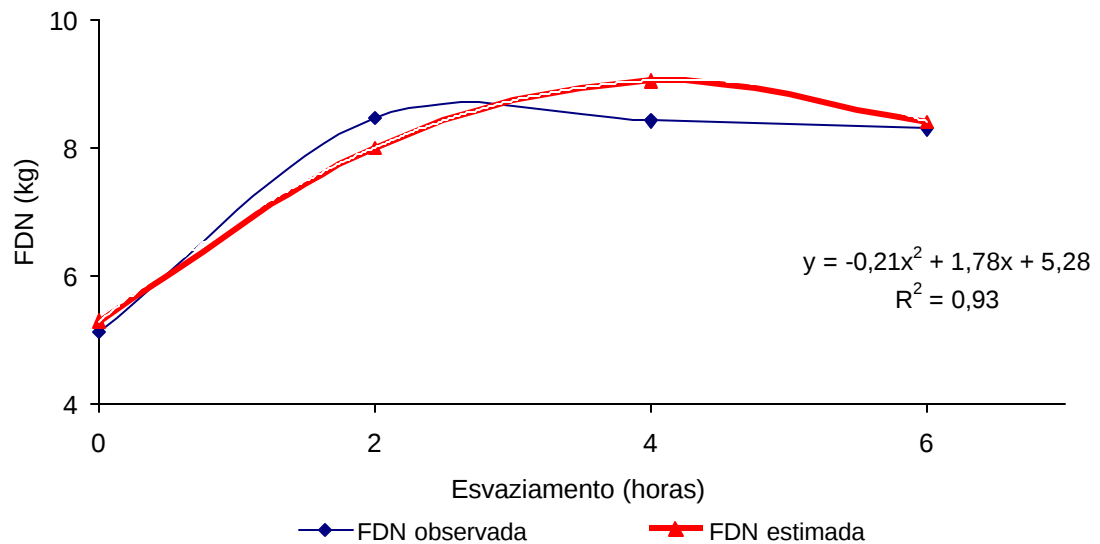


Figura 1- Enchimento físico nos horários (0, 2, 4 e 6 horas) de esvaziamento ruminal de vacas em lactação induzido pela quantidade de FDN (kg) do capim-elefante

Embora não houvesse efeito de interação entre tratamento *versus* horário, novamente foi conduzida a análise de regressão em função dos diferentes horários para os cortes do capim-elefante com 30, 45 e 60 dias de idade, com o objetivo de determinar os horários onde ocorreu o máximo enchimento ruminal para os conteúdos de MS e FDN. As equações de regressão, mostrando os efeitos do enchimento físico para essas variáveis, foram todas quadráticas e com coeficientes de determinação (R^2) elevados.

Todos os tratamentos em relação à quantidade de conteúdo ruminal variaram ($P < 0,05$) em função do horário de esvaziamento. Foram observados valores médios de 10,7, 10,8 e 10,6 kg de MS e 7,4, 7,6 e 7,5 kg de FDN para as idades de 30, 45 e 60 dias de crescimento, respectivamente. As estimativas dos parâmetros de regressão relacionados ao enchimento físico e ao ponto máximo (horas) em função dos coeficientes de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) em kg podem ser observados na Tabela 4.

GARZA-FLORES (1990) não evidenciou diferenças no conteúdo máximo do rúmen de novilhos de corte, quando receberam dietas à base de concentrado,

duas vezes ao dia, obtendo em média 9,5 kg de MS para o volume de sólidos, procedendo esvaziamentos do conteúdo ruminal com 3h50 e 5 horas pós-refeição, sendo esse valor inferior ao obtido em média (10,7 kg) para as três idades de corte do capim-elefante. OSPINA et al. (1998), utilizando três horários de esvaziamento do rúmen, observaram para o conteúdo de MS total em média 2,5% do PV, para novilhos de corte que receberam feno de aveia *ad libitum*. Entretanto valores semelhantes ao do presente estudo foram reportados por THIAGO (1994). Este autor, mostrou que o horário de esvaziamento de 5 horas após o fornecimento do feno de gramíneas tropicais, pôde ser representativo do enchimento físico do rúmen induzido pelo alimento.

Tabela 4- Estimativas dos parâmetros de regressão relacionados ao enchimento físico e ao ponto máximo (horas), em função da quantidade (kg) de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN), induzido pelo capim-elefante, cortado com 30, 45 e 60 dias, em diferentes horários de esvaziamento

Idade (dias)	Conteúdo ruminal	Parâmetro			R ² (%)	Enchimento Físico Ponto Máximo
		a	b	c		
30	MS (kg)	6,9	2,7	-0,32	92,6	4h22
	FDN(kg)	4,8	1,8	-0,21	83,7	4h22
45	MS (kg)	7,6	2,7	-0,35	93,3	3h55
	FDN (kg)	5,3	1,9	-0,25	91,7	3h55
60	MS (kg)	7,9	2,2	-0,29	88,3	3h55
	FDN (kg)	5,8	1,4	-0,19	89,8	3h40

a = intercepto;

b = coeficiente de regressão do termo linear do efeito de x sobre y;

c = coeficiente de regressão do termo quadrático do efeito de x sobre y;

R² = coeficiente de determinação

O menor consumo de FDN do capim cortado com 30 dias (5,3 kg/dia), embora apresentado menor conteúdo (62,9%) de FDN em relação aos cortes de 45 (65,5%) e 60 (70,1%) dias, não ocorreu em função do enchimento físico em relação ao conteúdo de FDN, pois apenas no horário de 4h20 pós-refeição atingiu a capacidade máxima do rúmen (7,4 kg de FDN). Comportamento semelhante foi

observado no corte de 45 dias, no qual o consumo de FDN foi de 6,6 kg/vaca/dia, e o conteúdo máximo no rúmen de 7,6 kg de FDN, ocorreu às 3h55 horas pós-refeição. Por outro lado, o capim-elefante, cortado aos 60 dias de idade, apresentou o consumo de 7,3 kg de FDN/vaca/dia e a capacidade máxima de enchimento ruminal dos animais ocorreu com 7,6 kg de FDN e 3h50 pós-refeição (Figura 2). Isto mostra que a quantidade de FDN presente no rúmen não foi o fator que determinou a parada de ingestão dos animais, visto que o enchimento físico ruminal ocorreu sempre em maiores quantidades de FDN do que aquela consumida.

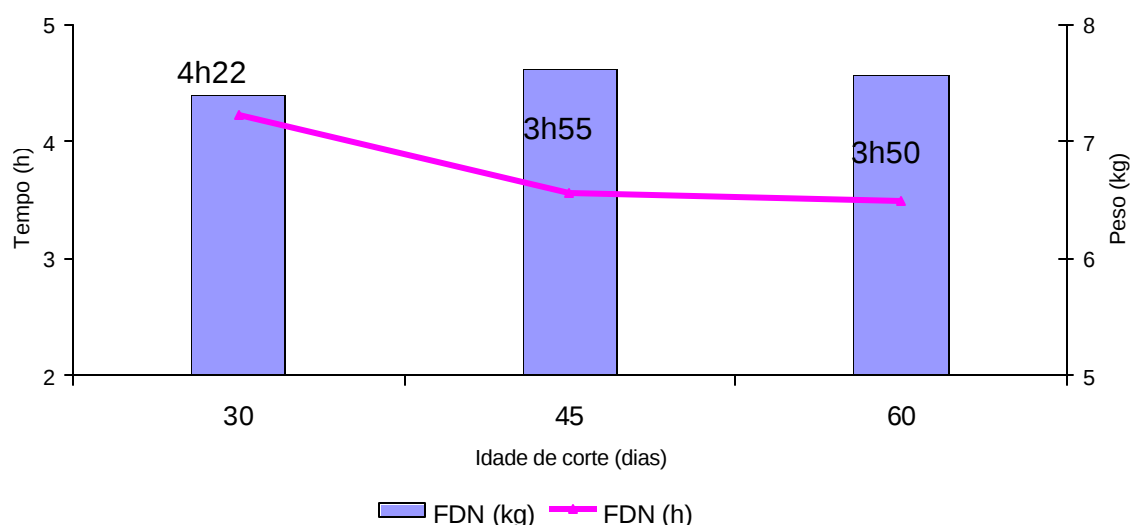


Figura 2 Enchimento físico ruminal em diferentes horários de esvaziamento de vacas em lactação, induzido pela quantidade de FDN (kg) do capim-elefante, cortado aos 30, 45 e 60 dias de idade

Esses resultados mostram restrições para o uso de um valor constante de 1,1% do PV em termos FDN, conforme descrito por MADSEN et al. (1997) para cálculo da capacidade ruminal e de 1,2% do PV descrito por MERTENS (1993) como o máximo consumo de vacas em lactação. Os valores obtidos neste trabalho, além da semelhança entre os valores observados para as três idades de

corde para o conteúdo de MS e FDN, podem ser resultantes de complexas interações entre o teor de água dos alimentos, a cinética de digestão e o volume ruminal (WESTON, 1982) e depende da capacidade física do animal e da adaptação a dietas com forragens tropicais.

Além do enchimento físico ruminal, foram relacionadas com o consumo e o enchimento físico, as concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV), amônia (NH_3) e variações no pH ruminal nos diferentes horários de esvaziamento. Não foram observados efeitos ($P>0,05$) das idades de corte para as variáveis ruminais avaliadas, devido possivelmente aos elevados coeficientes de variação encontrados (Tabela 5).

Tabela 5-Valores médios de pH, concentrações molares de ácidos graxos voláteis (AGV) e amônia (NH_3) no rúmen dos animais quando ingeriram capim-elefante cortado com 30, 45 e 60 dias de idade, nos horários de 0, 2, 4 e 6 horas

Idade (dias)	pH	NH_3 (mg/100mL)	AGV (mMol/mL)			
			Acetato	Propionato	Butirato	Total
30	6,93	8,79	66,44	16,66	7,69	90,8
45	6,90	7,03	59,50	15,15	7,02	81,8
60	6,95	7,17	59,09	14,55	6,84	80,4
EPM	0,42	1,90	4,01	1,97	1,46	4,67
CV(%)	2,5	27,0	26,0	25,1	29,4	27,8

EPM: erro padrão da média;

CV: Coeficiente de variação

Os valores observados do pH ruminal apresentaram pequenas alterações. Entretanto as concentrações de AGV mostraram comportamento variável, mas semelhante aos dados apresentados na literatura. O comportamento do pH está de acordo com o encontrado em dietas exclusivas de forragens, cujos valores variam de 6,2 a 7,0 (OWENS e GOETSH, 1986). Resultados inferiores de 6,1 foram encontrados por LOPES e AROEIRA (1998) quando trabalharam com capim-elefante, cortado com 60 dias de idade, e por BENEDETTI (1994) ao utilizar o capim-elefante em pastejo (6,3). Segundo os mesmos autores, entre meia hora a quatro horas após a alimentação, o pH é mais baixo, provavelmente refletindo o

balanço entre as taxas de produção de AGV e a presença de tamponantes via saliva.

A proporção molar dos AGV foi em média de 62:15:7, respectivamente, para os ácidos acético, propiônico e butírico para as três idades de corte do capim-elefante, visto que não houve efeito de tratamentos. Segundo BLACK (1990), relações de 73:20:7 para dietas exclusivas de forragens são comuns. Por outro lado, a concentração ótima de NH_3 no rúmen depende de vários fatores, destacando-se o tipo de dieta ou de substrato a ser degradado pelos microrganismos do rúmen (LENG, 1990). Assim, é importante a obtenção de dados específicos dessas concentrações em cada categoria animal e sob determinado manejo alimentar para a correção de possíveis deficiências nutricionais que ocorrem, principalmente, em dieta com forragens (ALLEN, 1986).

O valor médio de 7,7 mg/100mL encontrado no presente trabalho (Tabela 5), foi superior ao observado por LOPES e AROEIRA (1998) no rúmen de vacas em lactação (5,78 mg/100mL), alimentadas com o capim-elefante, cortado com 60 dias de idade; e inferior ao obtido por RUIZ et al. (1992) ao utilizarem vacas em lactação que receberam dietas com silagem de capim-elefante anão (16,4 mg/100mL).

As concentrações de amônia no rúmen têm grande importância para ruminantes, uma vez que 60% a 80% do nitrogênio dos microrganismos são originários dessa fonte (ALLEN, 1986). Embora a concentração de amônia para a máxima síntese de proteína microbiana e maior digestão no rúmen ainda apresente resultados variáveis de 4,5 até 20 mg/dL (FIGUEIRA, 1991) na literatura, para o funcionamento adequado do rúmen o valor mínimo de 5,0 mg/dL é normalmente aceito (SATTER e SLYTER, 1974).

As variáveis ruminais não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$) em função das idades de corte aos 30, 45 e 60 dias de crescimento. Foram detectadas diferenças ($P<0,05$) apenas nos horários de esvaziamento utilizados em relação ao pH (Figura 3a) e às concentrações molares dos AGV, com exceção da amônia (Figura 3b), sendo realizada a análise de regressão para essas

variáveis. Os horários onde ocorreram as maiores concentrações médias dos AGV são semelhantes aos horários onde ocorreu o máximo enchimento ruminal em função do conteúdo de FDN. Assim, os horários de maior enchimento físico coincidiram com as maiores concentrações de AGV ruminais (Figura 3c,3d,3e).

As concentrações molares totais dos AGV foram diferentes ($P<0,05$) em função da forragem colhida aos 30, 45 e 60 dias de crescimento e dos diferentes horários, mostrando um valor absoluto maior para o corte de 30 dias (Tabela 5). O comportamento da análise de regressão para o capim com 30 dias mostrou efeito linear ($y=8,2x+63,5$; $R^2=98\%$), e a maior concentração ocorreu 6 horas após a ingestão do capim. Houve efeito quadrático ($Y=-1,3x^2 +15,7x+51,8$; $R^2=99\%$) para o capim cortado com 60 dias e de terceira ordem ($Y=1,5x^3 -12,5x^2 +32,8x+53,2$; $R^2=98\%$) para o de 45 dias (Figura 3f).

Valores semelhantes para a concentração de ácido acético foram observados por LOPES e AROEIRA (1998) quando trabalharam com capim-elefante, cortado aos 60 dias de idade, mas com pico de produção antes da alimentação dos animais e decrescendo até 8 horas pós-refeição. Segundo BERGMAN (1990), dietas exclusivas de forragens apresentam flutuações devido à qualidade do alimento e em função da taxa de digestão da fibra.

Com relação às concentrações em percentagem molar dos ácidos propiônico e butírico, BLACK (1990) citou que a proporção relativa dos diferentes AGV produzidos variam amplamente, dependendo da composição química da forragem e do pH ruminal. Maiores proporções de propionato são produzidas via degradação da hemicelulose, enquanto que com a degradação dos constituintes solúveis da planta (amido e açúcares) o AGV é alto, tanto em propionato quanto em acetato, e baixo para butirato. Segundo MILFORD e MINSON, (1966) a proporção de AGV vai variar em função da forragem oferecida e do seu grau de maturação. Os mesmos autores também observaram maiores proporções de propionato e menores de acetato, quando foram fornecidas a ruminantes dietas com leguminosas em vez de gramíneas. Essa prática enfatizou a dependência entre a acidez ruminal e a eficiência de degradação do volumoso.

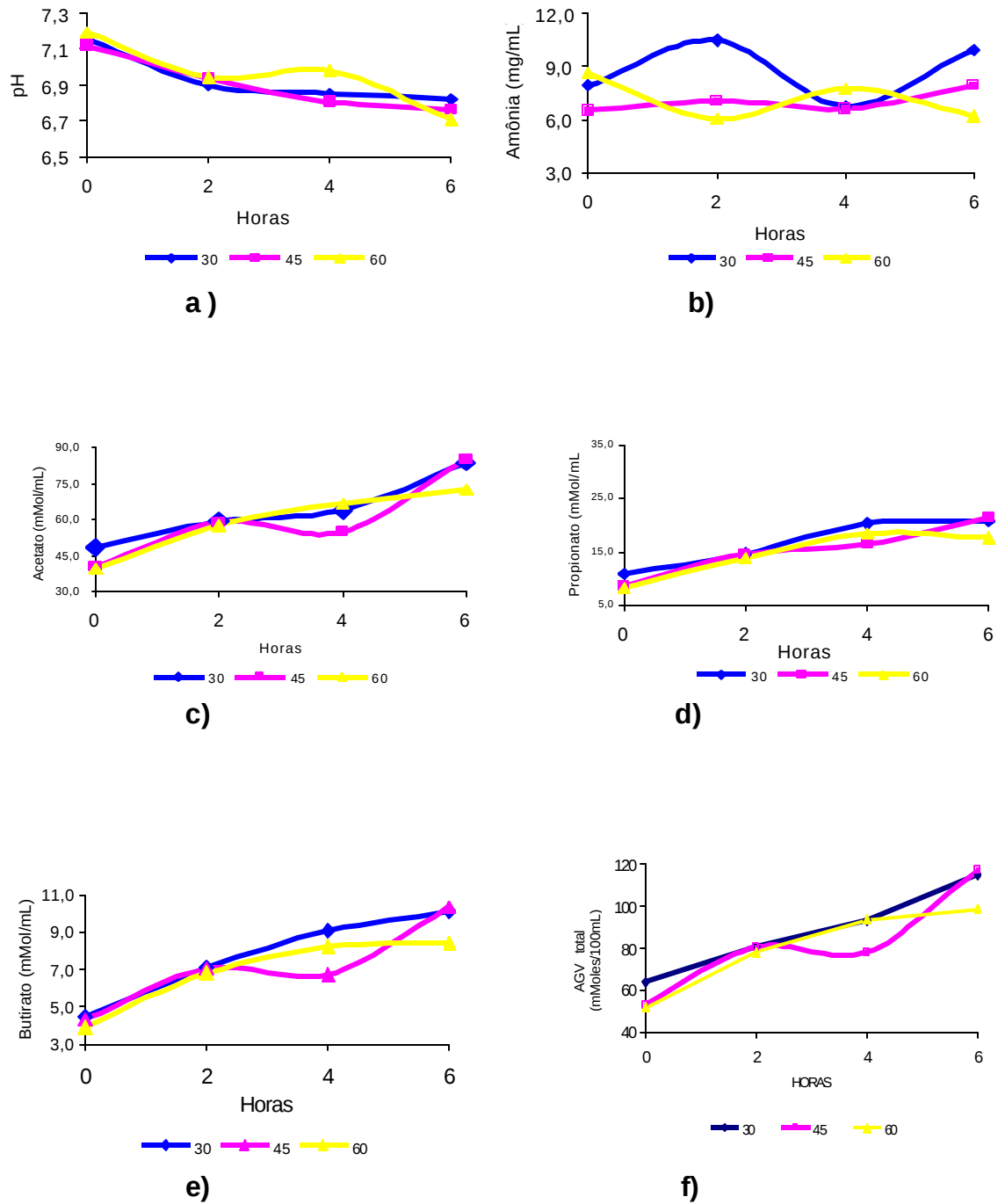


Figura 3- Valores médios de pH (a), concentrações de amônia (b), acetato (c), propionato (d), butirato (e) e AGV totais nos horários de 0, 2, 4 e 6 horas de esvaziamento ruminal de vacas em lactação, ingerindo o capim-elefante cortado aos 30, 45 e 60 dias de idade

Acredita-se, contudo, que a quantidade de FDN e as variáveis ruminais não podem ser consideradas isoladamente na determinação do enchimento ruminal, mas que aliadas àquelas, devem ser considerados também a composição química e o teor de umidade dos alimentos. Segundo OWENS et al. (1991), o enchimento ruminal avaliado pelo teor de FDN não limitou o consumo, quando foram fornecidas forragens picadas ou quando essas foram ingeridas por animais em pastejo, porque não mais que 60% da capacidade líquida do rúmen foi ocupada pelo conteúdo sólido ruminal, sendo o restante proveniente da água ingerida e contida nos alimentos. De acordo com essa proposição, SEONE (1995) observou que as forragens que ocuparam menor volume e retiveram menos água (19% de MS) foram as mais consumidas devido, possivelmente, ao aumento da taxa de passagem, relacionando-se também ao tamanho e à forma da partícula ingerida, a taxa de degradação e ao tempo de retenção da digesta no rúmen (LUGINBUHL et al., 1991).

A hipótese segundo a qual o enchimento físico do rúmen não limita o consumo seria que a própria capacidade líquida do rúmen representa uma limitação do volume, e que a quantidade de líquido presente pode distender o rúmen, aumentando em 10% sua capacidade (OWENS et al., 1991), dificultando as avaliações do enchimento físico. Em função disso, é possível argumentar que forragens com alto teor de umidade limitam o consumo de matéria seca devido ao seu poder natural de enchimento ruminal (DEMARQUILLY et al., 1966). Esse fato pode ter ocorrido no presente trabalho, visto que foram observados elevados teores de umidade nas três idades de corte do capim, e maior teor de umidade no capim-elefante com 30 dias (70,8 kg) e, conseqüentemente, menores consumos de MS (8 kg) (Figura 4).

A possível explicação para o menor consumo de matéria seca do capim-elefante com 30 dias de idade, embora com menor teor de FDN, parece estar relacionada ao teor de umidade (87,2%) em relação aos capins com 45 (84,1%) e 60 (81,8%) dias de idade. Entretanto o consumo de FDN para os três tratamentos foi levemente superior ao encontrado na literatura, provavelmente, devido à maior

adaptação dos animais a forragens tropicais, o que pode ter provocado maior distensão ruminal .

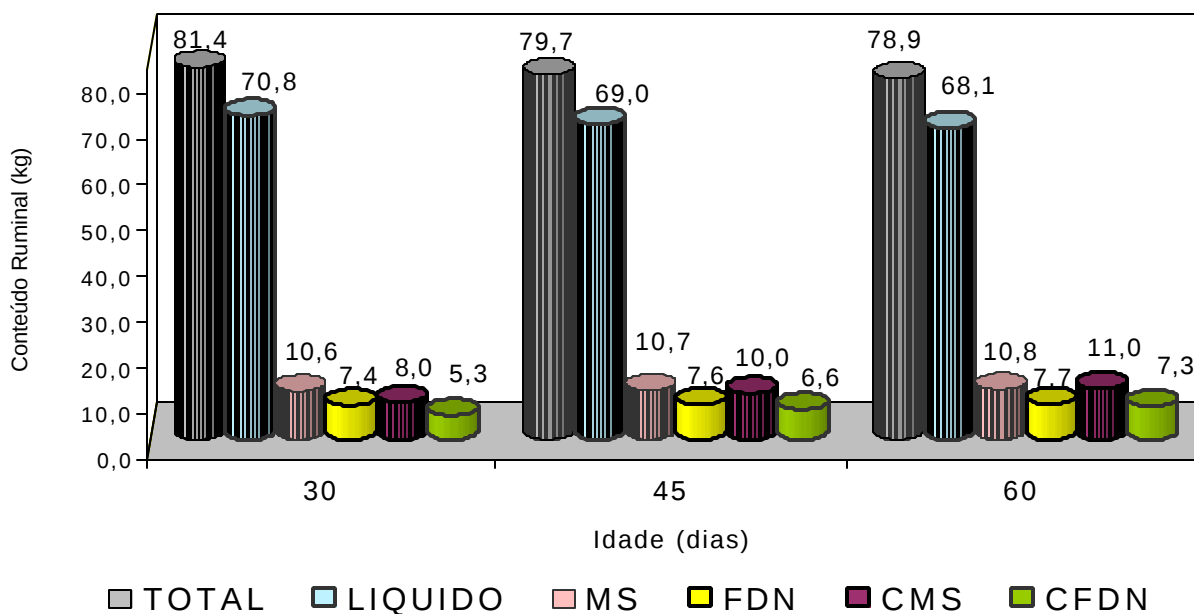


Figura 4. Conteúdo ruminal total, líquido, de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) consumo de matéria seca (CMS) e de fibra em detergente neutro (CFDN) de vacas em lactação, quando ingeriram capim-elefante cortado aos 30, 45 e 60 dias de idade

A produção diária de leite não foi afetada ($P > 0,05$) pelas diferentes idades de corte do capim-elefante, registrando-se valores de 8,5; 7,8 e 7,9 kg de leite/vaca, para as idades de 30, 45 e 60 dias, respectivamente. (Tabela 6). Assim também a produção diária de leite corrigida para 4,0%, mostrou comportamento semelhante ao observado para a produção de leite não corrigido, com valores de 8,2; 7,4 e 7,2 kg/vaca/dia para os cortes de 30, 45 e 60 dias de idade, respectivamente.

A percentagem de gordura também não apresentou diferenças ($P > 0,05$) entre os diferentes tratamentos. Foram observados valores médios para os três

cortes de 3,6% de gordura. Estes valores são semelhantes aos normalmente observados para vacas em lactação quando ingeriram forragens. DERESZ et al. (1997) observou valores de 3,7% de gordura para vacas em lactação, alimentadas com o capim-elefante com 60 dias de crescimento.

Tabela 6- Produção de leite corrigido e não corrigido a 4% de gordura e percentagem de gordura de vacas mestiças HxZ ingerindo o capim-elefante colhido aos 30, 45 e 60 dias de corte no período de janeiro a março de 2000

Idade (dias)	Leite kg/vaca/dia	Leite (4%) kg/vaca/dia	Gordura (%)
30	8,5	8,2	3,8
45	7,8	7,4	3,6
60	7,9	7,2	3,4
Média	8,1	7,6	3,6
EPM	1,90	1,83	0,38
CV(%)	33,9	33,9	17,5

EPM: erro padrão da média;

CV: Coeficiente de variação;

Na coluna, a>b (P < 0,05) pelo teste de Newman-Keuls

Menores produções de leite (5,5 kg) foram registradas para vacas mestiças alimentadas com o capim-elefante cortado com 60 dias de idade (DERESZ et al., 1997). Entretanto valores de 13,2 kg de leite/vaca/dia foram observadas por SOARES et al. (1999b), na época das águas. Produções médias superiores ao do presente estudo, normalmente são encontradas para animais em sistema de pastejo. Nesse sistema, a produção de leite por vaca relaciona-se, respectivamente, com o valor nutritivo do pasto e com a capacidade de suporte da pastagem. Entretanto a qualidade da forragem fornecida picada está relacionada ao manejo de cortes e, em função disso, apresenta valores inferiores à colhida seletivamente pelos animais em pastejo (AROEIRA et al., 2001), afetando, conseqüentemente, a produção de leite. Segundo GOMIDE (1990), quando a forragem verde é a única ou a principal fonte de alimento, ela deve ser de alto valor nutritivo, para propiciar ao animal o consumo de quantidades de energia e

proteína que possibilite o desempenho desejado, tanto para o ganho de peso quanto para a produção de leite.

As baixas produções de leite poderiam ser esperadas, possivelmente em função da dieta exclusiva com o capim-elefante picado que, qualitativamente pode ter limitado produções de leite mais elevadas. No entanto a produção diária de leite observada pode ter sido influenciada também pela capacidade genética do rebanho, pelo baixo consumo de matéria seca, pelos efeitos observados no enchimento físico e pelo teor de umidade presente no capim.

Conclusões

O enchimento físico ruminal, avaliado pelo consumo de matéria seca, não ocorreu em função exclusivamente do teor de FDN presente no capim-elefante, cortado com 30, 45 e 60 dias de idade.

O consumo de matéria seca do capim-elefante pode ter sido afetado negativamente pelo elevado teor de umidade do capim.

O maior consumo de FDN do capim-elefante em percentagem do peso vivo ocorreu, provavelmente, devido à maior adaptação dos animais às dietas com forragens tropicais, provocando distensão ruminal em função dos teores elevados de FDN e de água do capim-elefante nas idades de 45 e 60 dias de crescimento.

O conjunto de fatores, volume ruminal, conteúdo de FDN e composição química dos alimentos, não como fatores medidos isoladamente, podem causar o enchimento físico ruminal.

Referências

- ALLEN, M. S. **Methodologies for studying the dynamics of rumen function**. 1986. 109f. Thesis (Doctor of Philosophy)-Cornell University, Cornell.
- AROEIRA, L. J. M. et al. A pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum). **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.78, n.3-4, p. 313-324, 1999.
- AROEIRA, L. J. M. et al. Daily intake of lactating crossbred cows grazing elephantgrass rotationally. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.36, n. 6, p. 911-917, 2001.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**,15.ed. Virginia, 1990. 1298p.
- AZEVEDO, G.P.C. **Produção composição química e digestibilidade in vitro do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Cameroon em diferentes idades**.1985. 79f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- BENEDETTI, E. **Atributos de três gramíneas tropicais, parâmetros ruminais e produção de leite em vacas mestiças mantidas a pasto**. 1994, 173f. Tese (Doutorado em Ciência Animal)- Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiol. Rev.**, v.70, n.2, p.567-590,1990.
- BLACK, J. L. Nutrition of the grazing ruminant. **Proc. N. Z. Soc. Prod.**, v.50, n.1, p.7-27,1990.

BORGES, A. L. C. C. Controle da ingestão de alimentos. **Cad. Tec. Esc. Vet. UFMG**, n.21,v. único, p.67-69,1999.

CHILIBROSTE, P. et al. Duration of regrowth of ryegrass (*Lolium perenne*) effects on grazing behaviour, intake, rumen fill and fermentation of lactating cows. **J. Dairy Sci.**, v. 83, n.5, p.984-995, 2000.

CÓMERON, E. A. **Factores que afectan el consumo en rumiantes**. Curso internacional de produccion lechera. INTA, Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela, (Tomo 2)- Nutrición animal, Rafaela, 1994, p.1-36.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; DERESZ, F. **Capim-elefante: formas de uso na alimentação animal**. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2000. 27p. (Circular Técnica, 57). 27p.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behaviour, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **J. Dairy Sci.**, v.78, n.1, p.118-133, 1995.

DEMARQUILLY, C.; BOISSAU, J. M.; CUYLLE, G. Factors affecting the voluntary intake of green forage by sheep. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 9., 1966, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo,1966, v.1, p.877-885.

DERESZ, F. et al. Produção de leite e consumo de vacas mestiças Holandês x Zebu recebendo capim-elefante picado, como ou sem concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 34., 1997, Juiz de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 246-248.

FIGUEIRA, D.G. **E feito do nível de uréia sobre a digestibilidade aparente e in situ , e a dinâmica da fase líquida em bovinos alimentados com cana-de-açúcar e farelo de algodão.** 1991, 123f, Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals.** Walingford, CAB International, 1995, 532p.

GARZA-FLORES, J. D. D. **Water kinetics in the rumen of beef cattle.** 1990. 168f. Thesis (Doctor of Physiology)-Oklahoma State University, Oklahoma.

GOMIDE, J. A. Formação e utilização de capineiras de capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 1, 1990, Coronel Pacheco. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1990. p. 59-87.

GROVUM, W. L. A new look at what is controlling food intake. In: SYMPOSIUM OF FEED INTAKE BY BEEF CATTLE, 1986, Stillwater. **Proceedings...** Stillwater, 1986, p.1-40.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Ruminant nutrition:** recommended allowances and feed tables. Paris: John Libbey Eurotext, 1989. 389p.

JARRIGE, R. et al. The INRA "Fill Unit" system for predicting the voluntary intake of forage-based diets in ruminants: a review. **J. Anim. Sci.**, v. 63, n.6, p. 1737-1758, 1986.

LENG, R. A. Factors affecting the utilization of "poor quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutr. Res. Rev.**, v.3, n. único, p. 277-303, 1990.

LOPES, F. C. F.; AROEIRA, L. J. M. Consumo, digestibilidade e degradabilidade e parâmetros ruminais em vacas Holandês x Zebu alimentadas com capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) picado. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.50, n.5, p. 593-599,1998.

LUGINBUHL, J. M. et al. Computer interface system to monitor the ingestive and ruminating behavior of grazing ruminants. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 2., 1991, Steamboat Springs. **Proceedings...** Steamboat Springs, 1991, p.177.

MADSEN, J.; HVELPUND, T.; WEISBJERG, M. R. Appropriate methods for the evaluation of tropical feeds for ruminants. **Anim. Feed. Sci. Technol.**, v.69, n.1, p.53-66, 1997.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., SIMPOSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: FAEPE, p. 188-217.

MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. Chap. II. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Ed.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1993. p.13-51.

MILFORD, R.; MINSON, D. J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., 1966, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1966. v.1 p.815-822.

MOORE, J. E. Forage Crops In: HOVELAND, C. S. (Ed.) **Crop quality, storage, and utilization..** Madison: American Society, Inc., and Crop Science Society of America, Inc. 1980. p.61-91.

OSPINA, H. P.; PRATES, E. R.; LANGWINSKI, D. Avaliação de um modelo de predição do consumo voluntário de forragens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** p. 254-257.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A. L. Digesta passage and microbial protein synthesis. In: MILLIGAN, L. P.; GROVUN, W. L.; DOBSON, A. D. **Control of digestion and metabolism in ruminants.** New Jersey: Prentice-Hall, 1986. p.196.

OWENS, F.N.; GARZA, J.; DUBESKI, P. Advances in amino acid and N nutrition in grazing ruminants. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 2., 1991, Steamboat Springs, CO. **Proceedings...** Oklahoma: Oklahoma State University, 1991. (MP,133).

POND, K. R. et al. Passage of chromium-mordanted and rare earth-labelled fiber: time dosing kinetics. **J. Anim. Sci.**, v. 67, n.4, p. 1020-1028, 1989.

RUIZ, T. M. et al. Comparison of "Mott" Dwarf Elephant grass silage for lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 75, n.3, p. 533-543, 1992.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide.** 5. ed. Cary, 1990. v.1, 956p.

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **Br. J. Nutr.**, v. 32, n.1, p. 199-208, 1974.

SEONE, J. R. Selected topics on intake and utilization of forages by cattle In: IVAN, M. **Animal Science Research and development-moving toward a new century**. Ottawa; 1995. p.243-261.

SILVEIRA, A.C.; FARIA, V.P.; TOSI, H. Efeito da maturidade sobre o valor nutritivo do capim napier. **O SOLO**, v.65, n. único, p. 35-41,1973.

SOARES, J.P.G. **Produção de leite e consumo voluntário de vacas mestiças em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), sob duas doses de nitrogênio**. 1998, 65f, Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOARES, J. P.G. et al. Avaliação do consumo de vacas em lactação, medido em sistema “calan gates” e estimado pelo óxido crômico. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36.,1999, **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 1999, p.275.(a)

SOARES, J. P. G. et al. Capim- elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) em pastejo, sob duas doses de nitrogênio. – Consumo e produção de leite. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 28, n.4, p. 889-897, 1999.(b)

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **J. Br. Grassl. Soc.**, v.18, n.2, p.104, 1963.

THIAGO, L. R. L. S. Fatores que afetam o consumo de forrageiras In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p. 79-88.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VERITÉ, R.; JOURNET, M. Facteurs qui limitent prise de vaches de la laiterie. **Annales de Zootechnique**, v.19, n.1, p.265-278, 1970.

WESTON, R. H. Animal factors affecting feed intake In: HACKER, J. B. (Ed.) **Nutritional limits to animal production from pastures..** Farmhand Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982. p.183-98.

WILSON, R. K. **A rapid accurate method for measuring volatile fatty acids and lactic acid in silage:** research report. Dublin: Agricultural Institute, Dunsinea Research Center, 1971, 7p.

CAPÍTULO 3- ESTIMATIVAS DO CONSUMO DE CAPIM-ELEFANTE FORNECIDO PICADO PARA VACAS EM LACTAÇÃO, UTILIZANDO AS VARIÁVEIS DE DEGRADAÇÃO

RESUMO- O objetivo do presente trabalho foi comparar os resultados do consumo e do esvaziamento ruminal, medidos diretamente, utilizando vacas Holandês x Zebu, em lactação (13,5 kg) e canuladas no rúmen, com aqueles estimados por diferentes equações baseadas nas variáveis de degradação do capim no rúmen. Foi utilizado o delineamento em Quadrado Latino (QL) 3x3. O QL foi repetido três vezes no tempo e os tratamentos constituíram no fornecimento de capim-elefante picado e cortado com 30, 45 e 60 dias de idade. As equações de predição do CMS utilizadas foram: $CMS = -1,19 + 0,035 (a + b) + 28,5c$ (1); $CMS = [\%FDN \text{ na MS}] * [\text{consumo de FDN}] / [(1-a-b)/K_p + b/(c + k_p)]/24$ (2); $CMS = -0,822 + 0,0748 (a + b) + 40,7c$ (3), e $CMS = [\%FDN \text{ na MS}] * [\text{consumo de FDN}] / [(1-a-b)/K_p + b/(c + k_p)]/24$ -(utilizando os valores medidos diretamente) (4). As equações, em geral, superestimaram o consumo de MS em relação ao consumo obtido diretamente (9,0 kg/vaca/dia) no *Calan-Gates*, com exceção da equação (3) (7,7 kg/dia) que subestimou. Os consumos médios de MS do capim de 13,7 e 13,4 kg/vaca/dia obtidos, respectivamente, nas equações (1) e (2) foram semelhantes ($P > 0,05$) e superiores ($P < 0,05$) aos obtidos na equação (4) (9,7 kg/vaca/dia). Os valores medidos diretamente no *Calan-Gates* foram semelhantes ($P > 0,05$) aos obtidos na equação (4) e superiores ($P < 0,05$) àqueles obtidos na equação (3). O enchimento físico em FDN foi em média (7,5 kg) superior ($P < 0,05$) ao estimado pela equação (5,2 kg). As equações de predição baseadas nas variáveis de degradação *in situ* não foram eficientes nas estimativas de consumo de MS, FDN e do enchimento físico ruminal.

Palavras-chave: Enchimento físico, equações de predição, esvaziamento, taxa de passagem

Introdução

Os mecanismos que controlam o consumo de matéria seca têm recebido nos últimos anos maior atenção, visto que o consumo de nutrientes dos alimentos é o principal fator a determinar o desempenho do animal (FORBES, 1995). Se o processo de conversão do alimento é tido como o somatório das refeições individuais, entende-se que as causas pelas quais os animais iniciam e param de ingerir poderá conduzir a uma melhor acurácia na predição do consumo de alimento (CHILIBROSTE et al., 2000).

Diferentes fatores podem interferir no término da refeição no período de 24 horas (GILL e ROMNEY, 1994). Para vacas em lactação, alimentadas com forrageiras tropicais, a limitação física tem sido proposta como a principal restrição do consumo de matéria seca. No entanto existe grande dificuldade de se avaliar esse consumo devido a fatores relacionados ao animal, ao ambiente e ao alimento os quais são difíceis de serem separados (MERTENS, 1994).

Existem várias metodologias diretas e indiretas para medir o consumo, sendo a mais utilizada baseada na relação: $\text{Consumo} = \text{PF} / (1 - \text{digestibilidade})$, em que a PF é a produção fecal e pode ser determinada com o auxílio de indicadores externos, como o cromo mordente (AROEIRA, 1997). No entanto todas apresentam limitações que podem induzir a erros (OWENS e HANSON, 1992).

Trabalhos realizados no Brasil sobre a predição do potencial de ingestão e da digestibilidade dos alimentos têm utilizado as variáveis de degradação da matéria seca (BERCHIELLI et al., 2001 e SOARES et al., 2001). Esses mesmos autores, trabalhando com diferentes equações de predição, observaram que o consumo de matéria seca dos animais foi diretamente influenciado pelas variáveis de degradação utilizadas nessas equações. Entretanto esse método pode ser influenciado não somente pela digestão e composição química dos alimentos, mas também pelo manejo alimentar de ruminantes (MERTENS, 1987).

THORTON e MINSON (1972), utilizando dietas com forrageiras, observaram que a ingestão voluntária foi inversamente relacionada com o tempo

médio de retenção da dieta no rúmen e concluíram que o principal fator limitante do consumo de matéria seca foi o teor de FDN, devido a sua relação positiva com o tempo de retenção. Em trabalhos mais recentes, POPPI et al. (1981) indicaram que a ingestão depende de vários fatores que incluem o enchimento do rúmen, que é influenciado principalmente pelas taxas de degradação e passagem do alimento no rúmen. THIAGO (1994) relatou que grandes diferenças na ingestão voluntária de forragens tiveram pequeno efeito sobre a quantidade de matéria seca no rúmen. Estas diferenças na ingestão foram, porém, relacionadas à taxa de diluição de matéria seca no rúmen pela absorção e progressiva passagem de material indigestível. Segundo HOVELL et al. (1986), a ingestão voluntária de alimentos de baixa qualidade ou com elevados teores de FDN é mais correlacionada com o potencial de degradação e à degradabilidade efetiva da matéria seca do que com a digestibilidade *in vivo*, concluindo que as características de degradação das forragens podem ser úteis na predição do consumo.

HOVELL et al. (1986), ØRSKOV et al. (1988), VON KEYSERLINGK e MATHISON (1989) e SHEM et al. (1995) usaram as variáveis a , b e c da fórmula: $Y(t) = a + b (1 - e^{-ct})$, para descrever a degradabilidade da matéria seca ou da proteína bruta, incubadas em sacos de náilon no rúmen (ØRSKOV e McDONALD, 1979) para predizer o consumo de um alimento. Esse método, entretanto, também apresentou limitações, já que alguns alimentos não apresentam padrões de degradação que seguem o modelo proposto. Para superar esse problema, MADSEN et al. (1994) desenvolveram um método com o objetivo de estimar o consumo utilizando o enchimento físico do rúmen, no qual a taxa de degradação do alimento é combinada com a taxa de passagem, tendo como unidade o período de 24 horas. O consumo potencial é, então, estimado em kg/dia, dividindo-se a capacidade de ingestão do animal (kg) pelo enchimento do rúmen em 24 horas. Como o enchimento do rúmen está relacionado, principalmente, com a fração fibrosa (FDN e FDA) do alimento, as variáveis de degradação e a taxa de passagem são influenciadas pelo teor de FDN da forrageira avaliada (MADSEN et al. ,1997).

Para a avaliação dessas diferentes equações de predição, relacionadas às variáveis de degradação *in situ* da forragem, este estudo objetivou estimar o consumo de matéria seca de vacas em lactação, alimentadas com o capim-elefante cortado nas idades de 30, 45 e 60 dias de crescimento.

Material e Métodos

O local, períodos de avaliação, área experimental, manejo dos animais e das capineiras e análises laboratoriais foram descritos no capítulo anterior, sendo apresentados neste capítulo apenas as modificações das metodologias pertinentes a este trabalho.

Períodos de avaliação

O experimento foi dividido em três períodos com duração de 20 dias cada, sendo 10 para a adaptação dos animais às dietas e 10 para as avaliações do consumo. Nos últimos sete dias foi administrado o indicador e realizadas as colheitas de fezes.

Procedimento experimental

Foram colocadas em confinamento para a colheita de extrusas três vacas secas, fistuladas no esôfago. A alimentação dos animais constituiu de capim-elefante com 30, 45 e 60 dias de crescimento, respectivamente. As vacas permaneceram em cochos individuais e não foram submetidas a jejum prévio, sendo as colheitas realizadas na quantidade de 1kg/vaca/dia.

As extrusas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 55° C, sendo em seguida fervidas em solução de detergente neutro por três horas. A FDN das extrusas foi tratada com dicromato de sódio ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), segundo metodologia descrita por COLUCCI (1984). As amostras de extrusas foram marcadas, pesadas e colocadas em cápsulas de papel-toalha e 50 g desse

material foi administrado a cada animal, em dose única, diretamente no rúmen, via cânula ruminal.

A colheita de fezes foi feita diretamente do reto às 4, 6, 9, 12, 24, 32, 36, 48, 56, 72, 80, 96, 104, 112, 124, 132, 144 horas após a administração das cápsulas. As amostras de fezes foram analisadas em laboratório para determinação do teor de cromo fecal.

As estimativas da taxa de passagem da dieta e do tempo médio de retenção foram calculadas utilizando as curvas de excreção do indicador e as estimativas das variáveis do modelo não-linear de dois compartimentos, proposto por GROVUM e WILLIAMS (1973), analisadas estatisticamente pelo procedimento NLIN do SAS (SAS,1990) como descrito a seguir:

$$y = A e^{-k_1 (t - T)} - A e^{-k_2 (t - T)} \quad \text{para } t > T$$

Em que:

y = concentração do indicador;

t = tempo de amostragem;

T = tempo de trânsito;

k_1 = estimativa da taxa de passagem do indicador no retículo-rúmen;

k_2 = estimativa da taxa de passagem do indicador no trato inferior;

e = função exponencial (base do logaritmo natural=2,7183)

A degradabilidade *in situ* do capim com 30, 45 e 60 dias de crescimento foi determinada em três dias, durante o ensaio de avaliação do consumo. Aproximadamente 5 g de amostras do capim, moídas a 5 mm e previamente secas a 55° C foram acondicionadas em sacos de náilon (7 x 14 cm) incubados no rúmen por 3, 6, 12, 24, 48 e 72 horas e previamente imersos em água durante 30 minutos (AROEIRA et al., 1993) .

Para o cálculo da degradabilidade *in situ* da matéria seca foi utilizada a equação proposta por MEHREZ e ØRSKOV (1977), com recomendações propostas por NOCEK e KOHN (1988), expressa por:

$$P = a + b (1 - e^{-c t})$$

Em que:

P = quantidade de nutriente degradado no tempo t;

a = fração solúvel em água;

b = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável;

c = taxa de degradação da fração b

e = função exponencial (base do logaritmo natural=2,7183)

A degradabilidade efetiva (DE) foi calculada considerando-se as taxas de passagem estimadas para cada grupo de vacas do experimento através do modelo de GROVUM e WILLIAMS (1973), segundo a equação proposta por ØRSKOV e McDONALD (1979):

$$DE = a + (b c) / c + k_p$$

Em que:

a = fração solúvel em água;

b = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável;

c = taxa de degradação da fração b;

k_p = taxa de passagem (Obtida pelo modelo não-linear)

Com as variáveis de degradação foram estimadas as ingestões de matéria seca (IMS) através das equações propostas por: VON KEYSERLINGK e MATHISON (1989) em que $IMS = -1,19 + 0,035 (a + b) + 28,5 c$ ($R^2 = 86\%$) (1); MADSEN et al. (1997) em que $IMS = [\%FDN \text{ na MS}] * [Ingestão \text{ de FDN}] / [(1-a - b) / K_p + b / (c + k_p)] / 24$ (2); ØRSKOV et al. (1988) em que $IMS = -0,822 + 0,0748 (a + b) + 40,7 c$ ($R^2 = 89\%$) (3) e MADSEN et al. (1997) na qual $IMS = [\%FDN \text{ na MS}] * [Ingestão \text{ de FDN}] / [(1-a - b) / K_p + b / (c + k_p)] / 24$ (utilizando os valores medidos no *Calan-Gates*) (4).

Para a validação dos dados, obtidos a partir do esvaziamento ruminal e do consumo medido diretamente, foi utilizada novamente a equação de MADSEN et al. (1997), mas utilizando os dados obtidos diretamente do consumo, esvaziamento ruminal e a taxa de passagem calculada pelo modelo de GROVUM e WILLIAMS (1973), além do uso de uma equação proposta por VAN SOEST, (1994) relacionando o logaritmo do peso dos animais com o logaritmo da capacidade física ruminal descrita por:

$$\text{LOG } Y = 1,04 \text{ LOG PV} - 0,936$$

Em que:

Y = capacidade física ruminal;

LOG = Logaritmo natural na base 10;

PV = peso vivo dos animais

Análises Estatísticas

O delineamento experimental para as demais variáveis consistiu de três Quadrados Latinos, com três vacas, três períodos e três tratamentos (capim- elefante cortado com 30, 45 e 60 dias de idade). As comparações múltiplas entre

médias foram feitas usando-se o teste de *Student Newman Keuls* (SNK) no nível de 5% de probabilidade. Nas análises dos dados foi utilizado o seguinte modelo:

$$y_{ijkl} = \mu + q_i + a_j + p_k + t_l + qt_{il} + e_{ijkl}.$$

Em que:

y_{ijkl} = valor para característica do consumo de MS e FDN em kg/dia; % PV do capim-elefante cortado com 30, 45 e 60 dias de idade e do esvaziamento ruminal calculados para a $j^{\text{ésima}}$ vaca, alimentada com o $l^{\text{ésimo}}$ tratamento estimado dentro do $i^{\text{ésimo}}$ quadrado latino, no $k^{\text{ésimo}}$ período;

μ = constante comum a toda observação;

q_i = efeito do quadrado latino i ($i = 1$ a 3);

a_j = efeito do animal j ($j = 1$ a 3);

p_k = efeito da período k ($k = 1$ a 3);

t_l = efeito do tratamento l ($l = 1$ a 3);

qt_{il} = efeito da interação quadrado latino i x tratamento l ;

e_{ijkl} = erro aleatório associado a todas observações.

Para a avaliação das variações de consumo medido diretamente e do enchimento físico *versus* os resultados das mesmas variáveis estimadas com as diferentes equações, foi utilizado o mesmo modelo estatístico, acrescido dos efeitos do consumo e enchimento físico medido e estimado, além da interação efeito de tratamento e do quadrado latino.

Resultados e Discussão

Foram observadas variações nas diferentes idades de corte do capim-elefante estudadas para todas as variáveis de degradação e de cinética ruminal. Entretanto, por se tratarem de estimativas, não foram realizadas comparações das variáveis entre tratamentos. As taxas de degradação (c) e degradabilidades efetivas (DE) foram diferentes para o capim com 30 (4,5%/h; 55,7%); 45 (4,3%/h; 50,5%) e 60 (4,1%/h; 48,2%) dias (Tabela 1). Os dados referentes a DE foram superiores aos encontrados por LOPES e AROEIRA, (1998) (36,9%) e semelhantes àqueles obtidas pelos mesmos autores, para a taxa de degradação (4,6%/h) da fração potencialmente degradável do capim-elefante, também oferecido picado e na idade de corte de 60 dias de idade.

Para as taxas de passagem no rúmen (Kp) e tempos médios de retenção (TMR) foram observados valores diferenciados para o capim-elefante cortado com 30 (4,5%/h; 22h2); 45 (3,0%/h; 33h3) e 60 (2,8%/h; 36h) dias de crescimento. Os resultados da incubação *in situ*, as taxas de passagem e tempos médio de retenção calculadas podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1- Variáveis de degradabilidade e cinética ruminal do capim-elefante picado e cortado com 30, 45 e 60 dias de idade no período de janeiro a março de 2000

Idade (dias)	VARIÁVEIS DE DEGRADABILIDADE (%) ¹					CINÉTICA RUMINAL ²	
	a	b	c (%/h)	DP	DE	Kp (%/h)	TMR(h)
30	25,3	61,1	4,5	83,9	55,7	4,5	22,2
45	19,5	49,3	4,3	66,5	50,5	3,0	33,3
60	18,4	49,8	4,1	65,4	48,2	2,8	36,0

1- Variáveis de degradabilidade: a = fração solúvel em água; b = fração insolúvel potencialmente degradável; c = taxa de degradação da fração b; DP= degradabilidade potencial e DE= degradabilidade efetiva;

2- Taxas de passagem (Kp) e tempos médios de retenção (TMR) no rúmen obtidos pelo modelo de GROVUM e WILLIAMS (1973)

SOARES et al. (1999) encontraram valores superiores para a taxa de passagem ruminal e tempo médio de retenção no rúmen de 4%/h e 25 horas, respectivamente, para o capim-elefante sob pastejo com 30 dias de descanso.

Entretanto valores de 1 e 3%/h, foram obtidos por VIEIRA (1995) para o capim-elefante colhido aos 145 e 61 dias, respectivamente, utilizando novilhos de corte. O tempo médio de retenção da fibra do capim-elefante, obtido no presente estudo foi superior ao valor de 19,5 horas observado por GOMES (1991), ao utilizar feno de capim-elefante cv. Napier.

A degradabilidade efetiva da MS do capim colhido com 30 dias foi maior quando comparada com as demais. Isso pode estar associado à melhor qualidade da FDN nessa idade. Embora o capim-elefante com 30 dias tenha mostrado maior taxa de passagem (4,5%/h), esse fator não proporcionou aumento no consumo de matéria seca, o que poderia ter ocorrido devido ao menor tempo de permanência no rúmen, em relação aos outros cortes.

O consumo de FDN (CFDN), nas diferentes idades de corte, não apresentou diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para os valores estimados nas equações, provavelmente devido ao elevado coeficiente de variação observado nessas estimativas ($CV=33,8\%$). Entretanto houve diferença ($P<0,05$) para os valores medidos no *Calan-Gates* (Tabela 2).

Tabela 2- Comparação entre o consumo de fibra em detergente neutro (FDN) do capim-elefante cortado com 30, 45 e 60 dias de idade, estimados pela equação de MADSEN et al. (1997) e utilizando na mesma equação os valores obtidos pelo método direto

Idade (dias)	CONSUMO DE FDN					
	Equação ¹		Equação(Direto) ²		Calan-Gates ³	
	kg/dia	%PV	kg/dia	%PV	kg/dia	%PV
30	12,7	2,45	8,3	1,62	5,3 c	1,02 c
45	18,3	1,33	5,9	1,14	6,6 b	1,29 b
60	17,9	1,28	4,9	0,95	7,3 a	1,41 a
Média	16,3 A	1,68 A	6,4 B	1,22B	6,5 B	1,24B
EPM	2,84	0,65	2,84	0,65	1,53	0,56
CV(%)	17,7	33,8	17,7	33,8	24,6	15,9

1-Equação de MADSEN et al. (1997);

2-Equação de MADSEN et al. (1997) utilizando-se as variáveis medidas diretamente;

3-CALAN-GATES;

EPM: erro padrão da média;

CV: Coeficiente de variação;

Na coluna, a>b ($P < 0,05$) pelo teste de Newman-Keuls;

Na linha, A>B ($P < 0,05$) pelo teste de Newman-Keuls

O capim com 60 dias (7,3 kg e 1,41% do PV) apresentou consumo de FDN superior ($P<0,05$) ao de 45 dias (6,6 kg e 1,29% do PV) e esses, por sua vez, foram mais elevados ($P<0,05$) que aquele observado para o capim com 30 dias (5,3 kg e 1,02% do PV). No entanto, quando foi utilizada a equação de MADSEN et al. (1997) para estimar o consumo de FDN, foi observado em média, 16,3 kg/dia ou 1,68% do PV, valores superiores ($P<0,05$) aos encontrados no *Calan-Gates* (6,5 kg/dia ou 1,24% do PV). Por sua vez, esse foi semelhante ao valor encontrado para a mesma equação, mas utilizando os valores medidos diretamente (6,4 kg/dia ou 1,22% do PV). Os resultados estimados pela equação de MADSEN et al. (1997) mostraram que essa equação não foi adequada em prever os valores de consumo de FDN, mas foi adequada quando foram utilizados valores reais para estas estimativas.

A possível explicação para o menor consumo direto do capim-elefante aos 30 dias de idade, embora tenha menor teor de FDN, parece estar relacionada ao teor de umidade do capim (87,2%) em relação aos capins com 45 (84,1%) e 60 (81,8%) dias de idade. É possível que forragens com alto teor de umidade limitem o consumo de matéria seca devido ao espaço físico ocupado no rúmen (DEMARQUILLY et al., 1966). Outra hipótese seria que essas diferenças na ingestão podem estar relacionadas à taxa de diluição de MS no rúmen pela absorção e progressiva passagem de material indigestível (THIAGO, 1994).

Por outro lado, acredita-se que as superestimativas da equação de MADSEN et al. (1997) possam ser devidas à utilização de um valor constante de 1,1% do PV em termos de FDN para o cálculo da capacidade ruminal, assim como dos 1,2% PV descrito por MERTENS (1994) para o máximo consumo para vacas em lactação. Os valores de consumo de FDN do capim-elefante, medidos diretamente, além de serem superiores, discordam dos obtidos na literatura, provavelmente devido às complexas interações entre a taxa de passagem e volume ruminal (WESTON, 1982) e dependem da capacidade física do animal e da adaptação, principalmente, de dietas com forrageiras tropicais.

As avaliações do enchimento físico em unidades de FDN, obtidas por meio dos esvaziamentos ruminais e comparados com os estimados usando a equação de MADSEN et al. (1997), também foram diferentes ($P < 0,05$). Embora não tenha sido encontrada diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$), foi observado que os valores médios do conteúdo ruminal de 7,5 kg/dia ou 1,45% do PV de FDN foram superiores ($P < 0,05$) ao encontrado na equação (5,1 kg/dia ou 1,1% do PV). (Tabela 3).

Esses dados mostram que as estimativas do enchimento físico do rúmen pela quantidade de FDN utilizando a equação subestimaram a quantidade de conteúdo do rúmen e superestimaram o enchimento físico em horas. O tempo médio do enchimento físico medido pelo esvaziamento ruminal foi de 4 horas, inferior ($P < 0,05$) ao encontrado na equação de 19h10. O valor obtido usando o esvaziamento ruminal concorda com os resultados observados por THIAGO (1994), ao trabalharem com feno de gramíneas tropicais. O mesmo autor sugere que, com apenas um esvaziamento de 5 horas após o fornecimento da refeição, pode-se estimar o enchimento físico do rúmen.

Tabela 3- Enchimento físico (FDN em kg/dia e %PV) em horas, a partir dos esvaziamentos ruminais e estimado pela equação de MADSEN et al. (1997) de vacas mestiças, quando ingeriram dietas exclusivas de capim-elefante cortado com 30, 45 e 60 dias de idade

Idade (dias)	ENCHIMENTO FÍSICO (FDN)					
	Esvaziamento Ruminal ¹			Equação ²		
	kg/dia	%PV	horas	kg/dia	%PV	horas
30	7,4	1,46	4,2	5,1	1,1	9,3
45	7,6	1,49	3,5	5,1	1,1	23,0
60	7,5	1,41	3,5	5,2	1,1	25,0
Média	7,5 A	1,45 A	4,0 B	5,1 B	1,1 B	19,1 A
EPM	1,12	0,49	3,97	1,07	-	3,97
CV(%)	16,6	16,8	31,5	17,8	-	35,9

1-Esvaziamentos manuais do rúmen;

2- Equação de MADSEN et al. (1997);

EPM: erro padrão da média;

CV: Coeficiente de variação;

Na linha, A>B ($P < 0,05$) entre as mesmas variáveis pelo teste de Newman -Keuls

É possível que o menor consumo de FDN do capim com 30 dias (5,3 kg/dia), em relação aos cortes de 45 (65,5%) e 60 (70,1%) dias, não ocorreu em função do enchimento físico, pois apenas no horário de 4h20 pós-refeição atingiria a capacidade máxima do rúmen (7,4 kg de FDN). Comportamento semelhante ocorreu para a idade de 45 dias, em que o consumo de FDN pelos animais foi de 6,6 kg de FDN/vaca/dia e o conteúdo máximo no rúmen foi de 7,60 kg de FDN, ocorrendo às 3h55 após o fornecimento da refeição. Por outro lado, para o capim com 60 dias de idade, os animais apresentaram consumo de 7,3 kg de FDN/vaca/dia e a capacidade máxima de enchimento ruminal ocorreu com 7,5 kg de FDN às 3h50 pós-refeição. Isto mostra que a quantidade de FDN presente no rúmen não foi o fator que determinou a parada de ingestão dos animais, visto que o enchimento físico ruminal ocorreu sempre com maiores quantidades de FDN do que a consumida.

Embora com todas as evidências nas comparações entre a determinação direta por meio dos esvaziamentos ruminais, foi ainda avaliada a precisão da metodologia descrita por CHILIBROSTE et al. (2000). Para tanto, foi utilizada a equação descrita por VAN SOEST (1994), relacionando-se o peso vivo dos animais ao conteúdo total do rúmen. O conteúdo total medido por meio dos esvaziamentos, em relação aos estimados pela equação, não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos. O valor médio para o esvaziamento foi de 80,0 kg de matéria natural ou 15,4% do PV e de 77,2 kg ou 14,8% do PV para a equação, mostrando diferença de apenas 3% no conteúdo medido por meio do esvaziamento, em relação ao estimado pela equação (Tabela 4).

Os dados obtidos nas equações de predição foram estimados a partir dos valores médios das variáveis de degradabilidade para os três tratamentos. Da mesma forma, foram utilizados os valores médios de consumo calculado pelas equações, haja vista que os mesmos não apresentaram diferenças ($P>0,05$) para os diferentes tratamentos, em função do elevado coeficiente de variação observado ($CV=28,7\%$).

Tabela 4- Conteúdo ruminal total de vacas mestiças, alimentadas com capim-elefante colhido aos 30, 45 e 60 dias de crescimento em kg/dia e em porcentagem do peso vivo (%PV), medido através do esvaziamento de vacas mestiças e estimado pela equação de VAN SOEST (1994)

Idade (dias)	CONTEÚDO RUMINAL			
	Esvaziamento ¹		Equação ²	
	kg/dia	%PV	kg/dia	%PV
30	81,4	15,1	77,2	14,8
45	79,7	15,7	77,2	14,8
60	78,9	15,3	77,2	14,8
Média	80,0	15,4	77,2	14,8
EPM	1,52	0,24	-	-
CV(%)	11,2	15,8	-	-

1-Esvaziamento do conteúdo sólido e líquido ruminal (CHILLIBROSTE et al., 2000);

2- Equação LOG $y = 1,04 \text{ LOGPV} - 0,936$ (VAN SOEST, 1994);

EPM: erro padrão da média. ($P < 0,05$);

CV: Coeficiente de variação

Em geral, as equações de predição descritas por MADSEN et al. (1997) e VON KEYSERLINGK e MATHISON (1989) superestimaram o consumo de matéria seca (kg/dia) do capim-elefante. Por outro lado, a equação descrita por ØRSKOV et al. (1988) subestimou o consumo de matéria seca (kg/dia) em relação ao obtido diretamente. Entretanto, quando foi utilizada novamente a equação de MADSEN et al. (1997) com os valores medidos diretamente, esses foram semelhantes. Deve ser mencionado, contudo, que essas equações foram baseadas no potencial de degradação da matéria seca da forragem no rúmen, sem considerar a influência exercida pelo manejo dos animais, da forma física em que o alimento foi administrado e do ambiente em que as vacas permaneceram durante o período experimental.

Os dados estimados pelas equações de VON KEYSERLINGK e MATHISON (1989) e MADSEN et al. (1997) (13,7 e 13,4 kg/vaca/dia), respectivamente, foram similares ($P > 0,05$) e superiores ($P < 0,05$) às outras equações. No entanto os dados estimados pela equação de MADSEN et al. (1997), com os valores obtidos diretamente (9,7 kg/vaca/dia) e os medidos no

Calan-Gates (9,0 kg/vaca/dia) foram semelhantes ($P>0,05$), mas superiores ($P<0,05$) aos obtidos na equação de ØRSKOV et al. (1988), cujos valores foram de 7,7 kg/vaca/dia (Tabela5).

Tabela 5- Comparação do consumo de matéria seca (MS) em kg/dia e em porcentagem do peso vivo(PV), medido no *Calan-Gates*, utilizando as equações de predição e a partir da utilização dos valores diretos na equação de MADSEN et al. (1997) do capim-elefante cortado com 30, 45 e 60 dias de idade

Equações (Idade)	Consumo de MS									
	VK ¹		MD ²		ØK ³		MDCG ⁴		CG ⁵	
	kg/dia	%PV	Kg/dia	%PV	kg/dia	%PV	kg/dia	%PV	kg/dia	%PV
30	16,1	3,11	20,2	3,10	8,5	1,65	13,2	2,58	8,0	1,54
45	12,6	2,44	10,6	2,02	7,4	1,43	9,1	1,75	10,0	1,96
60	12,4	2,38	9,5	1,82	7,2	1,37	7,0	1,35	11,0	2,12
Média	13,7A	2,64A	13,4A	2,31B	7,7C	1,48D	9,7B	1,89C	9,0B	1,87C
EPM	1,67	0,76	1,67	0,76	1,67	0,76	1,67	0,76	1,53	0,56
CV(%)	25,7	28,7	25,7	28,7	25,7	28,7	25,7	28,7	24,6	15,9

1- VK - Equação de VON KEYSERLINGK e MATHISON (1989);

2- MD- Equação de MADSEN et al. (1997);

3- OK- ØRSKOV et al. (1988);

4- MDCG- Equação de MADSEN et al. (1997) utilizando as variáveis medidas diretamente;

5- CG- Sistema *Calan-Gates*;

EPM: erro padrão da média;

CV: Coeficiente de variação;

Na linha, A>B ($P < 0,05$) entre as diferentes equações pelo teste de Newman-Keuls

O consumo de capim-elefante em relação à porcentagem do PV na equação de VON KEYSERLINGK e MATHISON (1989) e MADSEN et al. (1997) foram de 2,64% e 2,31%, respectivamente, os quais foram também superiores ($P<0,05$) às outras equações. Entretanto, quando foram utilizados os valores medidos na equação de MADSEN et al. (1987), foi observado valor de 1,89% do PV. Esses valores foram semelhantes aos avaliados diretamente ($P>0,05$), mostrando que a equação proposta por MADSEN et al. (1987) foi eficiente, quando os valores reais foram utilizados. Por outro lado, o valor estimado do consumo pela equação de ØRSKOV et al. (1988) foi de 1,48% do PV. Esse subestimou o valor obtido diretamente (1,87%PV). Resultados semelhantes foram

observados por LOPES e AROEIRA (1998), obtendo valores de 9,2 kg de MS ou 1,87% do PV.

Estudando as características de degradação *in situ* de forragens observa-se o quanto as variáveis de degradação influenciam na utilização do alimento pelo animal e sua relação com a ingestão. Segundo MERTENS (1987), a utilização dessas medidas podem melhorar a precisão na estimativa da ingestão de matéria seca e matéria orgânica, por meio da relação $(a.MS + b.MS + c.MS)$ entre as variáveis de degradação e o conteúdo de matéria seca e matéria orgânica presente nos alimentos.

As estimativas de ingestão de matéria seca foram bem diferentes quando foram consideradas as frações (a) e (b) nas equações de predição; no entanto a inclusão das taxas de degradação (c) e passagem de partículas (K_p) deveriam aumentar a precisão de predição de ingestão, principalmente com relação à equação de ØRSKOV et al. (1988).

O uso dos coeficientes desenvolvidos por ØRSKOV et al. (1988), na equação $((a+b)+K_d)$, resultou na estimativa de ingestão diária de 7,7 kg/MS/dia, em média inferior ($P < 0,05$) ao obtido usando o sistema direto. Entretanto o valor obtido por essa equação foi o que mais se aproximou do obtido no sistema em kg/dia e em %PV, pois essa equação foi desenvolvida utilizando forrageiras tropicais. Segundo BERCHIELLI et al. (2001), ao avaliar as mesmas equações para estimar o consumo de capim-coastcross, sob pastejo, para vacas em lactação, observaram que os valores obtidos na equação proposta por ØRSKOV et al. (1988) foram os que mais se aproximaram dos valores estimados com o modelo não-linear. Entretanto SOARES et al. (2001) também utilizando equações de predição de consumo de capim-tanzânia, observaram que o consumo dos animais foi subestimado pela equação.

Por outro lado, o coeficiente de variação obtido para os valores estimados do consumo em kg/MS/dia (25,7%) pelas equações foi superior ao obtido por HOVELL et al. (1986), os quais observaram que os dados da técnica *in situ*

explicam 98% da variação na ingestão, e que 35%, 75% e 94% de variabilidade foram explicadas pelos teores de PB, FDN e FDA do alimento, respectivamente.

A equação de ØRSKOV et al. (1988) foi a que apresentou coeficientes de determinação mais elevados ($R^2 = 0,90$), segundo os mesmos autores, quando foi utilizada para estimativa de consumo de forrageiras tropicais. Já a equação de MADSEN et al. (1997) deveria refletir resultados mais adequados, pois utiliza a taxa de degradação (**c**) combinada com a taxa de passagem (k_p), o que aumentaria a precisão nas estimativas. Isso pôde ser observado quando foram utilizados, nessa equação, os valores de consumo e enchimento físico reais, obtendo-se valores mais adequados nessas estimativas.

Os resultados estimados pelas equações podem estar relacionados à utilização das variáveis **a**, **b** e **c** que, segundo VON KEYSERLINGK e MATHISON (1989), superestimaram os valores obtidos em estudos com forragens de melhor qualidade. Fato que pode ter ocorrido em função das mesmas equações não considerarem o tempo de colonização na degradação da fibra e o conteúdo de umidade.

MERTENS (1987) admite que a ingestão potencial está relacionada com a fração FDN na forragem, ou seja, cada animal deve ingerir por dia 1,2% do PV de FDN. Pela equação de MADSEN et al. (1997), o consumo foi estimado a partir do peso das vacas e do valor de FDN do capim, obtendo o valor de 13,4 kg de MS/animal/dia, ou seja, valores superestimados em relação ao consumo direto.

Enfim é possível que outras características da forragem possam influenciar a predição da ingestão, como a taxa de redução de partículas, o tempo de colonização dessas, assim como a taxa de saída de digesta ruminal (ØRSKOV et al. 1988), e que não são consideradas como variáveis nessas equações, assim como a quantidade de água presente no capim e no rúmen. Superestimativas do consumo podem ter ocorrido em função desses fatores, pois McDONALD (1981), ao utilizar forrageiras tropicais com baixos conteúdos de MS e FDN e não considerando os tempos de colonização na degradação da fração insolúvel (**b**),

observou que os valores preditos da qualidade e do consumo de forragens estimados foram influenciados por essas variáveis.

Conclusões

As equações de predição, utilizando as variáveis de degradação *in situ* do capim-elefante com 30, 45 e 60 dias, não foram eficientes nas estimativas de consumo e do enchimento físico ruminal.

As equações de predição avaliadas não consideraram os fatores relacionados, a forma física do alimento administrado, os efeitos das taxas de redução de partículas e diluição da MS presente no rúmen, assim como utilizam valores de consumo de FDN e enchimento físico máximo de vacas em lactação, abaixo dos valores reais observados para forrageiras tropicais.

O consumo de matéria seca do capim-elefante picado foi influenciado pelas variáveis de degradação utilizadas nas equações e pelas taxas de passagem e tempos médios de retenção calculados pelo modelo não-linear.

Referências

AROEIRA, L. J. M. Estimativas de consumo de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. p.127-163.

AROEIRA, L. J. M. et al. Degradabilidade no rúmen e taxa de passagem da cana de açúcar mais uréia, do farelo de algodão e do farelo de arroz em novilhos mestiços Europeu-zebu. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v. 22, n.4, p. 562-564,1993.

BERCHIELLI, T. T. et al. Estimativa da ingestão voluntária a partir das características de degradação do capim-coastcross (*Cynodon dactylon* L. Pers.), sob pastejo, por vacas em lactação. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.4, p.1332-1339, 2001.

CHILIBROSTE, P. et al. Duration of regrowth of ryegrass (*Lolium perenne*) effects on grazing behaviour, intake, rumen fill and fermentation of lactating cows. **J. Dairy Sci.**, v. 83, n.5, p.984-995, 2000.

COLUCCI, P. E. **Comparative digestion and digesta kinetics in sheep and cattle**. 1984. 231f. Thesis (PhD)- University of Guelph, Guelph.

DEMARQUILLY, C.; BOISSAU, J. M.; CUYLLE, G. Factors affecting the voluntary intake of green forage by sheep. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 9., 1966, **Proceedings...** São Paulo, 1966, v.1, p.877-885.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Walingford: CAB International, 1995. 532p.

GILL, M.; HOMNEY, D. The relationship between the control of meal size and the control of daily intake in ruminants. **Livest. Prod. Sci.**, v.39, n.1, p.13-18, 1994.

GOMES, B.V. **Influência das características químicas e físicas das forrageiras sobre o consumo, degradação e cinética da digesta ruminal**. 1991. 115f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GROVUM, W. L.; WILLIAMS, V. J. Rate of passage of digesta in sheep. 4. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate-constants derived from the changes in concentration of marker in feces. **Br. J. Nutr.**, v.30, n.2, p.313-329, 1973.

HOVELL, F. D. B. et al. The voluntary intake of hay by sheep in relation to its degradability in the rumen as measured in nylon bags. **Anim. Prod.**, v.42, n.1, p.111-118, 1986.

LOPES, F. C. F.; AROEIRA, L. J. M. Consumo, digestibilidade e degradabilidade e parâmetros ruminais em vacas Holandês x Zebu alimentadas com capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) picado. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.50, n.5, p. 593-599, 1998.

McDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **J. Agric. Sci.**, v. 96, n.1, p.251-252, 1981.

MADSEN, J.; HVELPLUND, T.; WEISBJERG, M. R. Appropriate methods for evaluation of tropical feeds for ruminants. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.69, n.1, p.53-66, 1997.

MADSEN, J. et al. Estimation of the physical fill of feedstuffs in the rumen by the sacco degradation characteristics. **Livest. Prod. Sci.**, v.39, n.1, p.43-47. 1994.

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R. A study of the artificial fiber bag technique for determine the digestibility of feeds in the rumen. **J. Agric. Sci.**, v.88, n.4, p.645-665, 1977.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **J. Anim. Sci.**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., D. C. **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-492.

NOCEK, J. E.; KOHN, R. A. In situ particle size reduction of alfafa and timothy hay as influence by form and particle size. **J. Dairy Sci.**, v.71, n.4, p.932-945, 1988.

ØRSKOV, E. R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **J. Agric. Sci.**, v.92, n.2, p.499-503, 1979.

ØRSKOV, E. R.; REID, G. W.; KAY, M. Predicting of intake by cattle from degradation characteristics of roughage. **Anim. Prod.**, v.46, n.1, p.29-34, 1988.

OWENS, F. N.; HANSON, C. F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **J. Dairy Sci.**, v.75, n.9, p.2605-2617, 1992.

POPPI, D. P.; MINSON, D. J.; TERNOUTH, C. F. Studies of cattle and sheep eating leaf and steam fractions of grasses. I. The voluntary intake, digestibility and retention time in the reticulo-rumen. **Aust. J. Agric. Res.**, v.32, n.1, p.99-108, 1981.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. 5. ed. Cary, 1990. v.1, 956p.

SHEM, M. N.; ØRSKOV, E. R.; KIMAMBO, A. E. Prediction of voluntary dry-matter intake, digestible dry-matter intake and growth rate of cattle from degradation characteristics. **J. Anim. Sci.**, v.60, n.1, p.65-74, 1995.

SOARES, J. P. G. et al. Capim- elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) em pastejo, sob duas doses de nitrogênio. – Consumo e produção de leite. **Rev. Bras. Zootec.**, v.28, n. 4, p. 889-897, 1999.

SOARES, J. P. G. 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. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.6, p.2176-2182, 2001. Suplemento.

THIAGO, L. C. L. S. Fatores que afetam o consumo de forrageiras In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p. 79-88.

THORTON, R. F.; MINSON, D. J. The relationship between apparent retention time in the rumen. **Aust. J. Agric. Res.**, v.23, n.5, p.871-877, 1972.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VIEIRA, R. A. M. **Modelos matemáticos para estimativa de parâmetros da cinética de degradação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum., CV. Mineiro) em diferentes idades de corte**. 1995. 68f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VON KEYSERLINGK, M. A. G.; MATHISON, G. W. Use of the in situ technique and passage rate constants in predicting voluntary intake and apparent digestibility of forages by steers. **Can. J. Anim. Sci.**, v.69, n.4, p.973-987, 1989.

WESTON, R. H. **Nutritional Limits to Animal Production from Pastures**. In: Hacker, J. B. (Ed.). Farmhand Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982. p.183-98.

CAPÍTULO 4 – EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CONCENTRADO SOBRE O CONSUMO DE CAPIM-ELEFANTE PICADO, POR VACAS MISTIÇAS

RESUMO- O consumo de matéria seca e o enchimento físico do rúmen de nove vacas Holandês x Zebu, secas, canuladas no rúmen e estabuladas, foram avaliados em um delineamento em Quadrado Latino (QL) 3 x 3, com o objetivo de determinar o efeito de concentrado sobre o consumo de forragem. O QL foi repetido três vezes no tempo e os tratamentos foram: capim-elefante picado sem concentrado; capim-elefante com 2 kg e com 4 kg de concentrado. Foram estimadas as taxas de passagem das partículas da FDN nos tamanhos: $\geq 5,66$ mm e $\leq 2,38$ mm, no rúmen e pós-rúmen, respectivamente. O consumo do capim sem suplementação (7,4 kg ou 1,38% do PV) foi superior ($P < 0,05$) àquele suplementado com 4 kg (6,6 kg ou 1,23% do PV) de concentrado. O consumo de capim-elefante suplementado com 2 kg (7,2 kg ou 1,32% PV) foi semelhante ($P > 0,05$) aos outros dois tratamentos. O consumo de MS total dos animais suplementados com 4 kg (10,3 kg ou 1,92% do PV) foi superior ($P < 0,05$) ao com 2 kg (9,0 kg ou 1,66% do PV) de concentrado que, por sua vez, foi superior ($P < 0,05$) ao capim sem suplementação (7,4 kg ou 1,38% do PV). As taxas de passagem da FDN foram diferentes ($P < 0,05$) apenas para o tamanho de partícula $\leq 2,38$ mm no rúmen e pós-rúmen. As taxas de passagem do tratamento com 4 kg (3,72 e 5,04%/h) foi superior ($P < 0,05$) ao capim sem suplementação (3,15 e 4,26%/h) e a com 2 kg (3,37 e 4,6%/h) de concentrado foi semelhante ($P > 0,05$) aos outros dois tratamentos. Embora o fornecimento de concentrado tenha favorecido as variáveis e as taxas de passagem ruminais, houve um efeito associativo combinado entre o consumo de capim-elefante de 100 g/2 kg de suplemento.

Palavras-chave: Enchimento físico, esvaziamento ruminal, variáveis ruminais, taxa de passagem

Introdução

A utilização de forrageiras manejadas em sistema de corte permite a intensificação do uso da terra. Em áreas bem cultivadas pode-se produzir maior quantidade de forragem do que em pastagens (MOZZER, 1993). O capim-elefante é a forrageira tropical mais utilizada neste sistema, pois apresenta o maior potencial de produção de biomassa por área (RODRIGUES et al., 2000), com produtividade de 80 a 90 t de MS/ha/ano (FARIA, 1994).

As vantagens para utilização do capim-elefante, manejado em sistema de corte, são o maior aproveitamento da forragem produzida e a diminuição de perdas no campo. Entretanto apresenta limitações, principalmente, relacionadas ao ajuste do corte com o estágio de maturidade da planta que pode levar ao uso de forragem de baixo valor nutritivo (CÓSER e PEREIRA, 2001). O desempenho animal neste caso dependerá do valor nutritivo da forragem e do uso de suplementação com concentrados, no entanto o custo de 1 kg de concentrado usualmente é maior ou igual ao preço de 1 kg de leite e isso pode inviabilizar a utilização da suplementação com concentrado nos sistemas de produção de leite. A avaliação da viabilidade econômica no uso de concentrados está diretamente relacionada à qualidade da forragem, potencial genético do animal e preço do concentrado utilizado (MOREIRA, 1984; ALVIM et al., 1999).

Segundo GOMIDE (1990), quando a forragem verde é a única ou a principal fonte de alimento, ela deve ser de alto valor nutritivo, propiciando ao animal o consumo adequado de quantidades de energia e proteína que possibilite o ganho de peso ou produção de leite.

Por outro lado, a suplementação protéica geralmente compensa as flutuações no teor de PB da forragem, promovendo melhor nutrição para os animais (YASMAN et al., 1979). Segundo DAVISON et al. (1991), a comparação entre o fornecimento pelo concentrado de diferentes fontes protéicas com diferentes degradabilidades no rúmen devem ser incorporadas nas formulações de dietas. O controle da degradação da proteína bruta no rúmen pode ser utilizado na

tentativa de sincronizar a liberação de amônia e peptídeos com a disponibilidade de esqueletos de carbono e energia (ATP), de forma a obter máxima eficiência de síntese microbiana, bem como quantificar a disponibilidade de proteína não degradável no rúmen para o trato gastrintestinal inferior (ARC, 1984; RUSSELL et al., 1992).

Os ruminantes podem ajustar o consumo voluntário em função de sua demanda fisiológica de energia, até que a capacidade física do rúmen atinja um limite. Em dietas constituídas exclusivamente de volumosos de média e baixa qualidade, um dos fatores mais importantes no controle do consumo voluntário é a distensão física do rúmen. Por outro lado, sabe-se que, nas dietas ricas em concentrado, os mecanismos quimiostáticos e termostáticos podem atuar na regulação do consumo voluntário. Nas dietas de alta densidade calórica, ocorre uma elevação na concentração de produtos metabólicos no rúmen ou na corrente sangüínea após a refeição, que estimulará receptores quimicamente sensíveis, que por sua vez, atuarão no sistema nervoso central responsável pela saciedade. (BALCH e CAMPLING, 1962; MONTGOMERY e BAUNGARDT, 1965).

Para ruminantes alimentados com forragens de alta digestibilidade, o consumo parece ser limitado pelo mecanismo metabólico (REARTE e PIERONI, 2001). Entretanto, quando concentrados são incluídos nesta dieta, a utilização da energia fornecida pela forragem é quase completamente substituída pela energia do concentrado que, geralmente, está na forma mais disponível ao animal (DIXON e STOCKDALE, 1999). Quando os animais têm para a alimentação forragens de média e baixa digestibilidade, geralmente a quantidade de energia disponível aos animais é menor, reduzindo a capacidade dos microrganismos de utilizarem os nutrientes e, conseqüentemente, os mecanismos do controle físico podem restringir o consumo de forragem (FORBES, 1995).

Quando são utilizadas forragens de baixa qualidade, a taxa de substituição dessa forragem, em relação ao concentrado protéico suplementar, é menor do que com forragens de melhor qualidade. Isso causa uma substancial ineficiência de utilização do concentrado (RAFIA et al., 1995). A influência do suplemento

concentrado nessas dietas é menor para o enchimento físico do rúmen comparada com a forragem, mas o concentrado tem efeitos indiretos no enchimento físico ruminal. Segundo REARTE e PIERONI (2001), esses efeitos podem modificar a quantidade de resíduos indigestíveis que estão presentes no retículo-rúmen, por meio da taxa de digestão microbiana dos componentes fibrosos ou influenciar a taxa de remoção dos resíduos indigestíveis do rúmen.

DEL CURTO et al., (1990) observaram mudanças no conteúdo de matéria seca ruminal, quando utilizaram suplementos com alta proteína, na dieta de novilhas, determinando o enchimento físico 4 horas pós-refeição. Entretanto GARZA-FLORES (1990), trabalhando com novilhos de corte alimentados com dietas contendo concentrado, não evidenciou modificações no conteúdo de MS 3h50 e 5 horas após a alimentação.

Contudo, com o fornecimento de elevadas quantidades de concentrado na dieta, podem ser esperados aumentos lineares no consumo de matéria seca total, verificando-se menores consumos de FDN devido principalmente à redução da porcentagem de volumoso na dieta. No entanto níveis mínimos de consumo de FDN devem ser mantidos, pois a redução desses para os ruminantes pode afetar a manutenção das condições ótimas do rúmen (MERTENS, 1994), alterando as proporções de ácidos graxos voláteis, estimulando a mastigação e mantendo o pH adequado para atividade microbiana (VAN DER LINDEN et al., 1984; KENNEDY e BUNTING, 1992).

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar o efeito da suplementação com concentrado sobre o consumo de matéria seca, do conteúdo e variáveis ruminais e da cinética do trato gastrointestinal de vacas mestiças em confinamento, alimentadas com o capim-elefante fornecido picado.

Material e Métodos

O local, área experimental, manejo das capineiras e esvaziamentos ruminais foram descritos no capítulo dois. No presente capítulo foram apresentadas apenas as modificações das metodologias pertinentes a esse trabalho.

Períodos de avaliação

O experimento foi dividido em três períodos de avaliação com duração de 31 dias cada, sendo 10 para adaptação dos animais às dietas, 10 para avaliação do consumo, sete para a administração dos indicadores e coleta de fezes e quatro para os esvaziamentos ruminais. O experimento teve a duração total de três meses e o manejo dos animais e das capineiras foi realizado no período de abril a junho de 2000.

Manejo dos animais e dietas

Foram utilizadas nove vacas mestiças 7/8 Holandês x Zebu, secas e canuladas no rúmen, com média de 542 kg de peso vivo, permanecendo em confinamento. As vacas foram pesadas a cada 7 dias, quando eram registrados seus escores corporais.

Os animais receberam capim-elefante cortado com 52 a 60 dias de idade, picado, fornecido duas vezes ao dia. Os tratamentos foram: capim-elefante picado sem concentrado; capim-elefante com 2 kg e 4 kg de concentrado.

Os consumos diários de matéria seca foram feitos utilizando sistema de cochos individuais automáticos (*Calan-Gates*), pesando-se o oferecido e as sobras do capim e do concentrado administrado para as vacas, conforme procedimentos de adaptação e utilização do sistema descritos por SOARES et al. (1999). No fornecimento das dietas, o concentrado foi oferecido individualmente (duas vezes ao dia) para os animais e, após sua ingestão completa, foi colocado o volumoso, fornecido à vontade, duas vezes ao dia. Esse procedimento foi adotado para não

ocorrer mistura entre o concentrado e o volumoso, além do controle da ingestão do concentrado. O concentrado administrado era composto de milho grão 65%, farelo de algodão 10%, farelo de trigo 20%, uréia 2%, calcário 2% e mistura mineral 1%. A composição química do volumoso e do concentrado oferecido podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1- Composição química e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) do capim-elefante picado, cortado com 52- 60 dias de idade e dos ingredientes presentes no concentrado

Dieta		Variáveis (% da MS)				
Ingredientes	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS	NDT*
Capim-elefante	25,4	6,1	64,0	42,8	51,0	56,0
Concentrado	92,7	19,4	23,3	12,1	79,5	72,6
Milho grão	88,3	10,0	9,1	3,0	48,9	80,0
Farelo de algodão	92,2	30,2	20,0	13,0	43,0	60,0
Farelo de trigo	88,1	16,5	14,0	4,3	64,6	73,0
Uréia	98,0	277,1	-	-	-	-
Calcário	-	-	-	-	-	-
Mistura mineral	-	-	-	-	-	-

* NRC (2001)

Procedimento experimental

Os esvaziamentos do rúmen foram realizados em quatro dias, a cada mudança de dieta, com exceção do realizado no início do experimento, quando se procedeu os esvaziamentos além do horário de duas horas pós-refeição a do horário de jejum (0h).

Na colheita de extrusas foram utilizadas três vacas secas, fistuladas no esôfago, que foram colocadas em confinamento ingerindo a mesma dieta dos animais experimentais. Os animais permaneceram com acesso livre aos cochos individuais e não foram submetidos a jejum prévio, sendo as colheitas feitas na quantidade de 1kg/vaca/dia.

As partículas de FDN das extrusas referentes a cada vaca foram homogeneizadas e lavadas manualmente em água corrente, sendo separadas por

meio de duas peneiras com aberturas de malha $\geq 5,66$ e $\leq 2,38$ mm (ALMEIDA, 1998). O peso seco a 55°C das partículas da FDN retido em cada peneira foi expresso em percentagem do peso seco total retido nas duas peneiras e, posteriormente, fervido em solução de detergente neutro durante 3 horas.

As partículas retidas na peneira menor ($\leq 2,38$ mm) foram marcadas com o itérbio, utilizando-se o cloreto de itérbio ($\text{YbCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), segundo a metodologia descrita por PRIGGE et al. (1981) e, na peneira maior ($\geq 5,66$ mm) com o cromo mordente, utilizando o dicromato de sódio ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), segundo procedimentos descritos por COLUCCI (1984). Após a fibra estar marcada, foram pesadas e embaladas em cápsulas de papel-toalha. Foram administradas 100 g desse material a cada animal, em dose única, diretamente via cânula ruminal, sendo duas cápsulas por animal, cada uma com 50 g e com um tamanho de partícula.

A colheita de fezes foi feita manualmente por meio de sacolas plásticas de 500 g, diretamente no reto, às 4, 6, 9, 12, 24, 32, 36, 48, 56, 72, 80, 96, 104, 112, 124, 132 e 144 horas após a administração das cápsulas e congeladas em freezer a -20°C. Por ocasião do término dos três períodos de colheita de fezes, as amostras foram descongeladas e secas em estufa de circulação a ar a 55° C e moídas a 1 mm. Em seguida, após a determinação da matéria seca a 105° C, foi conduzida a digestão nitroperclórica das amostras. As leituras dos teores de cromo e do itérbio foram realizadas no espectrofotômetro de absorção atômica. Com os resultados obtidos de cromo e itérbio fecal foram feitas as curvas de excreção para as estimativas da taxa de passagem das partículas.

As taxas de passagem e o tempo médio de retenção no rúmen foram calculados por meio das leituras das curvas de excreção dos indicadores, nos diferentes horários, pelo modelo não-linear de dois compartimentos (idade dependente e independente da permanência das partículas), proposto por QUIROZ et al. (1988), utilizando-se as estimativas das variáveis do mesmo como descrito a seguir:

$$y = C\phi \left[S^2 e^{-k_2 t} + e^{-\lambda_1 t} (-S^2 + S\lambda_1 t) \right]$$

Em que:

y = Concentração do indicador nas fezes;

T = Tempo após a administração do indicador;

C ϕ = Concentração inicial do indicador no trato gastrointestinal, assumindo mistura instantânea, no primeiro e segundo compartimento, respectivamente;

k₂ = taxa de passagem da partícula, de idade independente, no segundo compartimento;

λ_1 = taxa de passagem da partícula, de idade dependente no primeiro compartimento;

S = $\lambda_1 / (k_2 - \lambda_1)$;

T = (t- τ);

τ = tempo entre a administração do indicador e o primeiro aparecimento nas fezes.

Análises Estatísticas

As variáveis do modelo utilizado foram estimadas usando o procedimento NLIN do programa SAS (SAS, 1990). Foram fornecidos valores iniciais para os parâmetros, dentro do espaço paramétrico de cada um e segundo os valores esperados para os mesmos. Esses foram estimados, inicialmente, utilizando-se o método *Marquardt*. Tais valores, assim estimados, foram utilizados novamente no procedimento NLIN, adotando-se para os ajustes das curvas de excreção o método de *Gauss – Newton*.

O delineamento experimental para as demais variáveis consistiu de três Quadrados Latinos (3x3), com três vacas, três períodos e três tratamentos, a saber: capim-elefante picado sem concentrado; com 2 kg e com 4kg de concentrado. As comparações múltiplas entre médias foram feitas usando o teste *Student Newman Keuls* (SNK) no nível de 5% de probabilidade. Nas análises dos dados foi utilizado o seguinte modelo:

$$y_{ijkl} = \mu + q_i + a_j + p_k + t_l + qt_{il} + e_{ijkl}.$$

Em que:

y_{ijkl} = valor para característica de consumo de matéria seca total e do capim-elefante (kg/dia e % PV), dos conteúdos de matéria seca e fibra em detergente neutro em kg, variáveis ruminais, taxas de passagem no rúmen e pós-rúmen, além dos tempos médios de retenção da $j^{\text{ésima}}$ vaca, alimentada com o $l^{\text{ésimo}}$ tratamento estimado dentro do $i^{\text{ésimo}}$ quadrado latino, no $k^{\text{ésimo}}$ período;

μ = constante comum a toda observação;

q_i = efeito do quadrado latino i ($i = 1$ a 3);

a_j = efeito do animal j ($j = 1$ a 3);

p_k = efeito da período k ($k = 1$ a 3);

t_l = efeito do tratamento l ($l = 1$ a 3);

qt_{il} = efeito da interação quadrado latino i x tratamento l ;

e_{ijkl} = erro aleatório associado a todas observações

O tratamento (suplementação em quilogramas de concentrado) como efeito quantitativo foi significativo, quando isolado ou em interação. Assim sendo, conduziu-se a análise de regressão para avaliar o efeito da suplementação sob a variável em estudo pelo procedimento REG do SAS (SAS, 1990). Nesse caso, foi proposto um modelo linear, admitindo a seguinte notação:

$$y_{ij} = a + b x_i + e_{ij};$$

Em que:

y_{ij} = valor médio estimado pelo modelo de análise de variância para o consumo de matéria seca total e de capim-elefante, sob consideração;

a = intercepto;

b = coeficiente de regressão do termo linear do efeito de x sobre y ;

x_i = suplementação concentrada ($i=0, 2$ e 4 kg);

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação de y_{ij} .

Resultados e Discussão

Os consumos médios de matéria seca dos animais que receberam o capim-elefante com 52-60 dias sem suplementação (7,4 kg ou 1,38% do PV) foi superior ($P<0,05$) àquele suplementado com 4 kg (6,6 kg ou 1,23% do PV) de concentrado. O consumo dos animais do tratamento com 2 kg (7,4 kg ou 1,38% do PV) foi semelhante ($P>0,05$) aos outros dois tratamentos. No entanto o consumo de matéria seca total foi diferente ($P<0,05$) entre os três tratamentos. O consumo de MS total dos animais suplementados com 4 kg (10,3 kg ou 1,92% do PV) foram superiores ($P<0,05$) aos obtidos com o suplementado com 2 kg (9,0 kg ou 1,66% do PV) de concentrado que, por sua vez, foi superior ($P<0,05$) ao capim-elefante sem suplementação (7,4 kg ou 1,38% do PV). A relação concentrado/volumoso consumido nas diferentes dietas foi em torno de 20:80 e 40:60 em percentagem da MS para os animais suplementados com dois e quatro quilogramas de concentrado, respectivamente (Tabela 2).

Os valores de consumo, observados para o capim-elefante, podem ter sido influenciados tanto em função da composição química do capim picado como pela quantidade de concentrado ingerido, além da interação entre esses fatores. A composição química do capim-elefante foi de 6,1% de PB, 64% de FDN, 42,0% de

FDA e 51,8% de DIVMS e, para o concentrado, foi 19% de PB, 23,3% de FDN, 12,1% de FDA e 79% de DIVMS.

Tabela 2- Consumo de matéria seca (MS) total e do capim-elefante picado com 52-60 dias de idade suplementado com 2 e 4 kg de concentrado, por vacas mestiças (H x Z)

Suplemento (kg)	CONSUMO (% MS)			
	Capim-elefante		Total	
	kg/dia	%PV	kg/dia	%PV
Sem concentrado	7,4 a	1,38 a	7,4 c	1,38 c
2	7,2 ab	1,32 ab	9,0 b	1,66 b
4	6,6 b	1,23 b	10,3 a	1,92 a
EPM	1,44	0,62	1,44	0,62
CV(%)	29,4	29,2	23,4	23,2

EPM: erro padrão da média;

CV: Coeficiente de variação;

Na coluna, a>b (P < 0,05) pelo teste de Newman-Keuls

Com relação à composição química, a redução no consumo, em parte, se justifica pelos teores de FDN na dieta, os quais mantêm estreita relação com o consumo voluntário. Da mesma forma, quando o teor de proteína bruta é inferior a 12%, os animais reduzem o consumo do alimento (VAN SOEST, 1994). Isso é devido, principalmente, à necessidade de valores mínimos de nitrogênio para a utilização eficiente da fibra dos alimentos pelos microrganismos do rúmen (MILFORD e MINSON, 1966) e ao teor de FDN, pelo aumento no tempo de permanência do alimento no trato gastrintestinal (FORBES, 1995).

Esses fatores também estão diretamente ligados à maior ou menor digestibilidade da forragem. Quando os valores de DIVMS da forragem atingem 68%, normalmente o consumo de forragens aumenta (BLASER et al., 1986). Por outro lado, quando a digestibilidade de uma forrageira é inferior a 65%, há necessidade de suplementação. Com isso, evita-se a queda do consumo de alimento e do nível de energia, sendo este procedimento dependente das exigências dos animais (DERESZ, 2000).

Pôde-se constatar, ainda, que os animais reduziram o consumo de MS do capim-elefante, em função da maior quantidade de material morto (10% do oferecido) aliado aos elevados teores de FDN na forragem picada. Resultados de pesquisas (REID et al., 1972; LE DU e PENNING, 1982; BAKER, 1982) mostraram menores consumos de forragens sob pastejo e corte no período de outono. Segundo esses autores, possivelmente devido à maior quantidade de material morto, que reduz a digestibilidade da dieta em função da paralisação do crescimento causado pela redução das temperaturas e das chuvas, além do início da mobilização de reservas para o florescimento nesse período. Esse fato também pode ter ocorrido no presente trabalho.

CORBETT (1978) constatou que vacas leiteiras diminuíram o consumo em 12%, embora o capim oferecido estivesse com valores de digestibilidade elevados, concluindo ser efeito da estação do ano. Entretanto LE DU e PENNING (1982) observaram que o material morto aumentou de 8 a 28%, assim como a incidência de doenças, atribuindo a esses fatores uma menor preferência pela forragem.

Por outro lado, é possível que o consumo, no presente trabalho, possa ter sido afetado pelo teor de FDN do capim. Segundo DIAS et al. (2000), em trabalho de revisão, existe alta correlação entre o consumo de matéria seca e o teor de FDN da forragem. Em dietas que contêm menos de 65% de concentrado ou mais de 32% de FDN, o consumo é regulado pelo efeito do enchimento físico.

Para o estudo do reflexo da relação volumoso:concentrado, no consumo de matéria seca das diferentes dietas, considerou-se que poderiam ocorrer diferentes efeitos entre o capim-elefante e a suplementação com 2 e 4 quilogramas de concentrado. Esses efeitos são descritos como associativos (MOORE, 1980), podendo ser classificados como substitutivos, aditivos ou combinados. Segundo o mesmo autor, no efeito substitutivo, o consumo de energia proveniente do concentrado se mantém constante, e o da forragem decresce. Para o efeito aditivo ocorre o inverso, o consumo de concentrado aumenta e o de forragem se estabiliza. Por último, no efeito combinado, observa-se que o consumo de concentrado aumenta e o consumo da forragem diminui.

Neste trabalho foi utilizada a análise de regressão para estudar esses efeitos. Para tanto, foi obtida para o consumo de capim-elefante a equação $y=7,45 - 0,2X$ com coeficiente de determinação (R^2) de 92% e, para o consumo de MS total, a equação $Y=7,45 + 0,725X$ ($R^2=99\%$), em que $X= 0, 2$ e 4 kg de concentrado.

Houve efeito linear em função da suplementação para o consumo de MS total, demonstrando aumento de $0,725$ kg de MS a cada dois quilogramas de concentrado adicionado à forragem. Para o consumo de capim-elefante, ocorreu o mesmo efeito linear em função da suplementação, no entanto mostrou redução no consumo do capim, em função do fornecimento de concentrado, evidenciando a cada 2 kg de concentrado fornecido, redução em $0,200$ kg de matéria seca no consumo de capim-elefante.

Em função dos resultados obtidos, ocorreu efeito associativo combinado (MOORE, 1980), havendo aumento no consumo de energia com a adição de concentrado à dieta, combinado com decréscimo do consumo de energia proveniente da forragem, considerando-se os coeficientes de substituição de MS do capim-elefante de 100 e 200 g por quilograma de concentrado para os tratamentos com a suplementação de 2 e 4 kg, respectivamente. As associações entre o consumo de concentrado em relação ao consumo de matéria seca total e do capim-elefante podem ser observados na Figura 1.

HOLMES e WILSON (1990) reportaram que, a cada kg de matéria seca de concentrado, significa $0,5$ a $0,8$ kg a menos de volumoso. Entretanto valor próximo foi observado com a suplementação de 4 kg de concentrado. LUCCI (1997) observou, em vacas em lactação, efeito de substituição de $0,93$ e $0,73$ kg de volumoso, quando os animais estavam com $3-6$ e $7-12$ semanas de lactação.

Resultados superiores, encontrados na literatura, são provavelmente devidos a utilização de vacas em lactação e forragens de melhor qualidade, nos quais a demanda de energia e o valor nutritivo da forragem avaliados foram maiores do que nesse estudo. Segundo MONTGOMERY e BAUNGARDT (1965), dependendo da demanda fisiológica e de energia, os animais ajustam o consumo

voluntário até que ocorra a limitação física. Os efeitos de substituição são menores quando são utilizadas forragens de média e baixa qualidade. No entanto, usualmente, os consumos de matéria seca são inferiores quando o capim-elefante é utilizado picado (AROEIRA et al. 1999).

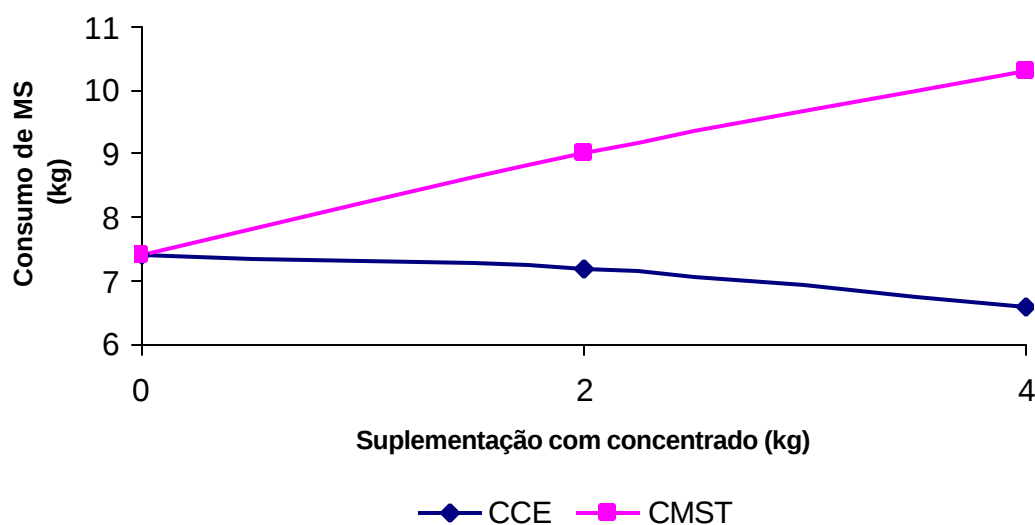


Figura 1. Consumo de matéria seca total (CMST) e de capim-elefante (CCE) picado e cortado com 52-60 dias, sem suplementação e suplementado com 2 e 4 kg de concentrado fornecido a vacas mestiças (H x Z)

Comportamento semelhante ao do consumo de matéria seca foi obtido para os valores de matéria seca do conteúdo ruminal. Os conteúdos ruminais dos animais que receberam capim-elefante como dieta exclusiva foi de 13,3 kg ou 2,48% do PV, de 11,7 kg ou 2,13% do PV, quando o capim foi suplementado com 2 kg de concentrado e 14,4 kg ou 2,70% do PV com 4 kg de concentrado. Houve diferença ($P < 0,05$) entre tratamentos na quantidade de matéria seca no rúmen. O valor do conteúdo ruminal no tratamento com suplementação de 4 kg foi superior ($P < 0,05$) àquele suplementado com 2 kg de concentrado, e a quantidade do

conteúdo de matéria seca dos animais sem suplementação foi semelhante ($P>0,05$) a dos outros dois tratamentos. No entanto não houve diferença ($P>0,05$) entre tratamentos no conteúdo de FDN no rúmen (Tabela 3).

Tabela 3- Conteúdo ruminal de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) do capim-elefante kg/dia e percentagem do peso vivo (%PV) sem suplementação e com 2 e 4kg de concentrado, de vacas mestiças (H x Z)

Suplemento (Kg)	CONTEUDO RUMINAL			
	MS		FDN	
	kg/dia	%PV	kg/dia	%PV
Sem concentrado	13,3 ab	2,48 ab	10,3	1,94
2	11,7 b	2,13 b	10,2	1,86
4	14,4 a	2,70 a	10,8	2,05
EPM	1,33	0,61	1,22	0,57
CV(%)	13,4	15,4	14,3	16,9

EPM: erro padrão da média;

CV: Coeficiente de variação;

Na coluna, $a>b$ ($P < 0,05$) pelo teste de Newman-Keuls

Resultados inferiores foram observados por GARZA-FLORES (1990), que obteve 9,1 e 9,8 kg de matéria seca em dois horários de esvaziamentos ruminais (3h50 e 5 horas) pós-refeição em novilhos de corte, ingerindo dietas com a relação de 80:20 concentrado:volumoso. Segundo o autor, a adição de concentrado em dietas aumenta a quantidade de matéria seca no rúmen. Entretanto CAMPLING (1966) ao utilizar níveis de concentrado de 2,5; 5,0 e 7,5 kg/dia em dietas *ad libitum* de feno, não observou diferença na quantidade de matéria seca em novilhos. POORE et al. (1990) também não observaram influência ao utilizar 30, 60 e 90% de concentrado em novilhas alimentadas com feno de alfafa. No entanto DEL CURTO et al. (1990), a partir de esvaziamentos ruminais conduzidos antes da refeição e 4 horas pós-refeição, observaram aumento do conteúdo ruminal de matéria seca e fibra em detergente neutro, quando utilizaram dietas com elevados níveis de concentrado.

Embora, no presente estudo, o enchimento físico tenha sido avaliado somente antes da refeição e duas horas pós-refeição, evidenciou-se aumento da quantidade de matéria seca no rúmen, quando foi fornecido 4 kg comparado aos 2 kg de concentrado. Não foi observado efeito entre os tratamentos sem suplementação e 2 kg de concentrado. Isso possivelmente ocorreu em função de melhor eficiência dos microrganismos ruminais na degradação da fibra no tratamento com 2 kg, em relação à suplementação com 4 kg de concentrado. Existem diferentes efeitos que podem modificar a quantidade de resíduos indigestíveis presentes no retículo-rúmen, que alteram a taxa de digestão microbiana dos componentes fibrosos ou influenciam a taxa de remoção dos resíduos indigestíveis do rúmen. (REARTE e PIERONI, 2001).

Com referência às avaliações do conteúdo ruminal, foi constatado que ocorreram mudanças nesses valores em função da capacidade física do rúmen. PURSER e MOIR (1966) afirmam que mudanças no conteúdo ruminal dos animais sofrem variações ao longo do dia, principalmente após as refeições. Entretanto, WARNER e STACY (1965) mostraram tendência similar nas mudanças do conteúdo ruminal durante o dia, quando utilizaram ovinos alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. Os mesmos autores indicaram que durante a alimentação, há aumento considerável no conteúdo ruminal, mas que, 2 a 4 horas após a refeição, o conteúdo do rúmen tende a retornar para os valores iniciais, sendo esses maiores do que aqueles medidos antes da refeição. Observaram também valores inferiores para as dietas com menor nível de concentrado, em relação às dietas com níveis de concentrado mais elevados. Resultados semelhantes foram encontrados no presente estudo (Tabela 5). A relação do conteúdo de matéria seca e fibra em detergente neutro em função da suplementação de concentrado pode ser observado na Figura 2.

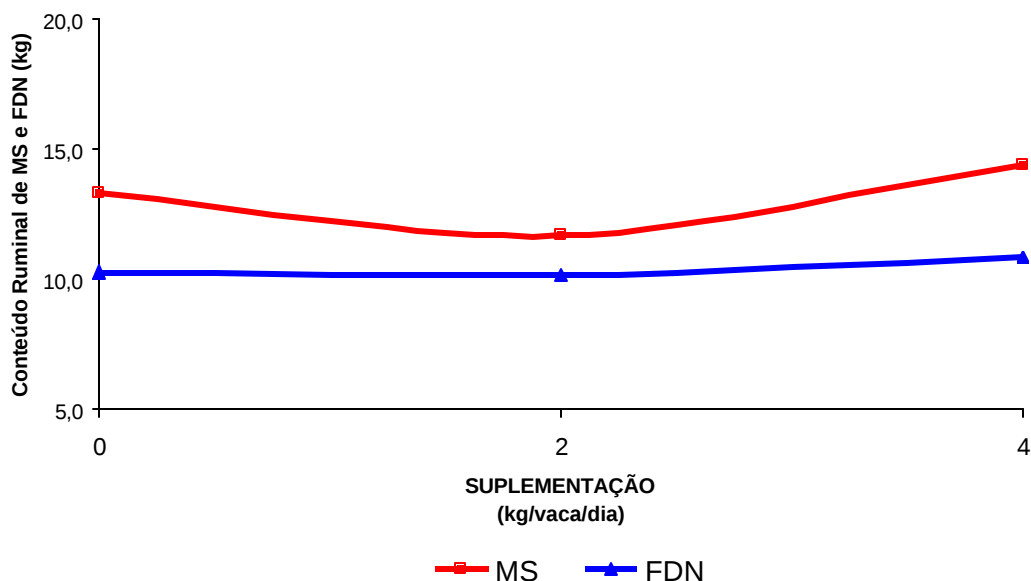


Figura 2. Conteúdo ruminal (kg) 2 horas pós-refeição, de vacas mestiças, as quais ingeriram dietas de capim-elefante com 52-60 dias de idade, sem suplementação e com 2 e 4 kg de concentrado.

Por outro lado, vários trabalhos relacionando, a adição crescente de níveis de concentrado na dieta, mostram a redução do consumo de FDN, influenciando a digestibilidade total dos alimentos, alterando as proporções de AGV e o adequado pH para manter atividade microbiana (MERTENS,1994). Entretanto, no presente estudo, não foram observadas alterações na quantidade de FDN no rúmen em função da suplementação concentrada que permaneceu estável, favorecendo a adequada utilização da dieta fornecida.

Com relação às variáveis ruminiais, medidas de acordo com a suplementação de concentrado, não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos para os valores médios de pH (6,9), concentrações de acetato (38,7 mMol/mL), propionato (13,9 mMol/mL) e concentração total de ácidos graxos voláteis (59,27 mMol/mL). Foram detectadas apenas diferenças na concentração de amônia e de butirato, conforme pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4- Variações de pH, concentrações molares de ácidos graxos voláteis (AGV) e amônia (NH₃) no rúmen de vacas mestiças que ingeriram capim-elefante sem suplementação e suplementado com 2 e 4 kg de concentrado

Suplemento (kg)	pH	NH ₃ (mg/mL)	AGV (mMol/mL)			
			Acetato	Propionato	Butirato	Total
Sem concentrado	6,9	6,5 c	39,1	13,1	4,5 b	56,8
2	7,0	11,6 b	36,8	12,8	6,9 ab	56,6
4	6,8	15,7 a	40,1	15,8	7,9 a	63,9
Média	6,9	12,3	38,7	13,9	6,4	59,1
EPM	0,35	1,96	2,35	2,34	1,52	4,67
CV(%)	1,8	33,9	14,3	39,3	35,6	-

EPM: erro padrão da média;

CV: Coeficiente de variação;

Na coluna, a>b (P < 0,05) pelo teste de Newman-Keuls

As concentrações médias de amônia no rúmen dos animais que receberam 4 kg de concentrado (15,71 mg/mL) foi superior (P<0,05) ao tratamento com 2 kg (11,67 mg/mL) de concentrado, e ao capim sem suplementação (6,53 mg/mL). No entanto a concentração de butirato no rúmen apresentou diferença entre tratamentos. O tratamento com 4 kg de concentrado (7,93 mMol/mL) foi superior (p<0,05) ao sem suplementação (4,59 mMol/mL). Não houve diferença (P> 0,05) entre o tratamento com 2 kg e os outros.

Em vários estudos, tem-se observado que a utilização de quantidades elevadas de concentrado na dieta de ruminantes causam redução nos valores de pH ruminal, devido as maiores quantidades de carboidratos fermentáveis no rúmen (LUCCI, 1997). Entretanto não foram observados efeitos dessa natureza no presente experimento (Figura 4). É possível que em função da relação volumoso:concentrado utilizada não houve grandes alterações na flora ruminal.

No entanto as modificações, das concentrações de amônia, podem ter sido causadas, por uma maior eficiência proteolítica das bactérias, deaminando compostos nitrogenados, como a uréia presente no concentrado (CHURCH, 1975). A maior produção de butirato pode ter sido em consequência da maior disponibilidade de concentrado na dieta, favorecendo maior produção de ácido

propiónico e butírico em relação à produção de ácido acético (SILVA e LEÃO, 1979).

As taxas de passagem, os tempos médios de retenção no rúmen e no trato gastrointestinal não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre tratamentos para a partícula no tamanho $\geq 5,66$ mm. Entretanto apresentaram diferenças ($P<0,05$) para o tamanho de partícula $\leq 2,38$ mm ($P<0,05$) e em relação aos dois níveis de suplementação avaliados (Tabela 5).

Tabela 5-Taxa de passagem no rúmen (K_1) e pós-rúmen (K_2) e tempo médios de retenção no rúmen (TRR) de vacas mestiças, das partículas de fibra em detergente neutro, com tamanhos de peneiras de $\geq 5,66$ e $\leq 2,38$ mm, do capim-elefante colhido com 52 a 60 dias de idade, sem suplementação e suplementado com 2 e 4 kg de concentrado

Suplemento (kg)	TAMANHO DA PENEIRA (mm)					
	$\geq 5,66$			$\leq 2,38$		
	K_1 (%/h)	TRR (h)	K_2 (%/h)	K_1 (%/h)	TRR (h)	K_2 (%/h)
S/ concentrado	1,8	55,5	2,74	3,1b	32,2	4,2b
2	1,9	52,6	2,90	3,3ab	30,3	4,6ab
4	2,0	50,0	2,95	3,7a	27,0	5,0a
EPM	0,076	0,30	0,090	0,059	0,29	0,066
CV(%)	29,8	29,8	28,7	10,4	10,4	9,4

EPM: erro padrão da média;

CV: Coeficiente de variação;

Na coluna, a>b ($P < 0,05$) pelo teste de Newman-Keuls

A taxa de passagem no rúmen e pós-rúmen e o tempo médio de retenção ruminal não foram superiores para o tamanho de partícula de 2,38 mm em relação ao de 5,66 mm, provavelmente devido ao elevado coeficiente de variação ($CV=29,8\%$). Esse fato pode ser explicado, em função do tamanho da fibra. Partículas com menores tamanhos passam mais rapidamente pelo orifício retículo-omasal em relação àquelas com tamanho maior (POND et al., 1989), que terão maior tempo médio de permanência no trato gastrointestinal (QUIROZ et al., 1988).

A taxa de passagem da partícula com tamanho de 2,38 mm no rúmen e pós-rúmen dos animais suplementados com 4 kg (3,7 e 5,0%/h) de concentrado

foram superiores ($P < 0,05$) ao capim-elefante sem suplementação (3,1 e 4,2%/h). Entretanto, com o capim suplementado com 2 kg de concentrado (3,3 e 4,6%/h), teve comportamento semelhante ($P > 0,05$) aos outros tratamentos.

Resultados semelhantes para a taxa de passagem no rúmen (3,65%/h) foram reportados por FONTES et al. (2001), para o capim-elefante picado com diferentes níveis de restrição alimentar. Entretanto valores superiores de 4,1%/h foram obtidos por SOARES et al. (2001), quando utilizaram o capim-elefante sob pastejo, suplementado com 2 kg de concentrado.

A taxa de passagem do alimento no rúmen é uma variável de grande importância, pois determina o fluxo da digesta pelo trato gastrointestinal. No caso de forrageiras tropicais, esses valores são baixos em consequência, principalmente, do alto teor de fibra (FDN). A cinética de trânsito ou passagem refere-se ao fluxo de resíduos não digeridos do alimento ao longo do trato digestivo. O consumo total de matéria seca foi maior para os animais que receberam suplemento, possivelmente, em razão da maior taxa de passagem nesses tratamentos. Segundo MERTENS e ELY (1982), essas variáveis estão condicionadas, principalmente, ao nível de consumo, forma física da dieta, diferenças na ruminação entre animais, tipo de indicador usado na determinação da curva de excreção fecal, proporção volumoso:concentrado e a fatores climáticos (FAICHNEY, 1993). Nesse caso, é possível que o fator principal seja a utilização da relação volumoso:concentrado, favorecendo o aumento da taxa de passagem no tratamento com 4 kg de concentrado.

O tempo médio de retenção representa o tempo em que o alimento permanece no rúmen sofrendo a ação dos microrganismos para a redução do tamanho das partículas alimentares. Como é uma variável inversamente correlacionada com a taxa de passagem no rúmen ($TRR = 1/K_1$) (GROVUM e WILLIAMS, 1973), sofre influência do teor de FDN da dieta (FORBES, 1995) e, é dependente do limite físico do rúmen (JUNG e ALLEN, 1995).

O valor médio de 32h20, encontrado para o tempo de retenção ruminal do capim sem suplementação, foi semelhante aos 28h10, obtidos por ALMEIDA,

(1998). FONTES et al. (2001) observaram 21h20 obtidos por para o capim-elefante sob pastejo. Entretanto, VIEIRA (1995) também observou 31 horas para o capim-elefante colhido aos 61dias. Por outro lado, os valores obtidos para o capim-elefante suplementado com 2 kg (30h30) e com 4 kg (27h) de concentrado foram aparentemente maiores ao obtido por GARZA-FLORES (1990), (24h20), quando trabalhou com a relação concentrado:volumoso de 80:20, sendo o volumoso composto com feno de gramíneas e leguminosas.

Os dados médios da pesagem e ganho de peso das vacas durante o período experimental são apresentados na Tabela 6. Não houve diferença ($P>0,05$) entre tratamentos para o ganho de peso vivo diário nos três períodos avaliados.

Tabela 6- Variação de peso vivo (kg/dia) e ganho de peso vivo em kg em g/dia avaliados no período de 50 dias, de vacas H X Z alimentadas com o capim-elefante colhido com 52 a 60 dias de idade, sem suplementação e suplementado com 2 e 4 kg de concentrado

Período (dias)	Suplemento (kg)			média (kg)	CV (%)
	Sem concentrado	2	4		
1-7	523,8	562,3	508,7	531,6	69,2
8-28	547,0	523,3	586,0	552,1	83,9
29-50	540,3	558,5	529,3	542,7	62,6
Média	537,1	548,1	541,3	542,1	-
GPV	16,5	-3,8	20,7	11,1	96,4
GPV(g/dia)	0,330	-0,077	0,413	0,2	95,9

GPV: ganho de peso vivo

De uma maneira geral, os animais ganharam peso nos três tratamentos, com exceção do tratamento com 2 kg de concentrado, no qual, perderam 3,8 kg. Isso pode ter ocorrido, em consequência, de um baixo aproveitamento da dieta nesse tratamento e, possivelmente, do efeito do concentrado na modificação de resíduos indigestíveis no rúmen (REARTE e PIERONI, 2001).

O ganho de peso dos animais alimentados com o capim-elefante sem suplementação e suplementado com 4 kg de concentrado, foram de 0,330 e 0,413

kg/dia, respectivamente, mostrando que o fornecimento do capim-elefante exclusivo foi suficiente para a manutenção dos animais. É importante ressaltar que, quando foi considerado todo o período experimental, independente do tratamento, a variação média de peso vivo foi pequena, ou seja, em torno de 11,1 kg. No entanto, o coeficiente de variação destas medidas foram muito altos para os períodos analisados, sendo detectados valores de 69,2%; 83,9% e 62,6% para os períodos 1-7 dias, 8-28 dias e 29-50 dias, respectivamente (Tabela 6).

Os coeficientes de variação encontrados, foram considerados como a principal causa da não detecção de diferenças entre os tratamentos. DERESZ (2001) avaliando o ganho de peso vivo de vacas leiteiras, que ingeriram capim-elefante em pastejo, observou coeficientes de variação superiores (99,2%) ao do presente trabalho. Esses elevados coeficientes de variação são atribuídos, possivelmente, a alternância de ganho e perda de peso dos animais durante o experimento.

As exigências de proteína bruta (PB) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) calculados segundo o NRC (2001), para os animais experimentais, cujos pesos médios foram de 542 kg, revelaram que as exigências de proteína bruta para manutenção foram atendidas nos três tratamentos. Quanto às exigências de energia, foram atendidas nos tratamentos suplementados com 2 e 4 kg, excetuando-se para o capim-elefante sem suplementação (Tabela 7).

Uma possível explicação para o déficit energético seria que o consumo de capim-elefante exclusivo, tendeu a ser menor durante o período experimental, registrando-se valores médios de 7,4 kg de MS/vaca/dia, ou seja, o consumo observado pode ter comprometido o adequado suprimento de energia necessária para a manutenção dos animais desse tratamento. Entretanto o capim-elefante picado com 6,1% de PB foi suficiente para atender as exigências desse nutriente.

Os animais ingeriram em torno de 1,3% do PV de matéria seca, quando 80% da dieta era de capim-elefante que, no período de abril a junho, apresentou altos teores de FDN, FDA, além de baixa DIVMS, o que pode ter determinado o baixo consumo de matéria seca digestível (MSD), em torno de 3,83 kg/dia.

ROCHA (1989) relatou 9,5 kg/dia de MSD obtidos em sistema de pastejo e LOPES e AROEIRA (1998) 5,1 kg de matéria seca de capim-elefante com 60 dias de idade.

Tabela 7 - Demonstrativo das exigências¹ de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT)² para manutenção de vacas mestiças secas, alimentadas com capim-elefante picado, com 52-60 dias de idade, suplementado com 2 e 4 kg de concentrado durante o período de abril a junho de 2000

Dieta (kg)	Volumoso		Concentrado		Total		Exigência		Balanço	
	PB (g)	NDT (kg)	PB (g)	NDT (kg)	PB (g)	NDT (kg)	PB (g)	NDT (kg)	PB (g)	NDT (kg)
S/concentrado	0,484	3,77	0	0	0,484	3,77	0,386	3,97	0,09	-0,2
2	0,460	3,67	0,351	1,58	0,811	5,25	0,386	3,97	0,42	1,28
4	0,420	3,36	0,702	3,16	1,122	6,52	0,386	3,97	0,73	2,55

1. Exigências calculadas segundo o NRC (2001);

2. NDT estimado a partir CMS $\times$ DIVMS

Contudo, no presente trabalho, o capim-elefante suplementado com 4 kg de concentrado, a partir das exigências de manutenção calculadas para os animais e observado o excedente de 0,730 g de PB e 2,55 kg de NDT, seria suficiente para a produção de 8,6 kg de leite com 3,5% de gordura (NRC, 2001) e, justificando o ganho de peso nesse tratamento. DERESZ et al. (1997) observaram 5,5 kg de leite para vacas alimentadas com capim-elefante, cortado com 60 dias de idade, sem suplementação, indicando que o capim-elefante apresentou valores de composição química e NDT superiores ao calculado no presente trabalho para o capim-elefante sem suplementação.

Embora a suplementação com 4 kg de concentrado tenha favorecido o ganho de peso dos animais em 0,413 kg/dia, no período de 50 dias e a possibilidade de elevação da produção de leite, caso as vacas estivessem em lactação, a opção de suplementação ainda seria dependente do potencial de produção dos animais e do preço por quilograma de concentrado e do leite.

Conclusões

Ocorreu efeito associativo combinado para o consumo de capim-elefante em função do nível de suplementação concentrada.

O aumento da taxa de passagem não favoreceu o aumento do consumo de matéria seca devido ao efeito associativo causado pela suplementação com concentrado.

O conteúdo ruminal de MS sofreu modificações como resultado da adição de concentrado na dieta, provocando alterações na concentração de amônia e ácido butírico.

Referências

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **Protein requirements for ruminant livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 454p.

ALMEIDA, M, S. **Cinética ruminal e consumo voluntário de pasto por bovinos mantidos em pastagem natural na Zona da Mata, Viçosa, MG**. 1998. 98f. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ALVIM, M. J. et al. Estratégia de fornecimento de concentrado para vacas da raça holandesa em pastagem de coast-cross. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.34, n.9, p. 1711-1720, 1999.

AROEIRA, L. J. M. et al. A Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum). **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.78,n. 3-4, p. 313-324, 1999.

BAKER, R. D. Estimating herbage intake from animal performance. In: LEAVER, J. D. (Ed.) **Herbage intake handbook**. Hurley: The British Grasslands Society, 1982. p.77-93.

BALCH, C. C.; CAMPLING, C. R. Regulation of voluntary intake in ruminants. **Nutr. Abstr. Rev.**, v. 50, n. 5, p. 757-773, 1962.

BLASER, R. E. et al. **Forage animal management systems**. Blacksburg: Virginia Agricultural Experiment Station, 1986. 92p. (Bulletin, 86-7).

CAMPLING, R. C. The effect of concentrates on the rate of disappearance of digesta from the alimentary tract of cows given hay. **J. Dairy Res.**, v.33, n.1, p. 13-23, 1966.

CHURCH, D. C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition of ruminants**. OSU. Bookstores, 1975. 340p.

COLUCCI, P. E. **Comparative digestion and digesta kinetics in sheep and cattle**. 1984. 231f. Thesis (Doctor of Philosophy)-University of Guelph, Guelph.

CORBETT, J. L. Measuring animal performance. In: MANNETJE, L. T. (Ed.). **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Farnham Royal: CAB International, 1978. p.163-231.

CÓSER, A. C.; PEREIRA, A V. **Forrageiras para corte e pastejo**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. 37p. (Circular Técnica, 66).

DAVISON, T. M. et al. Responses in milk yield from feeding grain and meat and bone meal to cows grazing tropical pastures. **Aust. J. Exp. Agric.**, v.31, n.1, p. 159-163, 1991.

DEL CURTO, T. et al. Protein supplementation of dormant, tallgrass-Prairie forage. 1. Influence of varying supplemental protein and (or) energy levels on forage utilization characteristics of beef steers in confinement. **J. Anim. Sci.**, v. 68, n.2 p.515-531, 1990.

DERESZ, F. et al. Produção de leite e consumo de vacas mestiças Holandês x Zebu recebendo capim-elefante picado, com ou sem concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 34., 1997, Juiz de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 246-248.

DERESZ, F. Potencial de produção de leite utilizando Coast-cross e capim-elefante. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL,2.; SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES,8.,2000, Teresina. **Anais...** Teresina: SNPA,2000. v.1, p.165-180.

DIAS, H. L. C. et al. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n.2, p. 545-554, 2000.

DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Aust. J. Agric. Res.**, v. 50, n.5, p. 757-773, 1999.

FAICHNEY, G. J. Digesta flow. In: FORBES, J.M; FRANCE, J., (Ed.) **Quantitative of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: Commonwealth Agricultural Bureaux, Cambridge University Press, 1993. p.53-85.

FARIA, V. P. Formas de uso do capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 2., 1984, Coronel Pacheco, MG. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA CNPGL, 1994. p. 139-148.

FONTES, C. A. A. et al. Influência do nível de consumo sobre a degradabilidade das partículas e características ligadas à cinética ruminal, em novilhos pastejando capim-elefante. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.6, p.2134-2144, 2001. Suplemento.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Walingford: CAB INTERNATIONAL, 1995.

GARZA-FLORES, J. D. D. **Water kinetics in the rumen of beef cattle**. 1990. 168f. Thesis (Doctor of Philosophy)-Oklahoma State University, Oklahoma.

GOMIDE, J. A. Formação e utilização de capineiras de capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 1, 1990, Coronel Pacheco. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1990. p. 59-87.

GROVUM, W.L.; WILLIAMS, V.J. Rate of passage of digesta in sheep. 4. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate-constants derived from the changes in concentration of marker in feces. **Br. J. Nutr.**, v.30, n.2, p.313-329, 1973.

HOLMES, C.W.; WILSON, G.F. **Produção de leite a pasto**. Tradução de E. L. CAIELLI, Campinas : Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1990. 708p.

JUNG, H., G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **J. Anim. Sci.**, v.73, n.9, p.2774-2790, 1995.

KENNEDY, D. W.; BUNTING, L. D. Effects of starch on ruminal fermentation and detergent fiber digestion in lambs fed Bermuda grass hay. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v. 36, n.1-2, p.91-100, 1992.

LE DU, Y. L. P.; PENNING, P. D. Animal-based techniques for estimating herbage intake. In: LEAVER, J. D. (Ed.) **Herbage intake handbook**. Hurley: The British Grassland Society, 1982. p.37-75.

LOPES, F. C. F.; AROEIRA, L. J. M. Consumo, digestibilidade e degradabilidade e parâmetros ruminais em vacas Holandês x Zebu alimentadas com capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) picado. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.50, n.5, p. 593-599,1998.

LUCCI, C. S. **Nutrição e manejo de bovinos leiteiros**. São Paulo: Manole,1997 169p.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., D.C. **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-492.

MERTENS, D. R.; ELY, L. O. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization - a dynamic model evaluation. **J. Anim. Sci.**, v.54, n.4, p.895-905, 1982.

MILFORD, R.; MINSON, D. J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9, São Paulo, 1966, **Anais...** São Paulo, 1966. v.1, p.815-822.

MONTGOMERY, J. J.; BAUNGARDT, E. C. Regulation of food intake in ruminants II. Rations varying in energy concentrations. **J. Dairy Sci.**, v.48, n.12, p.1623-1628, 1965.

MOORE, J. E. Forage Crops In: HOVELAND, C. S. (Ed.) **Crop quality, storage, and utilization..** Madison: American Society, Inc., and Crop Science Society of America, Inc. 1980. p.61-91.

MOREIRA, H. A. **Suplementação de concentrados para vacas leiteiras**. 2.ed. Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1984. 34p. (Documentos, 43).

MOZZER, O. L. **Capim-elefante**: curso de pecuária leiteira. 2.ed. Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1993. 14p. (Circular Técnica, 17).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, DC, 2001. 158p.

POND, K. R. et al. Passage of chromium-mordanted and rare earth-labelled fiber: time dosing kinetics. **J. Anim. Sci.**, v. 67, n.4, p.1020-1028, 1989.

POORE, M. H.; MOORE, J. A.; SWINGLE, R. S. Differential passage rates and digestion of neutral detergent fiber from grain and forages in 30, 60 and 90% concentrate diets fed to steers. **J. Anim. Sci.**, v. 69, n.10, p.2646-2654, 1990.

PRIGGE, E. C. et al. Comparison of ytterbium chloride and chromium sesquioxide as fecal indicators. **J. Anim. Sci.**, v. 53, n.6, p. 1629-1633, 1981.

PURSER, D. B.; MOIR, R. J. Rumen volume as a factor involved in individual sheep differences. **J. Anim. Sci.**, v. 25, n.4, p. 509-515, 1966.

QUIROZ, R. A. et al. Selection among non-linear models for rate of passage studies in ruminants. **J. Anim. Sci.**, v. 66, n. 11, p. 2977-2986, 1988.

RAFIA, M.; DIXON, R. M.; HOSKING, B. J. Interactions between leaf/stem content of straw and responses of sheep to supplements. In: ROWE, J. B.; NOLAN, J. B. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition in Australia**. Armidale: University of New England Press. 1995. p.3551-61.

REARTE, D. H.; PIERONI, G. A. Supplementation of temperate pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 679-689.

REID, G. W.; GREENHALGH, J. F. D.; AITKEN, J. N. The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production. IV. An evaluation of two methods of avoiding the rejection of fouled herbage by dairy cows. **J. Agric. Sci.**, v.78, n.3, p.491-496, 1972.

ROCHA, R. Avaliação de pasto de capim-elefante *Pennisetum purpureum* Schumacher, na produção de leite de vacas mestiças holandês x zebu, alimentadas com diferentes fontes alimentares, no período da seca. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.40, n.3, p.451-454, 1989.

RODRIGUES, L. R. A.; MONTEIRO, F. A.; RODRIGUES, T. J. D. Capim-elefante. In: PEIXOTO, A. M. et al. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM 17, 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p.135-156.

RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets : I - Ruminal fermentation. **J. Anim. Sci.**, v.70, n.9, p.3551-3561, 1992.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. 5. ed. Cary, 1990. v.1, 956p.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba; Livroceres, 1979. 380p.

SOARES, J. P. G. et al. Estimativas do consumo e da taxa de passagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) sob pastejo de vacas em lactação. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.6, p.2183-2191, 2001. Suplemento.

SOARES, J. P.G. et al. Avaliação do consumo de vacas em lactação, medido em sistema “calan gates” e estimado pelo óxido crômico. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36.,1999, **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 1999, p.275.

VAN DER LINDEN, Y.; VAN GYLSWYK, N. O.; SCHWARTZ, H. M. Influence of supplementation of corn stove with corn grain on the fibrolytic bacteria in the rumen of sheep and their relation to the intake and digestion fiber. **J. Anim. Sci.**, v.59, n.3 p.772-783, 1984.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIEIRA, R.A.M. **Modelos matemáticos para estimativa de parâmetros da cinética de degradação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum., CV. Mineiro) em diferentes idades de corte**. 1995. 68f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

WARNER, A. C. I.; STACY, B. D. Solutes in the rumen of the sheep. **J. Exp. Physiol.**, v.50, n.1, p.169-184, 1965.

YASMAN, Y. et al. Supplementation of dairy cows grazing intensively managed tropical grass pastures at two stoking rates. **J. Agric. Univ. Puerto Rico**, v.63, n.2, p.281-293, 1979.

APÊNDICE A

Tabela 1A. Conteúdo ruminal nos diferentes horários de esvaziamento ruminal (0,2,4 e 6 horas) em função dos conteúdos de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) em kg, no rúmen de vacas mestiças em lactação ao ingerirem capim-elefante em três idades de corte 30,45 e 60 dias.

Idade (dias)	CONTEÚDO RUMINAL FDN (kg)					
	30		45		60	
	MS(kg)	FDN (kg)	MS(kg)	FDN (kg)	MS(kg)	FDN (kg)
Horas						
0	6,98	4,84	7,61	5,34	7,96	5,84
2	11,15	7,68	11,60	8,21	11,25	8,02
4	12,80	8,84	12,80	9,13	12,27	8,67
6	11,91	8,32	11,19	8,07	11,00	7,77
Média	10,71	7,42	10,80	7,69	10,62	7,57
EPM	1,30	1,12	1,30	1,12	1,30	1,12

EPM: erro padrão da média.

(P < 0,05)

Tabela 2A. Enchimento físico ao ponto máximo (horas) em função dos conteúdos de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) em kg e % PV, induzido pelo capim-elefante em três idades de corte 30,45 e 60 dias.

Idade		ENCHIMENTO FÍSICO			
Dias	Tempo	MS (kg)	MS (%PV)	FDN (kg)	FDN (%PV)
30	4h22	10,7	2,00	7,40	1,46
45	3h55	10,8	2,04	7,60	1,49
60	3h50	10,6	1,99	7,57	1,41
EPM	-	1,30	0,56	1,12	0,49

EPM: erro padrão da média.

(P < 0,05)

Tabela 3A - Resumo das análises de variância do esvaziamento ruminal, cinética do trato gastrointestinal e consumo de vacas em lactação e da composição química do conteúdo ruminal sólido, líquido e do capim-elefante picado com 30,45 e 60 dias de crescimento.

Fonte de variação	GL	QM	F
Esvaziamento ruminal			
1. Matéria natural (kg)			
Quadrado latino	2	2922,06	36,52*
Linha(QL)	6	895,13	11,19*
Etapa (QL)	6	415,43	5,19
Tratamento(Trat.)	2	77,05	0,96
QL* Trat	4	119,72	1,50
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	70,41	0,88
Hora	3	11410,33	142,62*
QL*Hora	6	55,89	0,70
Trat*Hora	6	122,77	1,53
QL*Trat*Hora	12	60,54	0,76
Resíduo	53	80,00	
Total	106		
2. Matéria seca (kg)			
Quadrado latino	2	72,93	24,94*
Linha(QL)	6	20,96	7,17*
Etapa (QL)	6	33,63	11,50
Tratamento(Trat.)	2	0,32	0,11
QL* Trat	4	1,20	0,41
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	2,01	0,69
Hora	3	144,87	49,53*
QL*Hora	6	0,64	0,22
Trat*Hora	6	3,46	1,18
QL*Trat*Hora	12	1,00	0,34
Resíduo	53	2,92	
Total	106		
3. FDN (kg)			
Quadrado latino	2	35,35	22,18*
Linha(QL)	6	8,24	5,17*
Etapa (QL)	6	13,61	8,54
Tratamento(Trat.)	2	0,86	0,54
QL* Trat	4	1,19	0,75
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	1,80	0,51
Hora	3	72,33	45,37*
QL*Hora	6	0,49	0,31
Trat*Hora	6	1,57	0,99
QL*Trat*Hora	12	0,64	0,40
Resíduo	53	1,59	
Total	106		

4. Matéria natural (%PV)			
Quadrado latino	2	53,05	18,60
Linha(QL)	6	14,85	5,21
Etapa (QL)	6	15,51	5,44
Tratamento(Trat.)	2	3,28	1,15
QL* Trat	4	5,30	1,86
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	2,82	0,99
Hora	3	425,08	149,00*
QL*Hora	6	2,65	0,93
Trat*Hora	6	4,60	1,61
QL*Trat*Hora	12	2,51	0,88
Resíduo	53	2,85	
Total	106		
5. MS (%PV)			
Quadrado latino	2	1,52	14,83
Linha(QL)	6	0,41	4,01
Etapa (QL)	6	1,13	11,05
Tratamento(Trat.)	2	0,02	0,29
QL* Trat	4	0,08	0,78
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	0,08	0,84
Hora	3	5,63	54,90*
QL*Hora	6	0,03	0,30
Trat*Hora	6	0,12	1,17
QL*Trat*Hora	12	0,03	0,38
Resíduo	53	0,10	
Total	106		
6. FDN (%PV)			
Quadrado latino	2	0,69	11,53
Linha(QL)	6	0,20	3,34
Etapa (QL)	6	0,50	8,45
Tratamento(Trat.)	2	0,05	0,90
QL* Trat	4	0,06	1,08
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	0,03	0,52
Hora	3	2,74	45,68*
QL*Hora	6	0,02	0,36
Trat*Hora	6	0,05	0,97
QL*Trat*Hora	12	0,02	0,40
Resíduo	53	0,06	
Total	106		

7. Líquido ruminal (kg)			
Quadrado latino	2	160,56	4,38
Linha(QL)	6	257,34	7,01
Etapa (QL)	6	198,28	5,40
Tratamento(Trat.)	2	56,45	1,54
QL* Trat	4	62,90	1,71
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	75,61	2,06
Hora	3	145,52	3,97
QL*Hora	6	59,67	1,63
Trat*Hora	6	32,19	0,88
QL*Trat*Hora	12	17,52	0,48
Resíduo	53	36,68	
Total	106		
8. Líquido ruminal (%PV)			
Quadrado latino	2	7,90	5,59
Linha(QL)	6	11,10	7,85
Etapa (QL)	6	7,89	5,58
Tratamento(Trat.)	2	2,46	1,74
QL* Trat	4	2,24	1,58
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	3,09	2,19
Hora	3	5,49	3,88
QL*Hora	6	2,60	1,84
Trat*Hora	6	1,19	0,85
QL*Trat*Hora	12	0,70	0,50
Resíduo	53	1,41	
Total	106		
9. Matéria seca (%)			
Quadrado latino	2	2,78	1,21
Linha(QL)	6	4,60	1,99
Etapa (QL)	6	26,17	11,35
Tratamento(Trat.)	2	0,52	0,23
QL* Trat	4	0,43	0,19
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	0,65	0,28
Hora	3	7,70	3,34
QL*Hora	6	1,71	0,74
Trat*Hora	6	4,49	1,95
QL*Trat*Hora	12	1,14	0,50
Resíduo	53	2,30	
Total	106		

10. Proteína bruta (%)			
Quadrado latino	2	0,09	0,06
Linha(QL)	6	1,01	0,59
Etapa (QL)	6	18,84	10,91*
Tratamento(Trat.)	2	6,38	3,70
QL* Trat	4	0,39	0,23
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	0,99	0,58
Hora	3	3,10	1,80
QL*Hora	6	0,70	0,41
Trat*Hora	6	6,86	3,97
QL*Trat*Hora	12	0,22	0,13
Resíduo	53	1,72	
Total	106		
11. FDN (%)			
Quadrado latino	2	0,93	0,05
Linha(QL)	6	12,16	0,60
Etapa (QL)	6	20,76	1,03
Tratamento(Trat.)	2	49,90	2,47*
QL* Trat	4	8,20	0,41
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	22,93	1,13
Hora	3	5,85	0,29
QL*Hora	6	2,69	0,13
Trat*Hora	6	24,32	1,20
QL*Trat*Hora	12	12,47	0,62
Resíduo	53	20,22	
Total	106		
12. FDA (%)			
Quadrado latino	2	3,94	1,36
Linha(QL)	6	3,02	1,04
Etapa (QL)	6	880,42	303,89*
Tratamento(Trat.)	2	3,32	1,15
QL* Trat	4	1,67	0,58
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	1,74	0,60
Hora	3	8,05	2,78
QL*Hora	6	2,58	0,89
Trat*Hora	6	1,88	0,65
QL*Trat*Hora	12	1,54	0,53
Resíduo	53	2,89	
Total	106		

Variáveis ruminais			
13. pH			
Quadrado latino	2	0,70	2,52
Linha(QL)	6	0,11	3,69
Etapa (QL)	6	0,04	1,37
Tratamento(Trat.)	2	0,02	0,74
QL* Trat	4	0,04	1,40
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	0,03	1,19
Hora	3	0,72	23,96*
QL*Hora	6	0,01	0,27
Trat*Hora	6	0,03	1,07
QL*Trat*Hora	12	0,01	0,53
Resíduo	53	0,03	
Total	106		
14. N-H₃ (mg/mL)			
Quadrado latino	2	0,16	0,01
Linha(QL)	6	19,53	1,50
Etapa (QL)	6	12,97	0,99
Tratamento(Trat.)	2	34,14	2,62
QL* Trat	4	1,93	0,15
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	19,74	1,51
Hora	3	5,07	0,39
QL*Hora	6	3,39	1,26
Trat*Hora	6	19,97	1,53
QL*Trat*Hora	12	2,55	0,20
Resíduo	53	13,03	
Total	106		
15. Ácido acético (mMol/mL)			
Quadrado latino	2	3255,91	12,52
Linha(QL)	6	344,42	1,32
Etapa (QL)	6	128,71	0,50
Tratamento(Trat.)	2	536,23	2,06
QL* Trat	4	35,89	0,14
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	219,55	0,84
Hora	3	6404,15	24,63*
QL*Hora	6	419,69	1,61
Trat*Hora	6	302,75	1,16
QL*Trat*Hora	12	320,46	1,23
Resíduo	53	260,00	
Total	106		

16. Ác. propiônico (mMol/mL)			
Quadrado latino	2	243,72	13,73
Linha(QL)	6	18,63	1,56
Etapa (QL)	6	6,70	0,29
Tratamento(Trat.)	2	39,97	2,77
QL* Trat	4	5,88	0,29
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	10,66	1,01
Hora	3	597,43	40,06*
QL*Hora	6	46,62	3,13
Trat*Hora	6	17,99	1,19
QL*Trat*Hora	12	17,93	1,17
Resíduo	53	15,26	
Total	106		
17. Ácido butírico (mMol/mL)			
Quadrado latino	2	27,67	6,07
Linha(QL)	6	7,87	1,73
Etapa (QL)	6	2,33	0,51
Tratamento(Trat.)	2	6,53	1,43
QL* Trat	4	2,94	0,65
Linha*Trat (QL*Etapa)	6	3,87	0,85
Hora	3	136,98	30,05*
QL*Hora	6	6,66	1,46
Trat*Hora	6	5,54	1,22
QL*Trat*Hora	12	3,87	0,85
Resíduo	53	4,55	
Total	106		
Consumo			
18. Consumo de MS			
Quadrado latino	2	8,13	1,46
Linha(QL)	6	17,07	3,05
Etapa (QL)	6	9,27	1,66
Tratamento(Trat.)	2	74,59	13,34*
QL* Trat	4	3,11	0,56
Resíduo	78	5,59	
Total	98		
19. Consumo de FDN			
Quadrado latino	2	2,47	1,38
Linha(QL)	6	4,68	2,60
Etapa (QL)	6	1,38	0,77
Tratamento(Trat.)	2	15,48	8,61*
QL* Trat	4	0,93	0,52
Resíduo	78	1,79	
Total	98		

C. química capim-elefante			
20. Materia seca (%)			
Etapa (QL)	2	26,17	11,35
Tratamento(Trat.)	2	0,52	0,23
Resíduo	4	2,30	
Total	8		
21. Proteína bruta (%)			
Etapa (QL)	2	18,84	10,91*
Tratamento(Trat.)	2	6,38	3,70*
Resíduo	4	1,72	
Total	8		
22. FDN (%)			
Etapa (QL)	2	7,57	1,03
Tratamento(Trat.)	2	39,90	2,47*
Resíduo	4	2,84	
Total	8		
23. FDA (%)			
Etapa (QL)	2	88,42	3,89
Tratamento(Trat.)	2	3,32	1,15
Resíduo	4	2,89	
Total	8		
24. DIVMS (%)			
Etapa (QL)	2	18,07	13,77*
Tratamento(Trat.)	2	10,02	7,64*
Resíduo	4	1,31	
Total	8		

* = Significativo, a 5% de probabilidade.

APÊNDICE B

Tabela 1B - Resumo das análises de variância do consumo, esvaziamento ruminal, cinética no rúmen e pós-rúmen de vacas mestiças ingerindo o capim-elefante picado e cortado com 30, 45 e 60 dias, estimado com diferentes equações utilizando as variáveis de degradação.

Fonte de variação	GL	QM	F
Consumo			
1. Matéria seca (kg)			
Tratamento(Trat.)	2	220,41	28,19
Tipo (equação x esvaziam)	4	182,06	23,29*
Tipo*Trat.	8	57,25	7,32
Vaca	8	11,88	1,52
Resíduo	112	7,81	
Total	134		
2. FDN (kg)			
Tratamento(Trat.)	2	17,51	0,27
Tipo(equação x esvaziam)	4	879,23	13,40*
Tipo*Trat.	8	52,18	0,79
Vaca	8	15,32	0,23
Resíduo	112	65,63	
Total	134		
3. FDN (horas)			
Tratamento(Trat.)	2	2300,21	9,17
Tipo(equação x esvaziam)	4	4395,08	17,53*
Tipo*Trat.	8	478,29	1,91
Vaca	8	320,84	1,28
Resíduo	112	250,76	
Total	134		
4. FDN (%PV)			
Tratamento(Trat.)	2	0,23	1,31
Tipo(equação x esvaziam)	4	0,002	0,02
Tipo*Trat.	8	1,06	5,92*
Vaca	8	0,39	2,18
Resíduo	112	0,17	
Total	134		
5. MS (%PV)			
Tratamento(Trat.)	2	5,45	15,73*
Tipo(equação x esvaziam)	4	5,31	15,31*
Tipo*Trat.	8	1,09	3,14
Vaca	8	0,54	1,56
Resíduo	112	0,34	
Total	134		

6. Máximo enchimento (kg)			
Tratamento(Trat.)	2	0,48	0,37
Tipo(equação x esvaziam)	4	84,44	64,26*
Tipo* Trat.	8	1,55	0,42
Vaca	8	2,03	1,55
Resíduo	112	1,31	
Total	134		
7. Máximo enchimento (h)			
Tratamento(Trat.)	2	2300,21	9,17
Tipo(equação x esvaziam)	4	4395,08	17,53*
Tipo*Trat.	8	478,29	1,91
Vaca	8	320,84	1,28
Resíduo	112	250,76	
Total	134		
Cinética ruminal			
8. T. de passagem no rúmen			
Quadrado latino	2	0,00002	0,69
Etapa (QL)	2	0,00014	4,12
Tratamento (Trat.)	2	0,000003	0,10
Vaca(QL)	6	0,000010	0,31
QL* Trat	4	0,000036	1,07
Resíduo	10	0,000034	
Total	26		
9. T. passagem pós-rúmen			
Quadrado latino	2	0,000050	0,74
Etapa (QL)	2	0,00021	3,17
Tratamento (Trat.)	2	0,000011	0,17
Vaca(QL)	6	0,000020	0,31
QL* Trat	4	0,000078	1,16
Resíduo	10	0,000067	
Total	26		

* = Significativo, a 5% de probabilidade.

APÊNDICE C

Tabela 1C - Resumo das análises de variância do consumo, esvaziamento, composição química do conteúdo sólido, variáveis ruminais e cinética no rúmen e pós-rúmen de vacas mestiças, que ingeriram o capim-elefante picado e cortado com 52 a 60 dias, sem suplementação e suplementado com 2 e 4 kg de concentrado.

Fonte de variação	GL	QM	F
Consumo			
1. Capim-elefante (kg/MS)			
Quadrado latino	2	24,81	5,69
Etapas	2	34,88	8,00
Tratamento(Trat.)	2	13,25	3,04*
Vaca(QL)	6	10,64	2,44
QL* Trat	4	3,36	0,77
Dia	8	20,33	4,66
Dia * Trat.	16	2,10	0,48
Resíduo	199	4,36	
Total	239		
2. Matéria seca total (kg/MS)			
Quadrado latino	2	27,11	6,21
Etapas	2	34,15	7,82
Tratamento (Trat.)	2	166,67	38,16*
Vaca(QL)	6	10,83	2,48
QL* Trat	4	3,36	0,77
Dia	8	19,94	4,57
Dia * Trat.	16	2,02	0,46
Resíduo	199	4,36	
Total	239		
3. Capim-elefante (%PV)			
Quadrado latino	2	0,44	3,03
Etapas	2	1,41	9,56
Tratamento (Trat.)	2	0,44	3,03*
Vaca(QL)	6	1,09	7,43
QL* Trat	4	0,05	0,35
Dia	8	0,67	4,54
Dia * Trat.	16	0,07	0,50
Resíduo	199	0,14	
Total	239		
4. Matéria seca total (%PV)			
Quadrado latino	2	0,56	3,80
Etapas	2	1,42	9,60
Tratamento(Trat.)	2	5,75	38,85*
Vaca(QL)	6	1,51	10,23
QL* Trat	4	0,08	0,59
Dia	8	0,66	4,46
Dia * Trat.	16	0,07	0,47
Resíduo	199	0,14	
Total	239		

C. química (capim-elefante)			
5. Matéria seca (%)			
Etapa	2	43,00	13,13*
Resíduo	4	3,27	
Total	6		
6. Proteína bruta (%)			
Etapa	2	0,68	3,02
Resíduo	4	0,22	
Total	6		
7. FDN (%)			
Etapa	2	9,00	0,37
Resíduo	4	24,54	
Total	6		
8. FDA (%)			
Etapa	2	6,01	1,57
Resíduo	4	3,82	
Total	6		
9. DIVMS (%)			
Etapa	2	76,66	9,20
Resíduo	4	8,32	
Total	6		
Concentrado			
10. Matéria seca (%)			
Etapa	2	4,01	0,59
Resíduo	4	6,80	
Total	6		
11. Proteína bruta (%)			
Etapa	2	0,98	0,62
Resíduo	4	1,58	
Total	6		
12. DIVMS (%)			
Etapa	2	0,73	0,59
Resíduo	4	1,23	
Total	6		
Esvaziamento ruminal			
13. Matéria seca (kg/dia)			
Etapa	2	26,22	8,34
Quadrado latino	2	51,98	16,54*
Vaca(QL)	6	5,30	1,69
Tratamento (Trat.)	2	17,07	5,43
QL* Trat	4	8,40	2,67
Resíduo	10	3,14	
Total	26		

14. Matéria seca (%PV)			
Etapa	2	0,76	5,38
Quadrado latino	2	0,41	2,94
Vaca(QL)	6	0,37	2,66
Tratamento (Trat.)	2	0,74	5,20
QL* Trat	4	0,24	1,70
Resíduo	10	0,14	
Total	26		
15. FDN (kg/dia)			
Etapa	2	2,38	1,07
Quadrado latino	2	3,33	1,49
Vaca(QL)	6	2,74	1,23
Tratamento (Trat.)	2	1,20	0,54
QL* Trat	4	1,13	0,51
Resíduo	10	2,23	
Total	26		
16. FDN (%PV)			
Etapa	2	0,07	0,70
Quadrado latino	2	0,19	1,78
Vaca(QL)	6	0,21	2,01
Tratamento (Trat.)	2	0,08	0,74
QL* Trat	4	0,01	0,16
Resíduo	10	0,10	
Total	26		
Taxa de passagem (5,66mm)			
17.T. passagem rúmen (%/h)			
Quadrado latino	2	0,000023	0,69
Etapa	2	0,00014	4,12
Tratamento (Trat.)	2	0,0000035	0,10
Vaca(QL)	6	0,000010	0,31
QL* Trat	4	0,000036	1,07
Resíduo	10	0,000034	
Total	26		
18.T. p. pós-rúmen (%/h)			
Quadrado latino	2	0,00005	0,74
Etapa	2	0,00021	3,17
Tratamento (Trat.)	2	0,000011	0,17
Vaca(QL)	6	0,000020	0,31
QL* Trat	4	0,000078	1,16
Resíduo	10	0,000067	
Total	26		
Taxa de passagem (2,38mm)			
19.T. passagem rúmen (%/h)			
Quadrado latino	2	0,000060	4,79
Etapa	2	0,00021	16,91
Tratamento (Trat.)	2	0,000074	5,87*
Vaca(QL)	6	0,000080	6,33
QL* Trat	4	0,000011	0,91
Resíduo	10	0,000012	
Total	26		

20.T. p. pós-rúmen (%/h)			
Quadrado latino	2	0,0001	5,39
Etapa	2	0,0002	15,06
Tratamento (Trat.)	2	0,0001	7,04*
Vaca(QL)	6	0,0001	7,14
QL* Trat	4	0,000016	0,86
Resíduo	10	0,000019	
Total	26		
Esvaziamento- C. química			
21.Matéria seca (%)			
Quadrado latino	2	5,50	0,96
Etapa	2	4,12	0,72
Tratamento (Trat.)	2	3,72	0,65
Vaca(QL)	6	6,26	1,09
QL* Trat	4	3,21	0,56
Resíduo	10	5,71	
Total	26		
22.Proteína bruta (%)			
Quadrado latino	2	14,78	2,71
Etapa	2	4,12	0,76
Tratamento (Trat.)	2	7,49	1,37
Vaca(QL)	6	20,61	3,78
QL* Trat	4	5,32	0,98
Resíduo	10	5,45	
Total	26		
23.FDN (%)			
Quadrado latino	2	0,04	0,01
Etapa	2	20,27	4,20
Tratamento (Trat.)	2	14,70	3,04
Vaca(QL)	6	12,41	2,57
QL* Trat	4	4,01	0,83
Resíduo	10	4,83	
Total	26		
24.FDA (%)			
Quadrado latino	2	10,30	1,58
Etapa	2	2,36	0,36
Tratamento (Trat.)	2	13,56	2,08
Vaca(QL)	6	67,68	10,40
QL* Trat	4	5,41	0,83
Resíduo	10	6,50	
Total	26		

Variáveis ruminais			
25.ph			
Etapa	2	0,046	2,86
Quadrado latino	2	0,023	1,43
Vaca(QL)	2	0,021	1,32
Tratamento(Trat.)	6	0,051	3,16
QL* Trat	4	0,019	1,22
Resíduo	10	0,016	
Total	26		
26.Âmônia (mg/mL)			
Etapa	2	181,71	12,30*
Quadrado latino	2	5,14	0,35
Vaca(QL)	2	10,11	0,68
Tratamento(Trat.)	6	190,60	12,90*
QL* Trat	4	4,56	0,31
Resíduo	10	14,77	
Total	26		
27.Ácido acético (mMol/mL)			
Etapa	2	291,75	9,45
Quadrado latino	2	63,32	2,05
Vaca(QL)	2	36,94	1,20
Tratamento(Trat.)	6	25,35	0,82
QL* Trat	4	57,72	1,87
Resíduo	10	30,88	
Total	26		
28.Ác. propiônico (mMol/mL)			
Etapa	2	83,96	2,78
Quadrado latino	2	5,30	0,18
Vaca(QL)	2	30,38	1,01
Tratamento(Trat.)	6	24,44	0,81
QL* Trat	4	48,70	1,61
Resíduo	10	30,21	
Total	26		
29.Ácido butírico (mMol/mL)			
Etapa	2	2,71	0,51
Quadrado latino	2	2,42	0,45
Vaca(QL)	2	2,00	0,38
Tratamento(Trat.)	6	26,28	4,91*
QL* Trat	4	5,38	1,01
Resíduo	10	5,35	
Total	26		

* = Significativo, a 5% de probabilidade.