

ELISA DE SOUSA FARIA

AVALIAÇÃO DE NÍVEIS DE FIBRA NA DIETA DE NOVILHAS  
LEITEIRAS DE DIFERENTES GRUPOS ZOOTÉCNICOS

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós-Graduação  
em Zootecnia, para obtenção do título de  
*Magister Scientiae*.

Viçosa  
Minas Gerais - Brasil  
2000

ELISA DE SOUSA FARIA

AVALIAÇÃO DE NÍVEIS DE FIBRA NA DIETA DE NOVILHAS  
LEITEIRAS DE DIFERENTES GRUPOS ZOOTÉCNICOS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 20 de dezembro de 2000.

---

Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues  
(Conselheiro)

---

Prof.<sup>a</sup> Rita Flávia Miranda de Oliveira  
(Conselheira)

---

Prof. Paulo Roberto Cecon

---

Prof. Augusto César de Queiroz

---

Prof. José Carlos Pereira  
(Orientador)

*A Deus, por me carregar nos braços.*

*Aos meus pais, Jurandy e Célia, por serem minha vida.*

*Aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos pelo apoio e amor que só se encontram na família.*

*À amiga Inayara, que mesmo longe sempre esteve aqui.*

## AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar, a Deus, pela chance da vida.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela acolhida e oportunidade de realização do Programa de Mestrado, e à Fundação CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor José Carlos Pereira, não só pela orientação de imenso valor e pela competência com que dirigiu nossos trabalhos, mas também pelos ensinamentos diários, pela atenção, pelo profissionalismo, pela paciência e pela oportunidade de podermos trabalhar juntos.

À professora Eliane Menin, a minha base e o meu espelho de postura para a vida profissional, que me ensinou o prazer de ser pesquisadora.

Aos professores Rita Flávia Miranda de Oliveira, Marcelo Teixeira Rodrigues, Paulo Roberto Cecon e Augusto César de Queiroz, pelo aconselhamento e pela colaboração indispensáveis para a execução desta tese.

Aos demais professores do DZO, pelos ensinamentos valiosos na minha formação e pela agradável convivência.

Aos bolsistas e estagiários que colaboraram nas fases de realização do experimento e das análises laboratoriais, pela sua dedicação.

Aos funcionários do DZO, em especial àqueles do Laboratório de Nutrição Animal e do Estábulo Experimental, por auxiliarem na execução do experimento e das análises químico-bromatológicas; ao amigo Monteiro,

responsável pelo Laboratório de Bromatologia; à Celeste, secretária da Coordenação do Curso de Pós-Graduação; e a Venâncio, pela atenção e colaboração.

Aos meus pais, Jurandy de Faria e Célia de Sousa Franco Faria, que me fizeram humana, choraram comigo e nunca me deixaram desistir.

Aos meus irmãos, Ronaldo, Mônia, Rogério e Ricardo, pela presença constante. À memória do meu irmão que se foi, Roberto de Sousa Faria, por me ensinar que o amor fraterno é imortal.

À minha cunhada, Maria das Graças Gonçalves Faria, pelo apoio e amor de irmã, e aos meus sobrinhos, William, Alessandra, Robert, Diego, Stefânia, Sara, Vítor e Arthur, pela alegria em tê-los.

A minhas eternas amigas, Inayara Amaro Rodrigues e Ana Elisa Del'Arco, pela amizade, pelo apoio, carinho e pela disponibilidade nas horas mais difíceis, pelos momentos de descontração e pelos conselhos sempre tão importantes. À amiga Anamaria Del'Arco, pela companhia nos últimos meses e pelos ótimos momentos em sua casa.

À Anderson Ferreira de Souza, pela dose diária de força e pela paciência em ouvir meus desabafos durante os momentos difíceis, e à sua família, pelo carinho que tiveram por mim nesses anos de convivência.

Aos amigos Soraya Maria Barretos de Palma Luz e Ronaldo Lopes Oliveira, pela amizade, pelas horas de estudo e pela grande ajuda durante o Programa de Pós-Graduação. À Antônia, Kelvin, Cláudio Samara, Luciano e Margarida Figueiredo, pelo convívio e companheirismo.

A Antônio Roberto da Paixão Ribeiro, pelas opiniões valiosas, pelo apoio e, principalmente, por ter aparecido no momento certo e vibrado com as minhas vitórias.

A todos que contribuíram para a minha formação e para a defesa e conclusão desta tese ou que desejaram, de alguma forma, me ver crescer.

## **BIOGRAFIA**

ELISA DE SOUSA FARIA, filha de Célia de Sousa Faria e Jurandy de Faria, nasceu em Patos de Minas, Minas Gerais, em 20 de dezembro de 1973.

Em 1993, ingressou na Universidade Federal de Viçosa - UFV, em Viçosa, Minas Gerais, onde se graduou em Medicina Veterinária, em 20 de dezembro de 1997.

Em março de 1998, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em Mestrado em Zootecnia, no Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Viçosa - UFV, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes.

Ministrou aulas como professora auxiliar substituta na Universidade Estadual de Santa Cruz, no período de março a setembro de 2000, para os cursos de Medicina Veterinária e Agronomia.

Em 20 de dezembro de 2000, defendeu tese para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Criação de novilhas leiteiras .....	3
2.2. Desempenho e cinética digestiva de partículas sólidas .....	6
2.3. Comportamento ingestivo .....	9
2.4. Reações fisiológicas de bovinos leiteiros, de acordo com o ambiente .....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
3.1. Local e condições climáticas .....	15
3.2. Animais e instalações .....	16
3.3. Dietas experimentais e manejo .....	17
3.4. Delineamento experimental .....	19
3.5. Coleta de dados e análise das amostras .....	19
3.5.1. Consumo e desempenho .....	19
3.5.2. Cinética de partículas sólidas .....	20
3.5.3. Comportamento ingestivo .....	22
3.5.4. Dados bioclimatológicos .....	24

3.6. Análises estatísticas .....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
4.1. Desempenho de novilhas leiteiras .....	26
4.2. Cinética de partículas sólidas .....	31
4.3. Comportamento ingestivo .....	36
4.4. Reações fisiológicas de novilhas leiteiras, de acordo com ambiente, o grupo zootécnico e o nível de fibra na dieta .....	43
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52
APÊNDICE.....	63
APÊNDICE A.....	64
APÊNDICE B.....	66

## RESUMO

FARIA, Elisa de Sousa, MS, Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2000.  
**Avaliação de níveis de fibra na dieta de novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos.** Orientador: José Carlos Pereira. Conselheiros Rita Flávia Miranda de Oliveira e Marcelo Teixeira Rodrigues.

No presente trabalho foi avaliado o desempenho de novilhas leiteiras de três grupos zootécnicos (7/8HZ, 15/16HZ, HPC), quando submetidas a dietas, em mistura completa, com dois níveis diferentes de fibra (30 e 60%FDN), mantidas em regime de estabulação, utilizando-se como volumoso o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum., cv. Mineirão) picado. Foram determinados o consumo, o ganho de peso, a taxa de passagem do volumoso, o comportamento ingestivo e as respostas fisiológicas desses animais frente às condições do ambiente. O experimento foi montado segundo um esquema fatorial 3x2 (grupo zootécnico x nível de fibra), no delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Os dados de ambiente foram analisados em parcelas subdivididas no tempo. Já a cinética digestiva foi determinada num ensaio ao final do período experimental, em um delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Foram observados consumos médios de MS, FDN e FDA de 10,13; 2,69; e 1,45 kg/dia e 2,70; 0,71; e 0,38%PV, respectivamente, para a dieta com baixa fibra contra 10,68; 6,17; e 2,92 kg/dia e 2,90; 1,67; e 0,79%PV para a dieta com alta fibra, e ganhos de peso obtidos de 1,28 e 0,92 kg/dia, respectivamente. O tempo de retenção no rúmen-retículo (TRRR) foi 13,8% menor e o tempo de

retenção no ceco-cólon (TRCC), 13,9% maior para a dieta com 30% de FDN que para a dieta com 60% de FDN. Houve, ainda, aumento dos tempos gastos com alimentação, ruminação e mastigação total, enquanto a taxa de ingestão e a taxa de ruminação da MS decresceram com o aumento do nível de fibra da dieta. Os animais submetidos à dieta com alta fibra, embora tenham aumentado o consumo de matéria seca e atingido ganhos de peso superiores aos esperados, não chegaram ao ganho máximo de peso obtido pelos animais submetidos à dieta com baixa fibra. Quanto aos grupos zootécnicos, o consumo de MS foi maior para os animais 15/16HZ e HPC, 2,80 e 2,94 %PV, respectivamente, que para os animais 7/8HZ, 2,65%PV. Os consumos de FDN, FDA e PB (%PV) diferiram entre os grupos zootécnicos 7/8HZ e HPC. O tempo de retenção no rúmen-retículo foi 14,75% maior para os animais 7/8HZ que para os animais HPC, e o tempo de retenção no ceco-cólon foi 28,2% menor para os animais 7/8HZ. As novilhas HPC despenderam maiores tempos alimentando e mastigando que as novilhas 7/8HZ. Este grupo apresentou, ainda, valores absolutos de frequência respiratória superiores às novilhas 7/8 em todos os tratamentos.

## ABSTRACT

FARIA, Elisa de Sousa, MS, Universidade Federal de Viçosa, December 2000.  
**Evaluation of fiber levels in the diets of dairy heifers from different genetic groups.** Adviser: José Carlos Pereira. Committee members: Rita Flávia Miranda de Oliveira and Marcelo Teixeira Rodrigues.

This work aimed to evaluate the performance of dairy heifers from three genetic groups (7/8HZ, 15/16HZ, HPC), fed diets, in a complete mixture, with two different fiber levels (30 and 60%NDF), and confined, using chopped elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum., cv. Mineirão) as roughage. The intake, weight gain, roughages passage rate, ingestive behavior and physiological answers of these animals were determined under different environmental conditions. The experiment was conducted according to a 3x2 factorial scheme (genetic group x fiber level), in a completely randomized design, with three replicates. The environment data were analyzed according to split plot in time. The digestive kinetic was determined in a trial at the end of the experiment period, in a completely randomized design with three replicates. Average intakes of DM, NDF and ADF of 10.13, 2.69, and 1.45 kg/day and 2.70, 0.71 and 0.38%LW, respectively, were observed for the diet with low fiber content *versus* 10.68; 6.17; and 2.92 kg/day and 2.90, 1.67, and 0.79%LW for the diet with high fiber content and weight gains of 1.28 and 0.92 kg/day, respectively were obtained. The retention time in the rumen-reticulum (TRRR) was 13.8% lower

and the retention time in the cecum-colon (TRCC) was 13.9% higher for the diet with 30% NDF in relation to the diet with 60% NDF. It was also verified that the times spent with feeding, ruminations and total chewing increased, while the ingestive rate and DM rumination rate decreased as dietary fiber level increased. The animals fed diet with high fiber content, although showed high dry matter intake and reached weight gains higher than the expected, did not obtain maximum weight gain of the animals fed low fiber based diet. Concerning to the genetic groups, the DM intake was higher for the 15/16HZ and HPC animals, 2.80 and 2.94 %LW, respectively, than for the 7/8HZ animals, 2.65%LW. The NDF, ADF and CP (%LW) intakes differed between 7/8HZ and HPC. The retention time in the rumen-reticulum was 14.75% higher for the 7/8HZ than for HPC, and the retention time in the cecum-colon was 28.2% lower for 7/8HZ. HPC heifers dispended longer feeding and chewing times in relation to 7/8HZ heifers. This group also showed higher absolute values of breathing frequency than 7/8 heifers in all treatments.

## 1. INTRODUÇÃO

A “Civilização Tropical” manteve, na sua história, a tendência em copiar práticas da “Civilização Ocidental Temperada” não condizentes com a sua realidade, o que caracteriza o seu subdesenvolvimento, não apenas por questões de ordem econômica, histórica ou geoclimática, mas, ainda, por questões culturais e humanas.

Sabe-se que a superioridade dos países tropicais desenvolvidos está na capacidade dos seus recursos humanos em gerenciar a agressividade do meio manipulando os fatores limitantes da produtividade nessas regiões. Segundo VIANA (1994), ao se compararem os mapas climáticos da Austrália e do Brasil, pode-se comprovar que, em termos de meio, o Brasil leva nítidas vantagens sobre o espaço australiano, constituído em sua maioria por desertos semi-áridos, e a faixa temperada, cerca de 2,7% do país, não teve contribuição efetiva nesse processo de desenvolvimento.

No entanto, embora geograficamente privilegiado, o Brasil ainda usa a introdução de raças européias especializadas, puras ou em cruzamentos com raças nativas, para serem utilizadas como estratégia para aumentar o desempenho dos rebanhos leiteiros nacionais, sem considerar a importância da interação do genótipo com o meio ambiente. Estas raças, originárias de clima temperado, ficam limitadas a expressar com total flexibilidade o seu potencial produtivo, na medida em que são espoliadas por fatores como clima, manejo, tipo de alimento, qualidade das pastagens, doenças e parasitas típicos de ambientes tropicais.

Além disso, a situação se agravou quando as novas relações contratuais entre produtores e indústria processadora assumiram exigências, no Brasil, como redução nos custos e nas perdas ao longo da produção e a profissionalização da pecuária leiteira, que foi colocada frente a fortes concorrentes como Argentina, Nova Zelândia e Austrália, reconhecidos pelos baixos custos de produção e pela alta produtividade.

Mesmo assim, nenhuma informação foi encontrada, na literatura, sobre o

envolvimento entre o grupo zootécnico e o controle do consumo pelo nível de fibra da ração e o desempenho de rebanhos leiteiros nestes ambientes, em especial para novilhas da puberdade até o terço inicial da gestação, fase de grande importância na formação do animal adulto.

Nesse sentido, no presente trabalho, avaliou-se o consumo de rações com dois níveis diferentes de fibra por novilhas de três grupos zootécnicos, mantidas em regime de estabulação completa, utilizando-se como volumoso o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), uma gramínea tropical (C4), com o objetivo de testar a hipótese de que os mecanismos fisiológicos utilizados pelos diferentes grupos para coexistir nessas condições de manejo e ambiente seriam os mesmos, sendo determinados, para tanto, o desempenho, a taxa de passagem do volumoso, o comportamento ingestivo e as respostas fisiológicas desses animais.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Criação de novilhas leiteiras**

O sistema de cria e recria de fêmeas leiteiras é um desafio a ser enfrentado pelo produtor. O sucesso dessa fase é fator imprescindível para a vida produtiva e reprodutiva do rebanho (VAN AMBURGH et al., 1998) e, de acordo com SEJRSEN e PURUP (1997), o nível de alimentação das novilhas é a principal causa de variação para o início da puberdade dentro das raças.

Enquanto a subalimentação atrasa a idade ao primeiro parto e reduz a vida produtiva do animal, a superalimentação, além de antieconômica, pode ter efeito negativo sobre o desenvolvimento da glândula mamaria no período pré-puberal e sobre o consumo de alimento no pós-parto, reduzindo a produção na lactação subsequente (FERREIRA, 1995) e favorecendo a incidência de problemas reprodutivos (LACASSE et al., 1993; VALE, 1997), considerando que a alimentação é o item que mais onera o custo de produção desses animais (CAMPOS e LIZIERE, 1998).

De acordo com YAMAGUCHI et al. (1997) e FERREIRA et al. (1999), o equilíbrio entre a economicidade do sistema de recria e a idade precoce ao parto pode ser conseguido com a utilização maximizada dos alimentos volumosos de baixo custo, desde que tenham boa qualidade para que possam favorecer a manutenção das condições fisiológicas do ambiente ruminal.

Entretanto, as informações na literatura (NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC, 1989; TOMLINSON et al., 1991; SEJRSEN e FOLDAGER, 1992) quanto aos níveis adequados de fibra nas rações para esta categoria são bastante variáveis, e poucos estudos têm sido realizados para avaliar o efeito de níveis de fibra nas rações sobre o desempenho animal em ambientes tropicais, nos sistemas intensivos. Segundo QUIGLEY et al. (1986a), as predições de consumo por vacas lactantes são altamente precisas, porém não existem muitos dados publicados sobre o consumo *ad libitum* de novilhas leiteiras.

A relação entre o nível de alimentação durante o crescimento e o potencial de produção leiteira de novilhas foi investigada em muitos experimentos (NRC, 1989; SEJRSEN e PURUP, 1997; JOHNSON e BERNAL, 1998; VAN AMBURGH et al., 1998). Para a maioria dos autores, os níveis de alimentação que resultam em taxas de crescimento acima de 600 a 700 g/ dia estão relacionados com a redução no potencial de produção leiteira, maior incidência de problemas reprodutivos, além de aumentar o custo de produção da recria para animais puros (WALDO et al., 1989). Estas taxas poderiam ser atingidas, de acordo com o NRC (1989), com um consumo médio de 7,75 kgMS ou 2,2 %PV, em novilhas leiteiras de raças grandes, recebendo rações com 60% de NDT, para atender aos requerimentos em energia do animal.

PERI et al. (1993), avaliando o efeito do plano de alimentação (85, 90 e 100% dos requerimentos dados pelo NRC e *ad libitum*) em novilhas, de 6 a 12 meses, encontraram diminuição na produção leiteira com o regime *ad libitum*. Segundo Harrison et al. (1983), citados por JOHNSON e BERNAL (1998), no Reino Unido, novilhas recriadas com ganho médio diário de 0,74 kg/dia tiveram a glândula mamaria com peso 39% maior e contendo 60% mais tecido secretor do que em animais ganhando 1,1 kg/dia. LAMMERS et al. (1999a,b), avaliando o efeito do crescimento acelerado em novilhas pré-puberes constataram comprometimento da produção de leite na primeira lactação, embora houvesse aumento no crescimento em estrutura dos animais, na taxa alimentar e na sua condição corporal.

Por outro lado, os efeitos negativos do nível de alimentação sobre a

produção de leite não foram encontrados em outros experimentos (TROCCON, 1993; GAYNOR et al., 1995). DACCARETT et al. (1993) reportaram aumento em ganhos de peso, sem prejuízo da produção de leite, utilizando dietas 124% das recomendações do NRC (1989) em proteína bruta e energia metabolizável, para novilhas holandesas de 3 a 6 meses, e 115%, de 6 a 24 meses de idade.

LACASSE et al. (1993) observaram que a alimentação de novilhas *ad libitum* durante o segundo ano de vida não prejudica a produção de leite, mas pode afetar negativamente os índices reprodutivos. BENEDETTI e SILVA (1997) concordaram com o autor, ao afirmarem que animais obesos tendem a ter maior depressão do consumo no período pós-parto, o que compromete o seu potencial produtivo e, em geral, aumenta o período de serviço. Segundo VALE (1997), a obesidade pode, ainda, interferir na ovulação e está relacionada com a incidência de cistos foliculares.

Outro fator a ser considerado é que os sistemas de determinação dos requerimentos nutricionais de bovinos leiteiros são, em geral, baseados em estudos com forrageiras temperadas e com animais puros adaptados às condições dessas regiões, o que dificulta o seu uso nas regiões tropicais, onde a composição das plantas C4 e sua menor digestibilidade, como também as condições genéticas e de manejo do rebanho, podem comprometer o balanceamento adequado das rações, retardando o início da puberdade (VAN AMBURGH et al., 1998; CAPPELLE, 2000).

Estas gramíneas tropicais, caracterizadas pelas rápidas taxas de crescimento na primavera/verão e pela alta estacionalidade da produção forrageira nos períodos de déficit hídrico e baixas temperaturas no outono/inverno, quando diminuem a produção de biomassa e variam muito em qualidade, precisam ser manejadas adequadamente para favorecer o desempenho (PASSOS, 1998).

O desempenho é condicionado, ainda, pelas respostas dos diferentes grupos zootécnicos frente às condições de ambiente em que os animais são manejados e, embora o cruzamento seja uma prática bastante difundida entre os produtores de leite no Brasil, os estudos comparando os mecanismos de controle

de ingestão de matéria seca pelos diferentes grupos são escassos.

MILAGRES (1969) verificou que novilhas de grupos com predominância de sangue Holandês apresentaram pior desempenho no verão que novilhas mais azebuadas e ASSIS et al. (1977) encontraram maior resistência dos grupos  $1/4$ HZ (Holandês-Zebu) sobre os animais  $3/4$ HZ e puros, frente às condições de ambiente. SHAFFER et al. (1981) completam afirmando que o grupo zootécnico reflete, ainda, em diferenças quanto ao tamanho e ao peso corporal, o que daria ao animal maior capacidade ingestiva, e por conseguinte, a sua melhor performance. MACHADO (1998) concordou com os autores acima, ao afirmar que animais de grupos zootécnicos mais europeus são mais sensíveis ao ambiente, em função da sua maior eficiência na utilização dos alimentos, associada à maior capacidade digestiva e ao seu metabolismo com intensa produção de calor.

Assim, as fêmeas de reposição devem receber alimentação e manejo adequados para que possam atingir o peso ideal à primeira cobertura e iniciar a vida produtiva precocemente, por volta dos 15 meses de idade, para animais puros (VAN AMBURGH e GALTON, 1994; JOHNSON e BERNAL, 1998), ou até os 24 meses para os mestiços Holandês-Zebu (GALAN, 1998), e os animais que apresentam maiores taxas de desempenho, seja na produção ou no crescimento, devem receber rações com menor nível de fibra (NRC, 1989) para que todo o seu potencial produtivo seja aproveitado. Nesse sentido, para melhor entendimento da relação entre o uso de volumosos e o desempenho dos animais de recria, são necessários dados mais precisos quanto às exigências de novilhas leiteiras, de acordo com o grupo zootécnico e a região onde serão recriadas.

## **2.2. Desempenho e cinética digestiva de partículas sólidas**

A fibra desempenha importante função no controle do consumo voluntário (BALCH, 1971) e na ingestão de nutrientes, além de garantir a função ruminal e o crescimento da microbiota necessários nesse compartimento (Welch e Smith, 1970, citados por RODRIGUES, 1998; FERREIRA et al., 1999).

Entretanto, segundo VAN SOEST et al. (1991), a sua participação no balanceamento de rações é altamente complexa, uma vez que esta não é uma porção nutricionalmente uniforme.

O Sistema Detergente de Análises de Alimentos (VAN SOEST, 1967) divide a fibra em duas porções. A fibra em detergente neutro (FDN), formada por celulose, hemicelulose e lignina, que é uma medida química do potencial do alimento volumoso em favorecer o metabolismo adequado do rúmen e a produção de ácidos graxos voláteis. Este sistema é o parâmetro mais usado no balanceamento de rações, dando medidas quantitativas das diferenças entre as gramíneas e as leguminosas, de estações frias ou quentes e de alimentos volumosos ou concentrados, e está relacionado com a modulação do consumo, a densidade do alimento, a mastigação, a taxa de passagem e a digestibilidade e, ainda, com a depressão da digestibilidade associada aos altos níveis de consumo (CONRAD, 1966; VAN SOEST et al., 1991). De acordo com MERTENS (1997), entre os componentes da fração fibrosa, o nível de FDN pode ser muito útil na determinação dos limites mínimos de concentrado e volumoso, quando são usadas partículas longas de forragens picadas, em mistura completa com o concentrado. Já a fibra em detergente ácido (FDA) é constituída por celulose, lignina e parte da pectina, que é solubilizada e fermentada rapidamente no rúmen (ALLEN, 1995). Segundo MERTENS (1994), a FDA nunca foi considerada como a melhor medida de fibra em alimentos. De acordo com VARGA et al. (1998), essa porção está mais correlacionada com a digestibilidade (- 0,75) que com o consumo de MS (-0,46) e o seu uso no cálculo de rações depende de ajustes de acordo com o tipo de forragem.

O sistema FDN-Consumo de Energia (MERTENS, 1985) é uma ferramenta para se entender os fatores envolvidos na determinação da quantidade de forragens e concentrados numa ração que maximize o consumo de fibra e, ao mesmo tempo, atenda os requerimentos energéticos de cada categoria animal. Neste sistema, considera-se que o consumo de alimento por animais é, primariamente, regulado por dois mecanismos. Quando rações com alta energia e/ou alta digestibilidade e baixo teor de fibra são fornecidas, os ruminantes irão

regular o consumo para satisfazer seus requisitos de energia, que variam de acordo com o potencial de produção de cada grupo zootécnico. Por outro lado, quando rações com alto teor de fibra e baixa energia e/ou baixa digestibilidade são fornecidas, o consumo do animal será limitado pelo efeito de “enchimento” da dieta. Isto equivale à capacidade daquela categoria para processar a fibra através do trato digestivo, ou seja, o controle do consumo ocorrerá, então, pela limitação física provocada pela restrição da capacidade do trato digestivo em suportar maior quantidade de alimentos.

Segundo o NRC (1989), o requerimento mínimo de fibra é dado com base nos níveis de FDN e FDA, recomendando o balanceamento de rações com o mínimo de 25% de FDN, com 75% desse FDN vindo da forragem, para que se garanta o metabolismo adequado no rúmen, uma vez que o pH ruminal é influenciado pelo alimento ingerido, sendo a sua estabilidade uma função do tamponamento eficiente da fermentação promovido, em grande parte, pelas fibras das plantas forrageiras e pela saliva produzida durante a ruminação.

TOMLINSON et al. (1991) concluíram que níveis de fibra na ração abaixo de 20% de FDA ou 30% de FDN atuam na limitação do consumo pelos mecanismos metabólicos, em novilhas leiteiras. A limitação física afetaria a capacidade de consumo, quando o nível de FDA ultrapassa 25% e o FDN é maior que 40% nas dietas, mesmo com diferentes volumosos. Já QUIGLEY et al. (1986b) encontraram níveis de consumo máximo de FDN na matéria seca entre 38 e 43%, para novilhas em confinamento.

É preciso lembrar que existe, ainda, o controle psicogênico do consumo voluntário, relacionado à resposta do animal frente aos fatores inibidores ou estimuladores do alimento e/ou do ambiente (WALDO, 1986; QUIGLEY et al., 1986b; MERTENS, 1994).

A digestão da fibra depende também da proporção entre as frações indigestível e digestível e da competição entre as taxas de degradação e de passagem do volumoso pelo rúmen (MERTENS, 1997; OLIVEIRA, 1999). Assim, a determinação da taxa de passagem de partículas nos ruminantes é de grande importância para se estabelecerem de estratégias de alimentação e para

dar material de suporte para os estudos de nutrição de ruminantes (ÚDEN et al., 1980). Essas taxas dependem dos processos envolvidos com a mastigação e com a fermentação microbiana (FAICHNEY, 1986), afetando a digestibilidade da fibra, sendo afetada, primariamente, pela ingestão de matéria seca, embora o tamanho de partícula, o tipo de alimento, o nível de carboidratos não-estruturais e a taxa de digestão da fração fibrosa potencialmente digestível participem também desse processo (VAN SOEST, 1994).

### **2.3. Comportamento ingestivo**

Outro fator limitante do consumo de volumosos é o comportamento ingestivo de cada categoria animal. O tempo de alimentação varia conforme as diferentes dietas, em função do número de movimentos mastigatórios (ALBRIGHT, 1993). Esses movimentos, por sua vez, aumentam a degradação ruminal, por elevarem a matéria seca e as frações de fibra potencialmente digestíveis e reduzem o tempo de latência da degradação da fibra para dietas volumosas (BEAUCHEMIN, 1991).

Segundo VAN SOEST (1994), uma série de fatores influenciam este tempo de alimentação e de mastigação, como densidade do volumoso a pasto, fotoperíodo, temperatura, clima, qualidade e forma do alimento, estado fisiológico e idade do animal. Bovinos mantidos a campo, de acordo com o autor, despendem longos tempos com a alimentação, de 4 a 12 horas, enquanto, para os animais estabulados, os períodos variam de 1 hora, para alimentos ricos em energia, a 6 horas, para fontes com baixo teor de energia.

DESWYSEN e ELLIS (1988) e POLLI et al. (1996) encontraram alta relação entre o consumo de forragens e a passagem de partículas no rúmen. Esses últimos sugeriram que os altos níveis de consumo de FDN geram maior taxa de ruminação, maior fluxo de FDN através do orifício retículo-omasal e maior FDN potencialmente digestível no ceco-cólon.

Já BEAUCHEMIN e BUCHANAN-SMITH (1990) avaliaram os efeitos do uso de dietas suplementadas com silagem e feno na mastigação, nas funções

digestivas e na produtividade de vacas leiteiras. Os autores não detectaram mudanças na porcentagem de gordura do leite. Porém, o tempo de ruminação variou proporcionalmente ao consumo de FDN, em média, 69,08 min/kg de FDN, aumentando nas dietas com maior teor de feno, de 4,6 para 5,4 h/dia. Esse aumento favoreceu, ainda, os parâmetros ruminais e de digestão da fibra. BEAUCHEMIN (1991) encontrou, ainda, aumento no tempo total de mastigação de 767 para 796 e 853 min/dia em dietas com níveis de fibra de 31, 34 e 37%, respectivamente, em função do maior tempo de alimentação. Nesse caso, o tempo de ruminação ajustado para o consumo de fibra decresceu linearmente de 59,0 para 54,2 min/kg de FDN, na medida em que o consumo de fibra aumentou, confirmando a influência do nível de fibra no comportamento ingestivo e na capacidade de consumo dos animais.

Dessa forma, o tempo de mastigação/kg de MS da ração pode ser usado como uma medida biológica das características físicas da forragem (BALCH, 1971). Por outro lado, ALLEN (1995) sugeriu a estimativa das características físicas da fibra baseadas no tempo de mastigação/kg de FDN consumido e a determinação da efetividade da fibra, de acordo com a resposta da mastigação em relação ao tempo total de ruminação. O autor concorda que existem poucas informações relacionando esse tempo total de ruminação com a quantidade da FDN consumida e o tempo de permanência (“turnover”) desta no rúmen.

#### **2.4. Reações fisiológicas de bovinos leiteiros, de acordo com o ambiente**

O Brasil possui dois terços do seu território na faixa tropical do planeta, onde predominam as altas temperaturas do ar, conseqüência da elevada radiação solar incidente, com baixa amplitude térmica ao longo do ano, porém com grande amplitude térmica diária (TITTO, 1998). Segundo BACCARI JR. (1998), a partir da caracterização do ambiente climático e da constatação das respostas fisiológicas das vacas leiteiras a estas condições, pode-se entender a função do ambiente nos processos de produção animal.

A zona de termoneutralidade (ZTN) é aquela em que, mesmo na maior

amplitude da temperatura ambiente, os animais ainda conseguem manter a homeotermia, lançando mão de seus mecanismos fisiológicos, comportamentais e metabólicos. A sua determinação é dificultada pela variabilidade genética dos diferentes cruzamentos em bovinos, pela capacidade de adaptação do animal e pelo nível metabólico, relacionados com o plano nutricional, o tipo de manejo e o nível de produção do rebanho (SHAFFER et al. 1981). NÄÄS (1998) descreveu uma ZTN entre 4 e 24°C para vacas em lactação e entre 10 e 26°C para novilhas, sendo a temperatura máxima admissível de até 32°C em exposições de curta duração, para essa categoria. HUBER (1990), por sua vez, considerou uma amplitude maior para a ZTN adequada para vacas leiteiras entre 4 e 26°C. Já para a vaca Zebu, segundo Bianca, em 1965, citado por BACCARI JR. (1998), a temperatura crítica superior seria de 30 a 35°C.

Já a zona de conforto é determinada pela faixa em que 75% do calor trocado com o ambiente ocorre por condução, convecção e radiação e o animal se mantém em balanço térmico sem dispor do sistema de termorregulação. BAETA e SOUZA (1997) consideraram a zona de conforto para bovinos adultos de raças européias de -1 a 16°C. PIRES et al. (1998) acrescentou que a faixa ótima seria entre 18 e 21°C e NÄÄS (1998) reportou-se à faixa de 13 a 18°C como confortável para a maioria dos ruminantes.

BADRELDIN E GHANY (1954), estudando as respostas fisiológicas aos estímulos ambientais em diferentes espécies e raças, encontraram diferenças significativas nos mecanismos de termorregulação para cada grupo estudado e explicaram essas diferenças pelo nível de produção, pela espessura da pele e pelo hábito comportamental frente às altas temperaturas. Estes resultados foram confirmados por BARCELOS (1984), avaliando novilhos e búfalos, acrescentando que a adaptabilidade de rebanhos específicos em regiões tropicais está relacionada, ainda, a diferenças na composição sanguínea dos grupos zootécnicos. EZEQUIEL et al. (1989) confirmou essa variação nos componentes sanguíneos, além de descrever a influência do nível de volumoso da dieta e da qualidade do volumoso para a resposta em cada rebanho. Segundo OLBRICH et al. (1972), existe efeito do aumento da temperatura e da umidade do ar sobre os diferentes grupos zootécnicos

quanto aos níveis de consumo, de ingestão de água e de fermentação ruminal.

De acordo com McDOWELL (1972), quando a temperatura do ar ultrapassa o limite crítico superior, o centro termorregulador, sediado no hipotálamo, dá início à termólise por via evaporativa a partir do aumento da frequência respiratória, que tende a se apresentar superior a 40 movimentos respiratórios por minuto, podendo atingir níveis alarmantes de ofego, da ordem de mais de 100 movimentos por minuto. Nesse último caso, o animal está sujeito a vários agravantes como desequilíbrio ácido-base e o aumento da excreção de sódio e potássio, aumentando a demanda desses minerais pelo animal (SIMAS, 1998).

Outra via evaporativa seria a sudação, ativada antes mesmo do aumento da frequência respiratória e de custo bem mais baixo para o animal. Porém, em condições de umidade relativa superior a 70%, normal em climas tropicais, esta via termolítica teria limitada participação nos processos de perda de calor (TITTO, 1998). Além disso, segundo BACCARI JR. (1998), a capacidade de suar dos bovinos de origem européia é relativamente limitada, quando comparados com os animais zebuínos.

Em regiões tropicais, o consumo de matéria seca dos ruminantes pode ser reduzido em 20 a 30%, pela inibição do centro do apetite no hipotálamo, de acordo com a intensidade e a duração do estresse, com a proporção de volumosos e a densidade energética da dieta, sendo maior o incremento calórico de forragens, e o aumento da ingestão de água para o resfriamento corporal pode contribuir, também, para redução do apetite (McDOWELL, 1972; HUBER, 1990; TITTO, 1998).

Entretanto, segundo VALE (1997), esse aumento da temperatura e da umidade, que resulta em decréscimo na ingestão de energia metabolizável, tenta ser compensado pelo aumento na ingestão de concentrados, seja por modificação voluntária do hábito ou por restrição da dieta, na tentativa de continuar fornecendo a mesma quantidade de nutrientes numa situação em que o consumo está diminuído. A queda na ingestão de fibra altera, então, a flora ruminal e ocasiona perda de peso, depressão da produção de leite e queda na fertilidade (BACCARI JR., 1998). A depressão do consumo reduz, ainda, a motilidade do trato digestivo e as contrações ruminais, o que torna a taxa de passagem do alimento mais lenta (BERNABUCCI et

al., 1999).

Por outro lado, enquanto a taxa de ingestão e utilização de energia para crescimento e produção de leite está reduzida em 30 a 50% nos animais submetidos ao estresse de calor, os requisitos de manutenção são aumentados de 7 a 25%, pelo aumento na frequência respiratória (COELHO e MORAIS, 1997). McDOWELL (1972) descreveu aumento de 30% nas exigências de manutenção de vacas em produção, se as temperaturas ambientais se elevarem de 26 para 40°C pelo período de 6 horas por dia, enquanto o consumo de matéria seca foi diminuído em torno de 55%. O mesmo autor observou declínio de 5% no consumo de concentrado, mas de 22% no consumo de feno para vacas holandesas, quando as temperaturas do ar aumentaram de 18 para 30°C, o que contribuiu para a maior incidência de distúrbios digestivos pelo aumento da carga acídica no rúmen. De acordo com HUBER (1990), as vacas teriam diminuído voluntariamente o consumo de forragem durante os períodos quentes do ano.

A depressão da performance animal deve-se, ainda, à menor atividade dos hormônios metabólicos (EZEQUIEL et al., 1989; MACHADO, 1998), ao gasto da energia que será desviada da função produtiva para a manutenção da homeostase e à alteração dos níveis hormonais e dos hábitos comportamentais, que condicionam o comportamento reprodutivo, nos diferentes grupos zootécnicos (HOLROYD et al., 1993).

Dada a relevância destas informações, foram desenvolvidos índices que combinam dois ou mais elementos para avaliar o impacto ambiental sobre os animais de produção.

O índice de temperatura e umidade (THI ou ITU) leva em consideração pesos para as temperaturas dos termômetros de bulbo seco (temperatura do ar) e de bulbo úmido (umidade relativa do ar) ou para a temperatura de ponto de orvalho (KELLY e BOND, 1971), que é aquela na qual a tensão atual de vapor, pressão que o vapor d'água exerce na atmosfera, se iguala à tensão máxima de vapor, pressão que o vapor d'água exerce quando a atmosfera está saturada, a uma determinada temperatura do ar (McDOWELL, 1972). Este índice permite determinar o nível de estresse ao qual a vaca leiteira está exposta, com o auxílio da tabela elaborada pelo

Dr. Frank Wiersma, da Universidade do Arizona (MACHADO, 1998).

Segundo NÄÄS (1998), o ITU é o parâmetro mais utilizado na literatura para avaliação do estresse ambiental e, mesmo havendo grande variação, segundo os diversos autores, quanto aos limites de conforto e estresse, há unanimidade ao considerar-se que o ITU acima de 72 é limitante para vacas de alta produção. De acordo com McDOWELL (1972), bovinos de todas as idades mostraram graus mensuráveis de desconforto térmico com o ITU igual ou superior a 72 e o desconforto se tornou agudo com índices acima de 78. HAHN (1993) corroborou as observações desse autor e acrescentou que o ITU igual a 70 ou menos expressa uma condição normal, um valor entre 71 e 78 é crítico, entre 79 e 83 a situação é de perigo e acima de 83 uma condição de emergência está presente.

No entanto, os limites existentes foram pré-definidos por meio de medidas das reações fisiológicas de animais de raças européias e em ambientes de clima temperado e não foram encontradas, na literatura, informações quanto aos limites do ITU para animais de recria (PIRES et al., 1998).

Já o índice de globo negro e umidade, BGHI ou ITGU (BUFFINGTON et al., 1981), retrata o conforto térmico para vacas leiteiras expostas à radiação solar direta ou indireta, fornecendo uma indicação dos efeitos combinados de temperatura do ar, temperatura radiante e velocidade do vento numa só medição (BOND e KELLY, 1955). Segundo ZOA-MBOE et al. (1989), a temperatura de globo negro (TGN) média de 37°C, das 8 às 18 horas, deprimiu a produção de leite em 9,2%.

De acordo com BACCARI JR. (1998), ao comparar estes dois índices, a produção de leite apresentou maior relação com o ITGU que com o ITU sob radiação solar direta ou sob condições severas de estresse pelo calor. Por outro lado, à sombra, ambos os índices estiveram relacionados à produção de forma similar. Porém, como o ITGU é relativamente recente, o ITU ainda é a referência mais usada nos trabalhos de bioclimatologia e mais dados são necessários para que se estabeleçam com segurança os níveis de conforto para o primeiro.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local e condições climáticas**

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, no período de setembro a novembro de 1998, com duração total de 56 dias.

O município de Viçosa está localizado na região da Zona da Mata Mineira, com clima subtropical do tipo “Cwa” - mesotérmico, segundo a classificação de KÖEPPEN (1948), com verões quentes e invernos frios e secos, sendo a sua latitude de 20°45’S e 42°51’N, GRW, com altitude média de 635 metros. A precipitação anual foi de 1139,2 mm, umidade relativa média de 78,42%, temperatura do ar de 21,89°C, média das máximas e mínimas de 27,14 e 16,17°C, insolação média de 5,6 horas, velocidade média do vento de 1,39 m/s e pressão atmosférica média de 937,27 mb (UNIVERSIDADE..., 1998). O período das secas corresponde ao intervalo dos meses de abril a setembro, sendo mais acentuado nos meses de junho, julho e agosto e as chuvas se concentram nos meses de outubro a março.

Os dados climatológicos para a região de Viçosa e relativos ao período experimental encontram-se na Tabela 1.

### 3.2. Animais e instalações

Foram utilizadas 24 novilhas de três grupos zootécnicos (GZ) diferentes: 7/8 e 15/16 Holandês-Zebu (HZ) e Holandês Puro-por-Cruza (HPC), com peso vivo médio de 375,5 (s=45,5), 364 (s=40,7) e 332,13 kg (s=41,5), respectivamente, mantidas em regime de estabulação completa.

Tabela 1 - Dados de precipitação pluviométrica (PP), insolação (INSOL), umidade relativa do ar (UR) e temperaturas média, máxima e mínima da região de Viçosa, MG, no período de setembro a novembro de 1998

Período	PP (mm)	INSOL (horas/dia)	UR (%)	Temperatura (°C)		
				Média	Máxima	Mínima
Setembro	5,6	5,9	71,3	22,3	27,5	15,4
Outubro	257,5	3,4	82,0	21,1	25,2	16,7
Novembro	216,9	3,3	83,0	21,5	26,0	16,9

Fonte: Universidade Federal de Viçosa - UFV (1998)

Os animais foram selecionados com base no peso vivo médio no escore de condição corporal entre 3,0 e 3,5, numa escala de 1 (muito magro) a 5 (obeso), como também na adaptação ao regime de estabulação completa e na ausência de alterações fisiopatológicas que pudessem comprometer o desempenho.

As novilhas selecionadas foram tratadas contra ecto e endoparasitas e distribuídas aleatoriamente em baias individuais de piso concretado, parcialmente sombreadas. O ambiente contou com iluminação artificial para observação noturna dos animais.

No final do experimento, foram selecionadas, entre estes animais, 18 novilhas, dos três grupos zootécnicos em questão, e distribuídas ao acaso para coleta de fezes e determinação da taxa de passagem do volumoso.

### 3.3. Dietas experimentais e manejo

As dietas foram balanceadas para dois níveis de fibra em detergente neutro (FDN), 30 e 60%, com base na matéria seca (MS) da ração e dos nutrientes para atender às exigências mínimas de proteína bruta (PB), de nutrientes digestíveis totais (NDT) e de minerais, conforme recomendações do NRC (1989), para um ganho médio de 700 g/animal/dia.

As rações foram preparadas na forma de mistura completa, tendo o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum., cv. Mineirão) como volumoso e a mistura do concentrado constituída por farelo de soja, fubá de milho, farelo de trigo, farelo de algodão e fosfato bicálcio, e calculadas a cada período experimental, de acordo com a análise bromatológica prévia do volumoso.

A composição químico-bromatológica média de cada ingrediente e das dietas experimentais e as proporções de concentrado e volumoso, na matéria seca total da ração, estão descritas nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica média dos ingredientes da ração e das dietas experimentais em porcentagem de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) na matéria seca total da ração

Ingredientes	Composição químico-bromatológica (%MS)						
	MS (%)	FDN	FDA	LIG	CEL	PB	NDT <sup>1</sup>
Capim-elefante	22,86	78,15	45,91	5,05	38,25	7,95	53
Farelo de soja	86,30	12,82	7,72	0,27	7,25	56,53	87
Farelo de trigo	84,75	39,05	12,24	2,86	9,15	16,90	70
Farelo de algodão	87,83	46,36	30,51	14,00	12,00	29,69	96
Fubá de milho	86,93	11,29	2,64	0,07	2,75	9,98	85
	Composição químico-bromatológica das dietas (%MS)						
FDN30	44,59	32,93	16,73	1,85	14,17	15,45	72
FDN60	34,91	60,59	29,90	4,14	24,98	13,11	60

<sup>1</sup> CAPELLE, 2000.

Tabela 3 - Proporções dos ingredientes na matéria seca da ração, para as dietas experimentais (%MS)

	Dietas (%)	
	FDN30	FDN60
Capim-elefante picado	28,96	49,76
Concentrado FDN30	71,04	-
Concentrado FDN60	-	50,24

Os animais foram arraçoados duas vezes ao dia, às 10 e 16h, sendo 60% da dieta servida na parte da manhã e 40% na parte da tarde.

O consumo voluntário inicial, com base na MS, foi estimado de acordo com o NRC (1989), sendo de 2,2% do peso vivo médio dos animais. Durante o período de adaptação, foi determinado pela pesagem e correção diária do

alimento fornecido até ser ajustado para cerca de 10% de sobras, visando garantir a ingestão *ad libitum* da ração pelo animal.

O acesso irrestrito à água e à mistura mineral foi garantido, diariamente, para todos os animais.

### **3.4. Delineamento experimental**

O experimento foi montado num esquema fatorial 3x2 (grupos zootécnicos x nível de fibra na dieta), no delineamento em blocos casualizados (DBC), com três repetições.

Foi adotado um período inicial de 14 dias para ajuste do consumo e adaptação dos animais e, em seguida, decorreram-se três períodos experimentais de 14 dias cada, para as coletas dos dados de desempenho.

Ao final do último período, foi feito um ensaio, no delineamento inteiramente casualizado (DIC), num período de cinco dias, para a determinação da taxa de passagem do volumoso.

### **3.5. Coleta de dados e análise das amostras**

#### **3.5.1. Consumo e desempenho**

Amostras diárias de capim picado, da ração em mistura completa e das sobras, foram coletadas, acondicionadas em sacos plásticos e congeladas em freezer a -10°C. As amostras dos ingredientes e da mistura concentrada foram coletadas no início, meio e final de cada período experimental, acondicionadas em vidros hermeticamente fechados e reservadas para análises posteriores.

No final de cada período, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, compostas para cada animal e para cada período, acondicionadas em sacos de papel previamente pesados, levadas à estufa de circulação forçada para pré-secagem e, posteriormente, moídas em moinho tipo “Willey”, com peneira de

1 mm, de acordo com metodologia descrita por SILVA (1990), e acondicionadas em frascos de vidro com tampas de polietileno, devidamente identificados, para as análises químico-bromatológicas.

As análises dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, do Departamento de Zootecnia da UFV.

Os teores de matéria seca e proteína bruta, segundo o método de Kjeldahl, foram determinados conforme SILVA (1990). O método de análise seqüencial proposto por VAN SOEST et al. (1991), com modificações, foi utilizado para a determinação da FDN (fibra em detergente neutro), FDA (fibra em detergente ácido), lignina, celulose e hemicelulose.

O consumo voluntário foi determinado pela pesagem diária da ração e das sobras. A ingestão média diária de MS, nos 14 dias referentes ao período experimental, foi utilizada após análise químico-bromatológica da ração em mistura completa e das sobras, para os cálculos de consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) e consumo de proteína bruta (CPB), expressos em quilos de matéria seca por dia (kg/dia), porcentagem do peso vivo (%PV) e em função do tamanho metabólico ( $\text{g/kg PV}^{0.75}$ ), de acordo com TOMLINSON et al. (1991).

Os animais foram pesados individualmente, antes do arraçoamento da manhã, no primeiro e no último dia de cada período, para determinar a variação média do peso vivo (kg/dia).

### **3.5.2. Cinética de partículas sólidas**

A taxa de passagem de partículas pelo rúmen foi determinada utilizando-se como marcador o Cromo- FDN ou Cromo- Mordante fixado à parede celular do volumoso, de acordo com ÚDEN et al. (1980) (Apêndice A).

Após a ingestão forçada de 100 g da fibra marcada pelos animais, foram coletados 200 g de fezes, aproximadamente, nos intervalos de tempo de 0, 12, 24, 30, 36, 48, 72, 96 e 120 horas (COLUCCI et al., 1990). Essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas a  $-10^{\circ}\text{C}$ . No final do ensaio,

foram descongeladas à temperatura ambiente, pré-secas e moídas em moinho tipo “Willey”, em peneira de 1 mm (SILVA, 1990), e armazenadas em frascos de vidro, até o procedimento das análises laboratoriais.

O conteúdo de cromo nas amostras de fezes foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica com chama de ar-acetileno, conforme metodologia descrita por WILLIAMS et al. (1962).

Para a determinação da taxa de passagem da fase sólida e do tempo de retenção de sólidos no rúmen e nos intestinos, as curvas de excreção fecal do marcador foram ajustadas ao modelo exponencial bicompartimental proposto por GROVUM e WILLIAMS (1973):

$$Y_{Cr} = Ae^{-k_1(t-TT)} - (Ae^{-k_2(t-TT)}) \text{ sendo, } Y_{Cr} = 0, \text{ para } t < TT$$

em que

$Y_{Cr}$  = concentração do indicador nas fezes

A = parâmetro biologicamente indefinido

$k_1$  = taxa de passagem no rúmen

t = tempo de amostragem do indicador

TT = tempo de trânsito ou estimativa do tempo em que o indicador apareceu pela primeira vez nas fezes

$k_2$  = taxa de passagem de partículas no ceco-cólon proximal

Os parâmetros para dinâmica da fase sólida foram determinados de acordo com COLUCCI et al. (1990):

$$TRRR = 1/k_1$$

$$TRCC = 1/k_2$$

em que

TRRR (h) = tempo de retenção no rúmen-retículo

TRCC (h) = tempo de retenção no ceco-cólon proximal

$k_1$  (%/h) = taxa de passagem de partículas no rúmen-retículo

$k_2$  (%/h) = taxa de passagem de partículas no ceco-cólon proximal

$$\text{TMR} = \text{TRRR} + \text{TRCC}$$

em que

TMR (h) = tempo médio de retenção nos dois compartimentos

$$\text{TRT} = \text{TMR} + \text{TT}$$

em que

TRT (h) = tempo de retenção total

TT (h) = tempo de trânsito

### **3.5.3. Comportamento ingestivo**

Os tempos despendidos em alimentação, ruminação, ócio e outras atividades foram registrados, uma vez por semana, em cada período experimental, para todos os tratamentos, por meio de observação visual dos animais durante 24 horas, a cada 5 minutos, segundo JOHNSON e COMBS (1991).

O número de mastigações meréricas e o tempo de mastigação por bolo ruminal foram medidos por meio de observações distribuídas em três turnos ao dia, nos horários de 8 às 10h, 14 às 16h e 18 às 20h, com o auxílio de cronômetro digital (BÜRQUER et al., 2000), para o cálculo do comportamento mastigatório médio diário.

Os componentes do comportamento ingestivo foram calculados segundo POLLI et al. (1996), a saber:

$$\text{EAL} = \text{CMS} / \text{TAL}$$

em que

EAL (kgMS/h) = taxa de ingestão

CMS (kgMS/dia) = consumo de matéria seca

TAL (h/dia) = tempo de alimentação

$$ERU_{MS} = CMS / TRU$$

$$ERU_{FDN} = CFDN / TRU$$

em que

$ERU_{MS}$  (kgMS/h) = taxa de ruminação em relação ao CMS

$ERU_{FDN}$  (kgFDN/h) = taxa de ruminação em relação ao cFDN

TRU (h/dia) = tempo de ruminação

$$TMT = TAL + TRU$$

em que

TMT (h/dia) = tempo de mastigação total

$$BOL = TRU / MM_{tb}$$

em que

BOL (no./dia) = número de bolos ruminais por dia

$MM_{tb}$  (s/bolo) = tempo de mastigação merícica por bolo ruminal, em segundos

TRU (s/dia) = tempo de ruminação, em segundos por dia

O número de mastigações merícicas por dia foi estimado conforme BÜRQUER et al. (2000):

$$MM_{nd} = BOL \times MM_{nb}$$

em que

$MM_{nb}$  (no./bolo) = número de mastigações por bolo ruminal

$MM_{nd}$  (no./dia) = número de mastigações merícicas por dia

Os fatores do comportamento ingestivo e mastigatório foram avaliados, ainda, em relação ao consumo de matéria seca (h/kgMS) e ao consumo de FDN (h/kgFDN), conforme BEAUCHEMIN e BUCHANAN-SMITH (1990).

A taxa de ruminação/ kg de FDN consumida em relação tempo médio de retenção ruminal de FDN foi obtida com base nos dados estimados para a passagem da fibra marcada.

A taxa de ruminação em relação ao tempo de mastigação total foi obtida

de acordo com a equação:

$$TR = TRU / TMT \times 100$$

em que

TR (%/h) = taxa de ruminação em relação ao tempo de mastigação total

#### **3.5.4. Dados bioclimatológicos**

As temperaturas do termohigrômetro e do globo negro foram tomadas, diariamente, quatro vezes ao dia, às 7, 11, 15 e 19h, para determinação das condições climáticas médias durante cada período experimental. A cada dois dias, por 12 horas, e a cada sete dias, por 24 horas, os mesmos parâmetros foram medidos para determinar o comportamento da temperatura do ar e dos índices para avaliação do ambiente no decorrer do dia. As temperaturas máximas e mínimas foram registradas, diariamente, às 7 e 19h.

O Índice de Temperatura e Umidade - ITU (KELLY e BOND, 1971) foi calculado para avaliação do nível de estresse térmico a que foram submetidos os animais, segundo BACCARI et al. (1983):

$$ITU = tbs + 0,36 tpo + 41,2$$

em que

tbs = temperatura do termômetro de bulbo seco (°C)

tpo = temperatura de ponto de orvalho (°C)

O Índice de Temperatura de Globo e Umidade - ITGU foi calculado de acordo com BUFFINGTON et al. (1981):

$$ITGU = 0,72 (Tgn + Tbu) + 40,6$$

em que

tgn = temperatura de globo negro (°C)

tbu = temperatura de bulbo úmido (°C)

Além disso, foram determinadas a frequência respiratória e temperatura

retal para avaliação das respostas fisiológicas das novilhas frente ao ambiente, a cada três dias, em dois turnos, às 9 e 15h, segundo DAMASCENO et al. (1998). A frequência respiratória foi contada no flanco do animal, durante 15 segundos e multiplicada por quatro, para estimar a frequência por minuto. A temperatura retal foi medida usando-se termômetro clínico veterinário inserido no reto por 1 min. e 30 seg.

As faixas de conforto, risco e estresse térmico para os animais foram determinadas com base nas observações de DU PREEZ et al. (1990a,b).

### **3.6. Análises estatísticas**

O experimento foi montado no DBC, num esquema fatorial 3x2, com três repetições. Os dados de consumo e ganho de peso foram analisados por meio de análise de variância e as médias foram comparadas utilizando-se os testes F e/ou o teste de Tukey, adotando-se os níveis de 1 e 5% de probabilidade.

Para a determinação da cinética digestiva, os animais foram distribuídos em DIC, num arranjo fatorial 3x2, com três repetições por tratamento e as estimativas das variáveis, obtidas segundo o modelo proposto por GROVUM e WILLIAMS (1973), foram avaliadas fixando-se os níveis de fibra e variando-se os grupos genéticos e, em seguida, devido ao interesse, analisadas para cada nível de fibra independente do grupo genético.

Para as variáveis frequência respiratória e temperatura retal, o experimento foi analisado segundo um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas um esquema fatorial 3x2 e nas subparcelas, os turnos (H) de coleta (manhã e tarde), no DBC, com três repetições. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e, independente de a interação HxGZxFDN ser ou não significativa, optou-se pelo desdobramento da mesma.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Desempenho de novilhas leiteiras

Os consumos médios de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB), expressos em quilos por dia (kg/dia), em porcentagem do peso vivo (%PV) e em função do tamanho metabólico ( $\text{g/kgPV}^{0,75}$ ), o ganho de peso médio diário e os coeficientes de variação para as diferentes dietas estão apresentados na Tabela 4.

Não houve efeito da interação entre os grupos zootécnicos (7/8HZ, 15/16HZ e HPC) e os níveis de fibra na ração (30% x 60% de FDN) para as características analisadas, confirmando os dados encontrados por HOHENBOKEN et al. (1995) e RESENDE et al. (1994).

Os consumos de MS, FDN e FDA, expressos em kg/dia, %PV e  $\text{g/kgPV}^{0,75}$ , elevam-se ( $P < 0,05$ ) com o aumento do nível de FDN da dieta, sendo observados valores médios de 10,13; 2,69 e 1,45 kg/dia e 2,70; 0,71 e 0,38%PV, respectivamente, para a dieta com baixa fibra (30% de FDN e 17% de FDA) contra 10,68; 6,17 e 2,92 kg/dia e 2,90; 1,67 e 0,79%PV para as dietas com alta fibra (60% FDN e 30% FDA). Não houve diferença entre as dietas para o

consumo de proteína bruta, apesar de as dietas com alto nível de FDN terem apresentado valores maiores.

Tabela 4 - Consumo médio de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) e ganho de peso médio diário (kg/dia) por novilhas leiteiras submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra e os respectivos coeficientes de variação (CV%)

	Níveis de fibra		CV (%)
	FDN30%	FDN60%	
	Matéria seca		
kg/dia	10,13 b	10,68a	8,76
%PV	2,70 b	2,90a	7,75
g/kgPV <sup>0.75</sup>	118,46 b	126,91a	2,87
	Fibra em detergente neutro		
kg/dia	2,69 b	6,17a	10,29
%PV	0,71 b	1,67a	7,33
g/kgPV <sup>0.75</sup>	45,45 b	59,13a	23,10
	Fibra em detergente ácido		
kg/dia	1,45 b	2,92a	10,43
%PV	0,38 b	0,79a	7,89
g/kgPV <sup>0.75</sup>	22,73 b	28,85a	20,41
	Proteína bruta		
kg/dia	1,64a	1,70a	12,62
%PV	0,44a	0,46a	11,97
g/kgPV <sup>0.75</sup>	18,97a	20,55a	17,45
	Ganho de peso médio		
kg/dia	1,28a	0,92 b	32,27

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste F.

Entretanto, esse aumento no consumo de matéria seca para a dieta com maior nível de fibra não foi suficiente para que os animais de mesmo potencial produtivo atingissem o consumo de energia que possibilitasse um desempenho semelhante, o que permite inferir que os mecanismos de regulação do consumo foram diferentes para os níveis alto e baixo de fibra na dieta, sendo que o consumo para a primeira deve ter sido regulado pela limitação física do animal. Isto explicaria o fato de os animais submetidos à dieta com 60% de FDN terem

apresentado ganho médio de peso 39,13% menor ( $P < 0,01$ ) que aqueles recebendo a dieta com 30% de FDN, embora a capacidade de consumo e os ganhos obtidos tenham sido muito maiores que os estimados considerando as recomendações do NRC (1989), para ganhos médios de 700 g/dia, para novilhas leiteiras de raças grandes recebendo rações com 60% de NDT, confirmando a necessidade de melhor se avaliarem os níveis de nutrientes adequados para novilhas leiteiras mestiças nas condições brasileiras.

Essas diferenças entre os ganhos de peso esperados (700 g/dia) e os ganhos médios observados neste trabalho podem ser explicadas pelas diferenças no conteúdo de NDT das dietas de baixa e alta fibra (72% vs. 60% NDT) e pelo fato de o consumo avaliado ter sido *ad libitum*, confirmando as observações de QUIGLEY et al. (1986a).

TOMLINSON et al. (1991), avaliando o efeito de diferentes níveis de FDN (40, 50 e 60%) e NDT (85, 100 e 115%) sobre o consumo e o crescimento de novilhas holandesas, obtiveram consumos médios de 7,28 kg/dia e observaram que o consumo máximo em  $\text{g/kgPV}^{0,75}$  ocorreu nas dietas com 41% de FDN e 20% de FDA e os ganhos médios diários obtidos, de 1,1 kg/dia, foram superiores cerca de 61,8% aos ganhos esperados inicialmente (0,68 kg/dia). Os autores observaram que, embora não tenham conseguido separar totalmente os efeitos FDN vs. NDT, o nível de fibra teve maior influência que de NDT sobre o desempenho de novilhas com menos de 200 kg de peso vivo que para animais maiores, em razão da limitação física da capacidade de consumo. SERJSEN e FOLDAGER (1992) e MERTENS (1997) acrescentaram que essa limitação ocorre independente do tipo de forragem utilizada.

CAPPELLE (2000) avaliou a predição do consumo de matéria seca e do ganho de peso diário de bovinos feita pelo Sistema de Cornell (CNCPS) para as condições brasileiras e também encontrou, como neste trabalho, dados de consumo subestimados por esse sistema. O autor concluiu que, naquele caso, a predição do consumo foi boa, mas inadequada para estimar os ganhos de peso esperados.

QUIGLEY et al. (1986a e b) encontraram valores de consumo máximo

de 8,6 kg/dia para rações servidas *ad libitum* com níveis de FDN e FDA entre 40 e 44% e 20 e 23% MS, respectivamente, para novilhas leiteiras pós-púberes, quando submetidas a dietas em mistura completa, valores esses ligeiramente superiores aos encontrados por MERTENS (1989), de 32 a 40% de FDN e 20 a 25% de FDA. O ganho médio diário, de acordo com os primeiros autores, foi de 1,0 a 1,2 kg/dia para animais acima de 300 kg, corroborando os dados encontrados neste trabalho. SERJSEN et al. (1982) também observaram ganhos similares de 1,2 kg/dia para consumo médio de matéria seca de 9,2 kg/dia em novilhas leiteiras.

Entretanto, RESENDE et al. (1994) observaram que a capacidade máxima de consumo de fibra pela limitação física regulou a ingestão voluntária para as dietas com níveis acima de 50% de FDN, ao avaliar o efeito do nível de FDN sobre o consumo de bovídeos de diferentes grupos raciais em confinamento nas condições tropicais.

Os consumos de MS, FDN, FDA e PB, expressos em kg/dia, não foram influenciados pelo grupo zootécnico (Tabela 5). Porém, houve diferença significativa ( $P<0,01$ ) quando estes foram expressos em porcentagem do peso vivo, sendo que o consumo de MS (%PV) foi, em média, 7,7% maior ( $P<0,05$ ) para os animais 15/16HZ e HPC que para os animais 7/8HZ. Já os consumos de FDN, FDA e PB do grupo zootécnico HPC, foram 9,6, 8,2 e 12,5% maiores, quando expressos em porcentagem do peso, que aqueles do grupo 7/8HZ, que, por sua vez, foram semelhantes aos do grupo 15/16HZ. Houve diferença ( $P<0,01$ ) para o consumo de matéria seca entre os grupos genéticos, expresso em  $g/kgPV^{0,75}$ , que foi, em média, 6% menor para o grupo 7/8HZ em relação aos grupos 15/16HZ e HPC.

Quanto ao desempenho das novilhas, não houve diferença significativa para o ganho de peso entre os grupos zootécnicos avaliados, que tiveram ganho médio diário de 1,1 kg/dia.

O maior consumo encontrado para os animais europeus puros, para o consumo corrigido em porcentagem do peso vivo e em gramas por unidade de tamanho metabólico, demonstrou a maior eficiência dos animais HPC,

comparados com os animais mestiços, em aumentar a sua capacidade de consumo para atender os seus requerimentos.

Tabela 5 - Consumos médios de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) e ganho de peso médio diário (kg/dia) por novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos e os respectivos coeficientes de variação (CV%)

	Grupos zootécnicos			CV
	7/8HZ	15/16HZ	HPC	
	Matéria seca			
kg/dia	10,37a	10,68a	10,18a	8,76
%PV	2,65 b	2,80a	2,94a	7,75
g/kgPV <sup>0,75</sup>	117,70 b	123,71a	126,64a	2,87
	Fibra em detergente neutro			
kg/dia	4,46a	4,55a	4,28a	10,29
%PV	1,13 b	1,19ab	1,25a	7,33
g/kgPV <sup>0,75</sup>	50,46a	52,69a	53,72a	23,10
	Fibra em detergente ácido			
kg/dia	2,20a	2,25a	2,11a	10,43
%PV	0,56 b	0,59ab	0,61a	7,89
g/kgPV <sup>0,75</sup>	24,91a	26,09ab	26,37a	20,41
	Proteína bruta			
kg/dia	1,65a	1,72a	1,64a	12,62
%PV	0,42 b	0,45ab	0,48a	11,97
g/kgPV <sup>0,75</sup>	18,74a	20,02a	20,51a	17,45
	Ganho de peso			
kg/dia	1,14a	1,10a	1,07a	32,27

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste F.

QUIGLEY et al. (1986b) confirmaram estas observações, ao afirmarem que bovinos com maior requerimento em energia podem alterar o seu ponto de consumo máximo para regular com maior eficiência o balanço energético. SHAFFER et al. (1981) completaram afirmando que as características genéticas não só refletem em diferenças no tamanho corporal, mas também favorecem o aumento da capacidade de consumo, como verificado neste trabalho.

Por outro lado, os mestiços conseguiram desempenho similar mesmo

com menor consumo, em razão da sua maior capacidade adaptativa, ao utilizarem a energia metabolizável do alimento, nas condições deste trabalho. Estas observações estão de acordo com BARCELOS (1984), ao trabalhar com animais mestiços em regiões com temperaturas elevadas.

#### 4.2. Cinética de partículas sólidas

As equações de regressão ajustadas segundo o modelo exponencial bicompartimental de GROVUM e WILLIAMS (1973), para determinação dos parâmetros de cinética digestiva, estão descritas na Tabela 6 e os valores dos tempos de retenção no rúmen-retículo (TRRR), tempos de retenção pós-ruminal (TRCC), tempos médios de retenção nos dois compartimentos (TMR) e tempos de retenção total (TRT), obtidos para cada tratamento, estão na Tabela 7.

Tabela 6 - Equações de regressão ajustadas da curva de excreção do C<sub>F</sub> mordante para novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro e os respectivos coeficientes de determinação

Dietas	Grupos zootécnicos	Equações ajustadas		R2
FDN30	7/8HZ	$Y = 2,5750 * \exp^{(-0,0415*(t-9,6224))}$	$-2,5750 * \exp^{(-0,0894*(t-9,6224))}$	0,9860
	15/16HZ	$Y = 5,3751 * \exp^{(-0,0473*(t-11,6553))}$	$-5,3751 * \exp^{(-0,0770*(t-11,6553))}$	0,9680
	HPC	$Y = 1,1744 * \exp^{(-0,0324*(t-11,6550))}$	$-1,1744 * \exp^{(-0,0913*(t-11,6550))}$	0,9923
FDN60	7/8HZ	$Y = 1,8626 * \exp^{(-0,0355*(t-11,5146))}$	$-1,8626 * \exp^{(-0,1151*(t-11,5146))}$	0,9870
	15/16HZ	$Y = 1,4327 * \exp^{(-0,0306*(t-11,6845))}$	$-1,4327 * \exp^{(-0,1097*(t-11,6845))}$	0,9763
	HPC	$Y = 4,3323 * \exp^{(-0,0466*(t-11,7625))}$	$-4,3323 * \exp^{(-0,0741*(t-11,7625))}$	0,9697
FDN30		$Y = 2,9749 * \exp^{(-0,0404*(t-10,8928))}$	$-2,9749 * \exp^{(-0,0859*(t-10,8928))}$	0,9839
FDN60		$Y = 2,5425 * \exp^{(-0,0376*(t-11,6538))}$	$-2,5425 * \exp^{(-0,0996*(t-11,6538))}$	0,9777



Tabela 7 - Tempos de retenção no rúmen-retículo (TRRR), tempos de retenção pós-ruminal (TRCC), tempo médio de retenção nos dois compartimentos (TMR) e tempo de retenção total (TRT), estimados em novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro

Dietas	Grupos zootécnicos	TRRR (h)	TRCC (h)	TMR (h)	TRT (h)
FDN30	7/8HZ	24,46	11,51	35,97	45,59
	15/16HZ	21,16	13,67	34,82	46,48
	HPC	26,37	14,08	40,46	51,96
FDN60	7/8HZ	31,81	9,16	40,97	52,49
	15/16HZ	31,48	9,32	40,80	52,34
	HPC	21,66	14,72	36,37	48,14
FDN30		24,06	12,86	36,92	47,66
FDN60		27,92	11,29	39,21	50,82

As taxas de passagem de partículas do capim-elefante no rúmen-retículo ( $k_1$ ) diminuíram de 4,04 para 3,76%/h, com o aumento do nível de fibra da dieta, enquanto no ceco-cólon ( $k_2$ ) foram maiores para a dieta com alta fibra, 9,96% contra 8,59%/h para a dieta com baixa fibra. Os tempos de retenção no rúmen-retículo (TRRR) foram 13,8% menores para a dieta com 30% de FDN que para a dieta com 60% de FDN. Por outro lado, os tempos de retenção no ceco-cólon (TRCC) apresentaram-se 13,9% maiores para a dieta com 30% de FDN. Os tempos médios de retenção (TMR) e os tempos de retenção total (TRT) estimados foram numericamente maiores para a dieta com alta fibra e não variaram entre os grupos zootécnicos.

Os dados encontrados confirmam as observações de BEAUCHEMIN e BUCHANAM-SMITH (1990), que, ao avaliarem o efeito de dietas com diferentes níveis de FDN para vacas holandesas, encontraram menor taxa de passagem no rúmen para o feno (56,5% FDN) que para a silagem de alfafa (44,4% FDN). LIRA (1999), trabalhando com novilhos mestiços, também

descreveu maiores taxas de passagem para o capim braquiária na época das chuvas que no período das secas (2,83 x 5,21%/h), quando o nível de FDN dessa gramínea era menor.

Considerando as condições analisadas neste trabalho, é possível observar que houve um efeito negativo do aumento do nível de FDN sobre a taxa de passagem, embora a diminuição desta não tenha sido suficiente para influenciar o consumo de matéria seca, que foi maior para este nível, ao contrário do observado por vários autores (VAN SOEST et al., 1991; ÚDEN e SUTTON, 1994; VARGA et al., 1998). Esses autores afirmaram que o aumento do nível de fibra diminui a taxa de passagem de partículas no rúmen-retículo, aumentando, conseqüentemente, o tempo médio de retenção e diminuindo o consumo de matéria seca.

Já VIEIRA et al. (2000), ao avaliarem a cinética digestiva para o capim-elefante, cv. Mineiro, em diferentes idades de corte, encontraram taxa de passagem no rúmen retículo de 2,6%/h e tempo médio de retenção de 39,54 horas, quando essa gramínea apresentou 68,9% de FDN. Segundo o autor, o aumento da idade de corte favoreceu o aumento do nível de fibra da forrageira, diminuindo a taxa de passagem.

Por outro lado, na medida que o aumento do nível de fibra da dieta favoreceu o aumento do tempo de retenção nos compartimentos ruminais, necessário para diminuição do tamanho de partícula, dados confirmados por FAICHNEY, 1986 e SHAVER et al., 1988; a fibra também aumentou o peristaltismo pós-ruminal, como também observado por FERREIRA et al. (1999).

Houve, ainda, diferença de 14,75% para os tempos de retenção no rúmen-retículo entre os animais 7/8HZ e os animais HPC, sendo maiores os tempos para o primeiro grupo, e de 28,20% para os tempos de retenção no cecólon, sendo menores, nesse caso, para os animais 7/8HZ, quando considerada a média das dietas utilizadas neste experimento. Os animais 15/16HZ apresentaram valores intermediários em todas as análises.

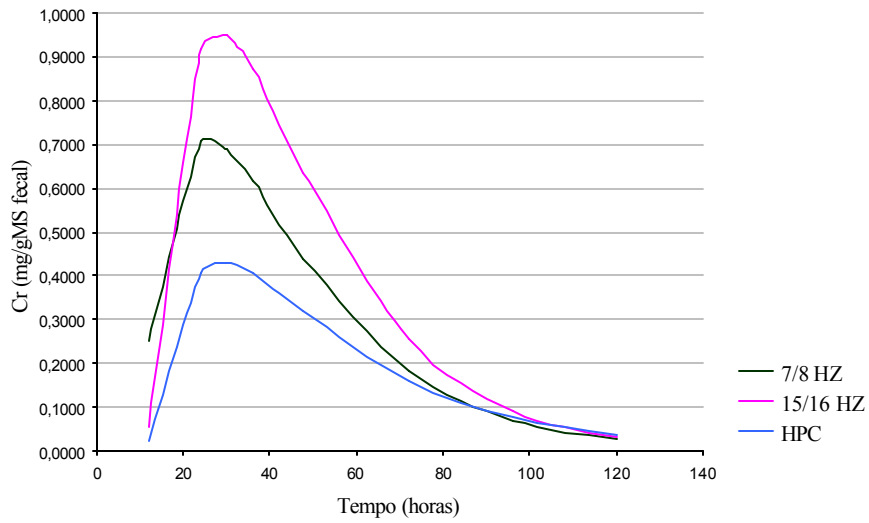
De acordo com FAICHNEY (1986) e VARGA et al. (1998), o aumento

no consumo de matéria seca geralmente resulta em taxas de passagem de partículas no rúmen-retículo maiores, por estimular a atividade propulsiva. Os resultados obtidos neste trabalho corroboraram os autores citados anteriormente, que relataram maior consumo de matéria seca (%PV) para o grupo HPC, bem como os menores tempos de retenção nos compartimentos ruminais para este grupo.

As curvas de excreção fecal para cada tratamento apresentaram maiores diferenças entre os grupos zootécnicos, quando as novilhas foram submetidas à dieta com baixo nível de fibra, e tenderam a se aproximar para a dieta com alta fibra, demonstrando que a dieta com menor nível de fibra permitiu ao grupo HPC exteriorizar melhor as suas características genéticas, o que não aconteceu com a dieta com mais fibra.

As estimativas dos teores fecais de cromo (Cr,  $\text{ng/gMS}$  fecal), de acordo com as equações de regressão ajustadas para os tempos de coleta pós-administração da fibra marcada, estão ilustradas na Figura 1.

a)



b)

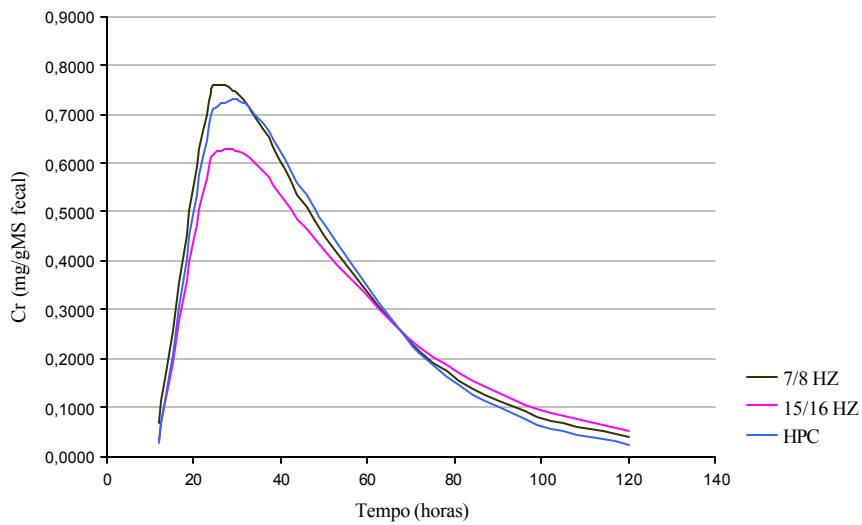


Figura 1 - Curva de recuperação do cromo (Cr, mg/gMS fecal), ajustada ao modelo bicompartimental, em função dos tempos pós-administração em novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos submetidas a dietas com baixo (a) e alto (b) nível de fibra.

Entretanto, como a estimativa da cinética de partículas não tem levado, em geral, a resultados consistentes, em razão das variações encontradas, conforme o local de amostragem, às respostas individuais do animal, além das alterações do abomaso e do ceco nos resultados obtidos nas fezes (CRUICKSHANK et al., 1989; DESWYSEN e ELLIS, 1988), as pequenas diferenças encontradas nos valores nas taxas de passagem estimadas, neste trabalho, para as diferentes dietas, sugerem que os estudos de cinética digestiva sejam realizados com maior número de animais, para que o erro associado a essas variações seja minimizado e esses parâmetros possam ser avaliados de forma mais segura.

### **4.3. Comportamento ingestivo**

As médias dos tempos observados em alimentação, ruminação, ócio e outras atividades, em horas por dia, dos parâmetros estimados para avaliação do comportamento ingestivo e das características relacionadas à mastigação estão descritas na Tabela 8.

Não houve interação significativa ( $P > 0,05$ ) entre os grupos zootécnicos e as dietas com níveis de fibra diferentes para as variáveis de comportamento ingestivo estudadas. Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por POLLI et al. (1996).

Os tempos gastos em alimentação, ruminação, ócio e outras atividades diferiram significativamente ( $P < 0,01$ ) entre as dietas com baixa e alta fibra. Embora o aumento do nível de fibra na dieta tenha limitado o consumo de matéria seca, ainda assim aumentou ( $P < 0,01$ ) o tempo de alimentação em 28%, o tempo de ruminação em 15,8% e o tempo de mastigação total em 20,24%, confirmando os dados de BEAUCHEMIN (1991) e DADO e ALLEN (1995), ao estudarem o efeito da proporção de forragem da dieta sobre o comportamento ingestivo de vacas leiteiras.

Esse aumento no tempo gasto com alimentação limitou o consumo

adequado de forragem, em função do aumento no número de movimentos mastigatórios e do tempo gasto com mastigação, como observado também por ALBRIGHT (1993), ao avaliar o efeito do nível de FDN sobre o comportamento mastigatório.

DESWYSEN et al. (1993), ao contrário dos dados encontrados nesta pesquisa, encontraram diminuição nos tempos de alimentação e ruminação, associada ao aumento do consumo médio de matéria seca.

Tabela 8 - Fatores do comportamento ingestivo e caracterização da mastigação merícica em novilhas leiteiras submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra na ração

Item	Dietas	
	FDN30	FDN60
Tempos gastos em (h/dia)		
Alimentação	3,53 b	4,90a
Ruminação	7,23 b	8,59a
Ócio	8,17a	6,43 b
Outras atividades	5,08a	4,08 b
Comportamento ingestivo		
Taxa de ingestão (kgMS/h)	2,98a	2,21 b
Taxa de ruminação <sub>MS</sub> (kgMS/h)	1,45a	1,25 b
Taxa de ruminação <sub>FDN</sub> (kgFDN/h)	0,377 b	0,723a
Mastigação merícica		
N <sup>o</sup> . mastigações/bolo	52,39 b	54,90a
Tempo mastigação/bolo (seg.)	48,98a	49,60a
N <sup>o</sup> . mastigações/min	64,41 b	66,74a
N <sup>o</sup> . mastigações merícicas/ dia	28446,72 b	35102,51a
N <sup>o</sup> . de bolos/dia	542,98 b	636,39a
Tempo de mastigação total (h/dia)	10,76 b	13,49a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste F.

BEAUCHEMIN e BUCHANAN-SMITH (1990) também confirmaram os dados descritos neste trabalho, ao encontrarem acréscimo nos tempos de ruminação e alimentação proporcionalmente ao aumento do nível de FDN da dieta. Os autores afirmaram que vacas alimentadas com feno (56,5% FDN) mastigam 25% mais bolos ruminais que aquelas alimentadas com silagem (44,4% FDN), em parte devido ao maior conteúdo de parede celular do feno, e descreveram valores similares aos encontrados neste trabalho para dietas entre 30 e 34% de FDN.

Por outro lado, os animais submetidos à dieta com maior nível de fibra, mesmo com consumo de matéria seca maior, apresentaram menores ( $P<0,01$ ) taxas de ingestão (2,21 x 3,00 kgMS/h) e de ruminação da MS (1,25 e 1,42 kgMS/h) que os animais submetidos à dieta com baixo nível de fibra, o que resultou em menor eficiência da ruminação e, conseqüentemente, menor desempenho dos animais, ao ingerirem maior quantidade de fibra.

DESWYSEN et al. (1993) confirmaram estes dados, ao observarem que o aumento da taxa de ingestão e ruminação da matéria seca, de acordo com o aumento do conteúdo de matéria seca da ração, maior nas dietas com menor proporção de volumoso, favorece o menor tempo com alimentação e ruminação. WELCH (1982) acrescentou que essa menor taxa de ruminação, importante no controle da utilização de volumosos, pode restringir o aproveitamento de alimentos de baixa qualidade comprometendo a produção, mesmo com aumento no consumo de matéria seca.

JASTER e MURPHY (1983), avaliando o comportamento mastigatório de novilhas holandesas recebendo feno de alfafa de diferentes tamanhos de partícula, encontraram tempo médio de ruminação por bolo, de 50 segundos, e DADO E ALLEN (1995) encontraram maior número de mastigações/min para dietas com 35% que para dietas com 25% de FDN, 65 vs. 62,3 mastig./min, corroborando os resultados obtidos neste estudo.

As novilhas HPC levaram 15,8% mais tempo com alimentação ( $P<0,05$ ), e apresentaram consumo de matéria seca 10,9% maior que as 7/8HZ, quando expresso em %PV. O tempo de alimentação (4,04h/dia) dos animais 15/16HZ

não diferiu dos outros dois grupos zootécnicos. Entretanto, a taxa de ingestão das novilhas HPC foi, em média, 18,2% menor ( $P < 0,01$ ) que a encontrada para as novilhas 7/8HZ e 15/16HZ e o tempo de mastigação total, 6,86% maior para o primeiro grupo (Tabela 9), comprovando que há diferenças etológicas entre diferentes grupos zootécnicos de ruminantes e existe menor adaptabilidade dos animais europeus no aproveitamento das forrageiras tropicais.

Tabela 9 - Fatores de comportamento ingestivo e caracterização da mastigação méricica em novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos

Item	Grupos zootécnicos		
	7/8 HZ	15/16 HZ	HPC
Tempos gastos em (h/dia)			
Alimentação	3,98 b	4,04ab	4,61a
Ruminação	7,71a	8,10a	7,93a
Ócio	5,58a	7,28a	7,04a
Outras atividades	4,74a	4,57a	4,42a
Comportamento ingestivo			
Taxa de ingestão (kgMS/h)	2,75a	2,78a	2,26 b
Taxa de ruminação <sub>MS</sub> (kgMS/h)	1,36a	1,35a	1,30a
Taxa de ruminação <sub>FDN</sub> (kgFDN/h)	0,569a	0,547a	0,536a
Mastigação méricica			
No. mastigações/bolo	53,73a	53,34a	53,87a
Tempo mastigação/bolo (seg.)	51,06a	47,62ab	49,19 b
Nº mastigações/min	63,22 b	67,49a	66,03a
Nº mastigações méricicas/ dia	29670,24 b	33282,03a	31937,91ab
Nº de bolos/dia	552,21 b	623,96a	592,87ab
Tempo de mastigação total (h/dia)	11,68a	12,14a	12,54a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com POLLI et al. (1996), o número de mastigações méricicas por bolo e o tempo de mastigação por bolo não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre bovinos e bubalinos; no entanto, o número de

mastigações meréricas por dia e o número de bolos por dia ( $P < 0,001$ ) foram maiores para o primeiro grupo. À semelhança do resultado neste estudo, esses autores não encontraram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para o tempo médio de ruminação, quando a variável foi espécie. Já ALBRIGHT (1993) observou que vacas Jersey mastigam mais lentamente que vacas Holstein e encontrou correlação direta entre a taxa de ingestão e o peso corporal de cada grupo genético.

Houve diferença ( $P < 0,01$ ), ainda, entre as dietas com baixo e alto nível de fibra, para todas as variáveis de comportamento ingestivo e mastigatório, medidas em relação ao consumo de matéria seca e de fibra na ração.

As taxas de ingestão, ruminação e mastigação (h/kgMS) foram maiores ( $P < 0,01$ ) para a dieta com nível mais elevado de fibra. Por outro lado, o tempo para execução das mesmas atividades, ajustadas por unidade de fibra consumida (h/kgFDN), foi menor na dieta com 60% de FDN em relação à dieta com 30%.

O tempo de ruminação por kg de FDN consumido de acordo com o tempo de retenção da ração no rúmen-retículo, como também a porcentagem da ruminação em relação ao tempo de mastigação total, foi maior para a ração com maior conteúdo de matéria seca, ou seja, para a dieta com menor nível de volumoso (Tabela 10). Assim, pode-se observar que houve maior eficiência da quebra de partículas do volumoso para a dieta com menor nível de fibra, justificando um melhor desempenho dos animais submetidos a essa dieta no aproveitamento da ração.

POLLI et al. (1996), comparando dietas à base de silagem de milho e cana-de-açúcar, observaram diferença entre os volumosos para o tempo médio de ruminação, de 62,3 min para 87,0 min/kg de MS ingerida, respectivamente, e maior tempo de mastigação para a cana, em razão do seu maior conteúdo de fibra. Os valores de comportamento ingestivo encontrados por esses autores, para dietas com 70% de volumoso, foram similares aos obtidos neste estudo, para a dieta com 60% de FDN.

SHAVER et al. (1988) também corroboraram os dados deste trabalho, ao descreverem uma diminuição no tempo de ruminação por unidade de fibra

consumida de acordo com o aumento do consumo de matéria seca. BEAUCHEMIN e BUCHANAN-SMITH (1990) encontraram tempo médio de ruminação de 69,08 min/kg de FDN em dietas contendo 17% de FDA, independente da composição da dieta e do método de alimentação.

Como a ruminação é uma atividade necessária para redução no tamanho de partícula da fibra e a taxa de ruminação da FDN aumentou com o incremento do conteúdo de fibra da dieta, o tempo de ruminação e mastigação por unidade de FDN consumida decresceu, resultados também observados por JUNG e ALLEN (1995) e ALBRIGHT (1993), que descreveram redução no tempo de ruminação por unidade de FDN, 75,3 vs. 69,4 min/kg FDN, ao suplementarem a dieta de vacas leiteiras com feno.

Além disso, de acordo com DADO e ALLEN (1995), a maior taxa de ingestão e ruminação da matéria seca para dietas com baixa fibra está relacionada com o aumento na taxa de passagem da fibra nos compartimentos ruminais e, conseqüentemente, com o menor tempo de retenção ruminal da FDN, confirmando a maior relação entre o tempo ruminação por kg FDN e o tempo retenção ruminal da FDN para a dieta com 30% de FDN.

Tabela 10 - Comportamento ingestivo e mastigatório em relação ao consumo de matéria seca e de FDN para novilhas leiteiras submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra

Item	Dietas	
	FDN30	FDN60
Comportamento ingestivo (h/kgMS)		
Taxa de ingestão	0,3505 b	0,4607a
Taxa de ruminação	0,7192 b	0,8090a
Taxa de mastigação total	1,0697 b	1,2697a
Comportamento ingestivo (h/kgFDN)		
Taxa de ingestão	1,3287a	0,8015 b
Taxa de ruminação	2,7357a	1,4061 b
Taxa de mastigação total	4,6440a	2,2076 b
Taxa ruminação por kg FDN/ tempo médio de retenção ruminal do FDN	0,11a	0,05 b
Taxa de ruminação/ tempo mastigação total (%/h)	67,3062a	63,7192 b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de F.

As novilhas HPC, que apresentaram maior consumo de matéria seca (%PV) e maior consumo de FDN, mostraram maiores taxas de ingestão ( $P < 0,01$ ) e mastigação ( $P < 0,05$ ), por unidade de MS e por unidade de FDN consumida, que as novilhas 7/8HZ. O grupo HPC apresentou, ainda, menor taxa de ruminação em relação ao tempo de mastigação total, em razão do maior tempo gasto em alimentação e à menor taxa de ingestão (Tabela 11).

Tabela 11 - Comportamento ingestivo e mastigatório em relação ao consumo de matéria seca e de FDN para novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos

Item	Grupos zootécnicos		
	7/8 HZ	15/16 HZ	HPC
Comportamento ingestivo (h/kgMS)			
Taxa de ingestão	0,3831 b	0,3777 b	0,4560a
Taxa de ruminação	0,7478a	0,7602a	0,7842a
Taxa de mastigação total	1,1310 b	1,1379 b	1,2402a
Comportamento ingestivo (h/kgFDN)			
Taxa de ingestão	0,9928 b	0,9764 b	1,2261a
Taxa de ruminação	2,0341a	2,0350a	2,1437a
Taxa de mastigação total	3,0268 b	3,0114 b	3,3698a
Taxa ruminação por kg FDN/ tempo médio de retenção ruminal do FDN			
	0,0885a	0,0855a	0,0790a
Taxa de ruminação/ tempo mastigação total (%/h)			
	66,3167a	66,9995a	63,2218 b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

#### 4.4. Reações fisiológicas de novilhas leiteiras, de acordo com o ambiente, o grupo zootécnico e o nível de fibra na dieta

O comportamento médio da temperatura do ar e dos índices de temperatura e umidade (ITU) e de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), ao longo do dia, esta ilustrado na Figura 3.

A temperatura ambiente apresentou alta correlação com o ITU (0.99) e com ITGU (0.94), medidos durante o período experimental, tendo oscilado de 18°C a 26°C. O ITU permaneceu acima de 70, no período das 9 às 19 horas, acima de 73, no período entre 13 e 15 horas e apenas em alguns momentos ultrapassou a faixa de 74. A umidade relativa do ar permaneceu alta, com média de 87%, para todos os períodos experimentais.

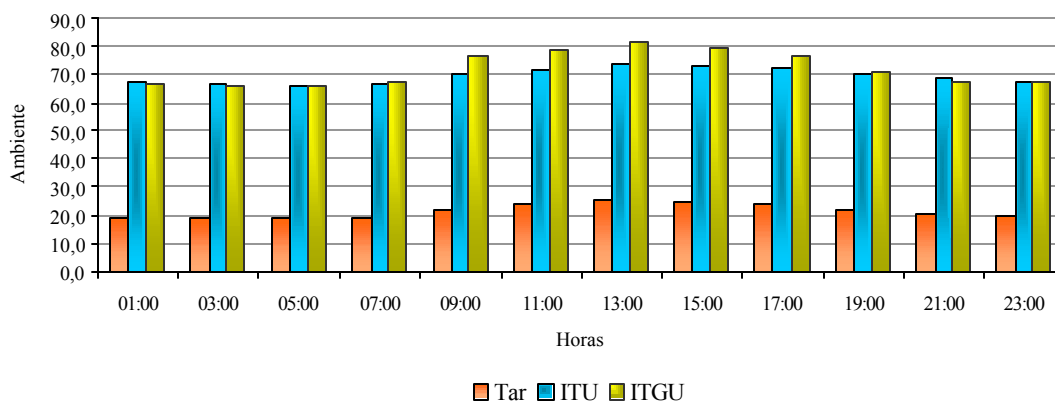


Figura 3 - Temperatura do ar (Tar), índices de temperatura e umidade (ITU) e de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), de acordo com a hora do dia, de setembro a novembro de 1998.

Entretanto, no último período experimental, correspondente ao mês de novembro, a temperatura máxima foi superior à dos meses anteriores e a amplitude térmica foi especialmente alta, atingindo valores de 80 para o ITU. Nesses dias, alguns animais, a maioria HPC ou mestiços 15/16HZ, apresentaram-se ofegantes, não sendo possível medir a frequência respiratória média desses dias. A Figura 4 apresenta a amplitude térmica e a variação dos índices medidos nos dias críticos do mês. O número de animais ofegantes, nesses dias, para cada tratamento, está descrito na Tabela 12.

Considerando os diferentes tratamentos, houve interação entre o grupo zootécnico e o nível de fibra da dieta ( $P < 0,05$ ) para a frequência respiratória, sendo que os maiores valores ( $P < 0,01$ ) foram observados no turno da tarde exceto para o grupo zootécnico 7/8HZ, quando submetidos à dieta com baixo nível de fibra.

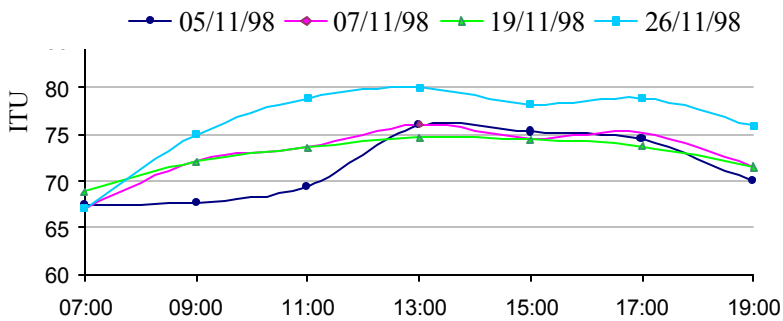
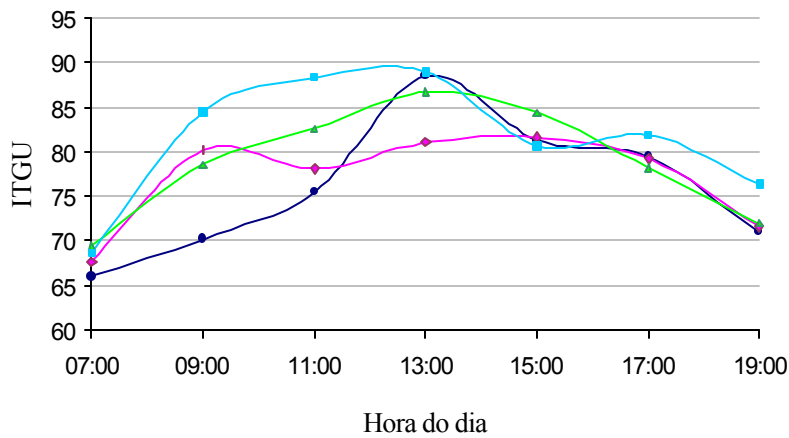
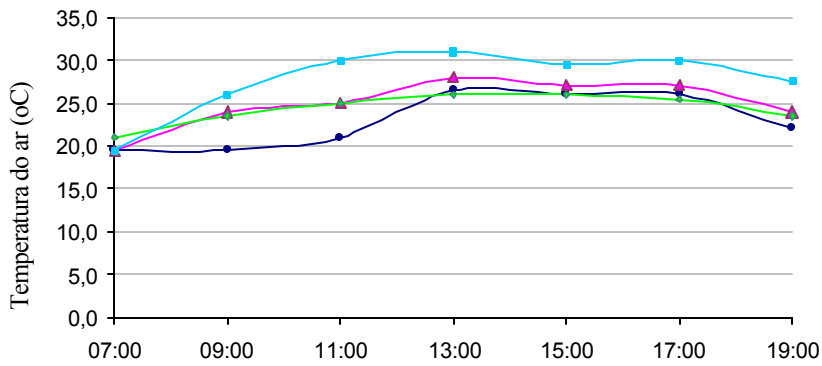


Figura 4- Variação da temperatura do ar, do índice de temperatura e umidade (ITU) e do índice de temperatura do globo negro e umidade nos dias mais quentes do período experimental.

Tabela 12 - Número de animais ofegantes nos dias críticos do período experimental, de acordo com o turno de observação, o nível de fibra da dieta e o grupo zootécnico estudado

Dia	Turno	7/8HZ		15/16HZ		HPC	
		FDN30	FDN60	FDN30	FDN60	FDN30	FDN60
05/11/98	Manhã	-	-	-	-	-	-
	Tarde	-	-	-	-	-	1
07/11/98	Manhã	-	-	-	-	1	-
	Tarde	-	-	-	-	1	-
19/11/98	Manhã	-	-	-	-	-	-
	Tarde	-	-	-	-	-	1
26/11/98	Manhã	-	1	-	2	2	-
	Tarde	1	-	-	1	-	2

Para a temperatura retal, não foi observada interação ( $P>0,05$ ) entre os fatores avaliados, exceto para o turno de coleta, sendo que as médias das temperaturas retais da tarde foram maiores ( $P<0,01$ ) que as das temperaturas retais da manhã para todos os tratamentos (Tabelas 13 e 14), demonstrando que a elevação do ritmo respiratório das novilhas, à tarde, não foi suficiente para evitar aumento da temperatura retal neste turno, mesmo com a redução da umidade relativa, o que deveria reduzir o nível de estresse. Por outro lado, como a temperatura do ar não permaneceu, por longos períodos, na faixa de desconforto térmico, a temperatura retal não apresentou variações tão expressivas quanto a frequência respiratória, variando apenas dentro de limites considerados normais. AGUIAR et al. (1996), BROSH et al. (1998) e DAMASCENO et al. (1998) concordaram com estas observações.

NÄÄS (1998) explicou esse aumento da temperatura retal em razão do acúmulo de calor no organismo animal, o qual é resultante do excesso de calor recebido do ambiente, somado à produção de calor interna durante o dia, e da incapacidade dos mecanismos termorreguladores em eliminar este excedente. ASSIS et al. (1977), ao avaliarem as reações fisiológicas de novilhas 1/4HZ, 3/4HZ e holandesas puras, concordaram com a autora, acrescentando que essas variações diurnas da temperatura retal diferem das variações estacionais, uma vez

que a aclimação estacional é regulada por uma mudança no ponto fixo de regulação da temperatura central do animal.

Tabela 13 - Valores médios da frequência respiratória (FR) e da temperatura retal (TR) para os diferentes níveis de fibra na dieta e para os turnos de observação em novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos

Turnos	7/8HZ		15/16HZ		HPC	
	FDN30	FDN60	FDN30	FDN60	FDN30	FDN60
Frequência respiratória (mov./min)						
Manhã	31,58aA	28,94bA	33,58bA	33,14bA	39,67bA	31,00bB
Tarde	34,92aA	36,58aA	38,83aA	39,00aA	45,17aA	40,97aA
Temperatura retal (°C)						
Manhã	38,51bA	38,50bA	38,52bA	38,57bA	38,62bA	38,64bA
Tarde	38,95aA	38,95aA	38,96aA	39,10aA	39,19aA	39,14aA

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada grupo zootécnico, não diferem a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 14 - Valores médios da frequência respiratória (FR) e da temperatura retal (TR) em novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos de acordo com os níveis de fibra da dieta e os turnos de observação

Grupos zootécnicos	FDN30		FDN60	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Frequência respiratória (mov./min)				
7/8 HZ	31,58b	34,92b	28,94a	36,58a
15/16 HZ	33,58b	38,83b	31,00a	39,00a
HPC	39,67a	45,17a	33,14a	40,97a
Temperatura retal (°C)				
7/8 HZ	38,51a	38,95a	38,50a	38,90a
15/16 HZ	38,52a	38,96a	38,50a	39,10a
HPC	38,62a	39,19a	38,60a	39,10a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As novilhas HPC apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) frequência respiratória que as novilhas 7/8 e 15/16 HZ recebendo a dieta com 30% de FDN, tanto no período da manhã como no período da tarde, enquanto as novilhas recebendo a dieta com 60% de FDN não apresentaram diferenças entre o número de movimentos respiratórios, embora, em valor absoluto, as novilhas HPC tenham apresentado níveis maiores.

NOGUEIRA (1982), estudando as reações fisiológicas em novilhos de três graus de sangue Holandês-Zebu, recebendo dietas com diferentes proporções de concentrado: volumoso, não encontrou efeito da dieta ( $P > 0,05$ ) sobre a temperatura retal, confirmando os dados encontrados neste estudo, porém os animais que receberam menor porcentagem de volumoso apresentaram valores de frequência respiratória significativamente ( $P < 0,01$ ) menores. Segundo BARCELOS (1984), as rações mais fibrosas deveriam resultar em maiores médias de frequência respiratória e temperatura retal, uma vez que a ingestão de alimentos volumosos aumenta a produção de acetato no rúmen, proporcionalmente ao propionato e ao butirato, e o metabolismo desse ácido graxo volátil é responsável por maior produção de calor metabólico que o metabolismo dos demais ácidos. Entretanto, o autor também não encontrou efeito da dieta ( $P > 0,05$ ) sobre a temperatura retal de animais submetidos a altas temperaturas.

Por outro lado, foi possível observar que os animais puros se mostraram tipicamente mais sensíveis às variações de temperatura ambiente que os animais mestiços, o que pode ser explicado pela maior capacidade de adaptação desses últimos frente ao estresse pelo calor. De acordo com McDOWELL (1972) e OLBRICH et al. (1972), estas respostas fisiológicas dos bovinos às variações de temperatura do ambiente diferem, em razão de fatores como o nível e o estágio de produção, a proporção de volumosos na dieta e amplitudes de variação da temperatura ambiente, dos índices de conforto térmico e da umidade relativa do ar, e as raças Indianas, diferentemente das Taurinas, possuem o mecanismo de termorregulação mais eficiente, podendo perder calor pela sudorese de forma mais efetiva, por possuírem maior número de glândulas sudoríparas ou maior

volume de secreção e pêlos mais curtos.

ASSIS et al. (1977) confirmaram estas observações ao relatarem maiores valores da frequência respiratória e da temperatura retal para novilhas holandesas, quando comparadas com animais 1/4 e 3/4HZ. BARCELOS (1984) encontrou maior frequência respiratória para animais mestiços Holandês-Zebu em relação a Bubalinos e Nelores e embora não tenha encontrado diferença para temperatura retal entre Taurinos, Zebuínos e Bubalinos, o autor observou que a temperatura retal dos animais puros foi maior que a dos animais 1/2HZ e 5/8HZ.

Assim, outros estudos seriam necessários para melhor entendimento da relação entre o nível de fibra da dieta e as respostas fisiológicas dos animais frente ao ambiente. É possível que, durante o período de coleta de dados, nas condições deste experimento, as variáveis de ambiente não tenham sido estressantes suficientemente para se observar interação entre a dieta e a frequência respiratória ou a temperatura retal, mesmo porque os dados da literatura (HARRIS, 1992; DU PREEZ, 1990a,b; BACCARI JR., 1998; DAMASCENO et al., 1998; NÄÄS, 1998) são, em sua maioria, com vacas leiteiras no início da lactação, e sabe-se que esses animais apresentam produção de calor metabólico superior às categorias não lactantes, que são, em geral, pouco estudadas.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho avaliou o consumo de rações com dois níveis diferentes de fibra (30 e 60%FDN) por novilhas de três grupos zootécnicos, mantidas em regime de estabulação completa, utilizando-se como volumoso o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), uma gramínea tropical (C4), com o objetivo de testar a hipótese de que os mecanismos fisiológicos utilizados pelos diferentes grupos para coexistir nessas condições de manejo e ambiente seriam os mesmos, sendo determinados, para tanto, o desempenho, a taxa de passagem do volumoso, o comportamento ingestivo e as respostas fisiológicas desses animais.

Nas condições deste estudo, o consumo de matéria seca foi limitado pelo aumento do nível de fibra, comprovando que os bovinos utilizam mecanismos de regulação do consumo de matéria seca diferentes de acordo com a qualidade da dieta. Entretanto, os ganhos de peso reportados foram superiores aos estimados, para os dois níveis de FDN, sugerindo a necessidade de melhor avaliar as recomendações dos sistemas de determinação das exigências nutricionais para se maximizar o aproveitamento de volumosos em regiões tropicais.

Os animais puros, embora mais sensíveis ao estresse térmico quando comparados aos animais mestiços, apresentaram melhor desempenho quando submetidos à dieta com menor nível de fibra, mesmo

que tenha sido comprovado bom desempenho para ambos os tratamentos, confirmando a maior exigência desta categoria por alimentos de boa qualidade e com baixos níveis de FDN.

Nesse sentido, recomenda-se que outros estudos sejam conduzidos para melhor entendimento da relação entre a composição da dieta e as respostas fisiológicas dos animais de recria frente ao ambiente, nas condições do Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, I.S., BACCARI JR., F., GOTTSCHALK, A.F. et al. Produção de leite de vacas holandesas em função da temperatura do ar e do índice de temperatura e umidade. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: SBZ, p.617-619, 1996.
- ALBRIGHT, J.L. Feeding behavior of dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, v.76, n.2, p.485-498, 1993.
- ALLEN, M. Fiber requirements: finding an optimum can be confusing. **Feedstuffs**, v.67, n.19, p.13, 1995.
- ASSIS, A.G., MILAGRES, J.C., GARCIA, J.A. et al. Estudo de reações fisiológicas de novilhas de três graus de sangue nas condições de Viçosa, Minas Gerais. I - Temperatura retal e ritmo respiratório. **Rev. Ceres**, v.24, n.132, p.101-115, 1977.
- BACCARI JR., F. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: NUPEA, ESALQ, USP, 1998. p.24-67.
- BADRELDIN, A.L., GHANY, M.A. Species and breed differences in the thermal reaction mechanism. **J. Agric. Sci.**, v.44, p.160-164, 1954.
- BALCH, C.C. Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughage. **Br. J. Nutr.**, v. 26, p. 383-398, 1971.
- BARCELOS, A.F. **Reações fisiológicas de bubalinos, zebuínos,**

- taurinos e seus mestiços sob efeito de clima e dieta.** Viçosa, MG: UFV, 1984. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- BEAUCHEMIN, K.A., BUCHANAN-SMITH, J.G. Effects of fiber source and method of feeding on chewing activities, digestive function, and productivity of dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v.73, p.749-762, 1990.
- BEAUCHEMIN, K.A. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and alfafa hay quality on chewing activities, rumen function, and milk production of dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v.74, p.3140-3151, 1991.
- BENEDETTI, E., SILVA, H.S. Influência da condição corporal na produção de leite, consumo e desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. **Vet. Notícias**, Uberlândia, MG: UFU, v.3, n.1, p.175-183, 1997.
- BERNABUCCI, U., BANI, P., RONCHI, B. et al. Influence of short and long term exposure to a hot environment on rumen passage rate and diet digestibility by Friesian heifers. **J. Dairy Sci.**, v.82, n.5, p.967-973, 1999.
- BOND, T.E., KELLY, C.F. The globe thermometer in agriculture research. **Agr. Eng.**, v.36, p.251-260, 1955.
- BROSH, A., AHARONI, Y., DEGEN, A.A. et al. Effects of solar radiation, dietary energy, and time of feeding on thermoregulatory responses and energy balance in cattle in a hot environment. **J. Anim. Sci.**, v.76, n.10, p.2671-2677, 1998.
- BUFFINGTON, D.E. COLLAZO-AROCHO, A. CANTON, G.H. et al. Black globe- humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Trans. ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.
- BÜRGUER, P.J., PEREIRA, J.C., QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Rev. bras. zootec**, v.29, n.1, p.311, 2000.
- CAPPELLE, E.R. **Tabelas de composição dos alimentos, estimativa do valor energético e predição do consumo e do ganho de peso de bovinos.** Viçosa, MG: UFV, 2000. 369p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- CAMPOS, O.F., LIZIERE, R.S. Estratégias para obtenção de fêmeas de reposição em rebanhos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 10. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, p. 215-256, 1998.
- COELHO, S.G., MORAIS, M.G. Nutrição de vacas leiteiras sob condições de estresse calórico. **Cad. Tec. Esc. Vet. UFMG**, n.21, 61p, 1997.
- COLUCCI, P.E., MACLEOD, G.K., GROVUM, W.L. et al. Digesta kinetics in

- sheep and cattle fed diets with different forage to concentrate ratios at high and low intakes. **J. Dairy Sci.**, v.73, n.8, p.2143-2156, 1990.
- CONRAD, H.R. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants; physiological and physical factors limiting feed intake **J. Anim. Sci.**, v.25, p.227, 1966.
- CRUICKSHANK, G.J., POPPI, P.D., SYKES, A.R. Theoretical considerations in the estimation of fractional outflow rate from various sampling sites. **Br. J. Nutr.**, v.62, p.229-239, 1989.
- DACCARETT, M.G., BORTONE, D.E., ISBELL, D.E. et al. Performance of Holstein heifers fed 100% or more of National Research Council Requirements. **J. Dairy Sci.**, v.76, p.606-614, 1993.
- DAMASCENO, J.C., JÚNIOR, F.B., TARGA, L.A. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas com acesso à sombra constante ou limitada. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 27, n. 3, p.595-602, 1998.
- DADO, R.G., ALLEN, M.S. Intake limitation, feeding behavior 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
- DESWYSEN, A.G., DUTILLEUL, P., GODFRIN, J.P. et al. Nycterohemeral eating and ruminating pattern in heifers fed grass or corn silagem: analysis by Fourier transform. **J. Anim. Sci.**, v.71, n.10, p.2739-2747, 1993.
- DESWYSEN, A.G., ELLIS, W.C. Site and extent of neutral detergent fiber digestion, efficiency of ruminal digesta flux and fecal output as related to variations in voluntary intake and chewing behavior in heifers. **J. Anim. Sci.**, v.66, p.2678-2686, 1988.
- DU PREEZ, J.H., GIESECKE, W.H., HATTING, P.J. Heat stress in dairy cattle under Southern African conditions. I. Temperature- humidity index mean values during the four main seasons. Onderstepoort. **J. Vet. Res.**, v. 57, n. 1, p.77-87, 1990a.
- DU PREEZ, J.H., GIESECKE, W.H., HATTING, P.J. Heat stress in dairy cattle under Southern African conditions. II. Identifications of areas of potential heat stress in dairy heat stress summer by means of observed true and predicted temperature- humidity index mean values. Onderstepoort. **J. Vet. Res.**, v. 57, n. 3, p.183-187, 1990b.
- EZEQUIEL, P.A., TORRES, C.A.A., CASTRO, A.C.G. et al. Componentes sanguíneos e temperatura retal de bovídeos submetidos a diferentes dietas. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.18, n.5, p. 380-390, 1989.

- FAICHNEY, G.J. The kinetics of particulate matter in the rumen. In: MILLIGAN, L.P., GROVUM, W.L., DOBSON, A. (Eds.) **Control of digestion and metabolism in ruminants**. 1986. p.173-195.
- FERREIRA, L.A.M. Novos conceitos sobre o anestro pós-parto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 11, 1995, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, MG: CBRA, 1995. p.62-70.
- FERREIRA, L.A.M., FONTES, C.M.G.A., FERNANDES, T.H. A fibra em nutrição animal. **Rev. Port. Ciên. Vet.**, v.94, n. 531, p. 119-130, 1999.
- GALAN, V.B. Avaliação da atividade de produção de leite e as novas tendências do mercado nacional. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 10, 1998, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba, SP: FEALQ, 1998. p.257-268.
- GAYNOR, P.J., WALDO, D.R., CAPUCO, A.V. et al. Effects of preburtal growth rate and diet on lipid metabolism in lactating Holstein cows. **J. Dairy Sci.**, v.78, p.1534-1543, 1995.

- GROVUM, W.L., WILLIAMS, V.J. Rate of passage of digesta in sheep. 4. Passage of marker through the alimentary tract and 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.
- HAHN, G.L. Bioclimatologia e instalações zootécnicas: aspectos teóricos e aplicados. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 2, 1993, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP Bol. H148b, 1993.
- HARRIS, B. Hot weather dairying: Feeding to combat heat stress. **Feed International**, p.30-32, 1992.
- HOHENBOKEN, W.D., FOLDAGER, J., JENSEN, J. et al. Breed and nutritional effects and interactions on energy intake, production and efficiency of nutrient utilization in young bulls heifers and lactating cows. **Acta Agric. Scandinavica**, section A, Animal Science, n.45, p.92- 98, 1995.
- HOLROYD, R.G., ENTWISTLE, K.W., SHEPHERD, R.K. Effects on reproduction of estrous cycle variations, rectal temperatures and liveweights in mated Brahman cross heifers. **Theriogenology**, v.40, p.453-464, 1993.
- HUBER, J.T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de estresse térmico. In: **Bovinocultura leiteira**. São Paulo, SP: FEALQ, 1990. p.33-48.
- JASTER, E.H., MURPHY, M.R. Effects of varying particle size of forage on digestion and chewing behavior of dairy heifers. **J. Dairy Sci.**, v.66, n.4, p.802-810, 1983.
- JOHNSON, T.R., COMBS, D.K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v.74, n.3, p. 933-944, 1991.
- JOHNSON, T.R., BERNAL, G. Diet energy requirements of growing Holsteins. **J. Dairy Sci.**, v.81, p. 840-845, 1998.
- JUNG, H.G., ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **J. Anim. Sci.**, v.73, p.2774-2790, 1995.
- KELLY, C.F., BOND, T.E. Bioclimatic factors and their measurement. In: **A guide to environmental research on animals**. Washington D.C.: National Academy of Sciences, 1971.
- KÖEPPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Panamericana, 1948. 478p.
- LACASSE, P., BLOCK, E., GUILBAULT, L.A. et al. Effect of plane of nutrition of dairy heifers before and during gestation on milk production,

- reproduction and health. **J. Dairy Sci.**, v.76, n. 11, p.3420-3427, 1993.
- LAMMERS, B.P., HEINRICH, A.J., KESINGER, R.S. The effects of accelerated growth rates and estrogen implants in prepubertal Holstein heifers on growth, feed efficiency and blood parameters. **J. Dairy Sci.**, v.82, n.8, p.1746-1752, 1999a.
- LAMMERS, B.P., HEINRICH, A.J., KESINGER, R.S. The effects of accelerated growth rates and estrogen implants in prepubertal Holstein heifers on estimates of mammary development and subsequent reproduction and milk production. **J. Dairy Sci.**, v.82, n.8, p.1746-1752, 1999b.
- PASSOS, L.P. Características fisiológicas do capim-elefante. Pastejo de capim-elefante. **Inf. Agropec.**, v.19, n.192, p.28-32, 1998.
- LIRA, V.M.C. **Utilização de diferentes modelos matemáticos e marcadores para simulação da cinética digestiva e de trânsito do capim Braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf).** Viçosa, MG: UFV, 1999. 152p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- MACHADO, P.F. Efeitos da alta temperatura sobre a produção, reprodução e sanidade de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1. **Anais...** Piracicaba, SP: NUPEA,ESALQ,USP, p. 179-188, 1998.
- McDOWELL, R.E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales.** Zaragoza: Acribia, 1972. 692p.
- McQUEEN, R.E., ROBINSON, P.H. Intake behavior, rumen fermentation and milk production of dairy cows as influenced by dietary levels of fermentable neutral detergent fiber. **J. Anim. Sci.**, v.76, p.357-365, 1993.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v.80, p.1463-1481, 1997.
- MERTENS, D.R. Factors influencing feed intake in lactating cows: from theory to application using neutral detergent fiber. Proc. **Georgia Nutr. Conf.**, p.1-18, 1985.
- MERTENS, D.R. **Fiber analysis and its use in ration formulation.** In: Proc. 24<sup>th</sup> Pacific NW Anim. Nutr. Conf. R. G. Bull, H. J. Hawk, and K. K. Dickinson (Eds.), 1989.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., C.G. **Forage quality, evaluation, and utilization.** Madison, Wisconsin, USA. p.450-492, 1994.
- MERTENS, D.R. **Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations.** Inf. Conf. with Dairy and Forage Industries. U.S. Dairy Forage

Research Center, p. 81-92, 1996.

MILAGRES, J.C. **Diferenças de reações entre novilhas zebus e mestiças holandesas-zebus a condições climáticas de Leopoldina, MG.** Viçosa, MG: UFV, 1969. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1969.

NÄÄS, I.A. Tipologia de instalações em clima quente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: NUPEA, ESALQ, USP, 1998. p.146-155.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1989. 157p.

NOGUEIRA, F.C.B. **Reações fisiológicas de novilhos 7/8HZ, 1/2HZ e 7/8ZH, aos efeitos de fístula, dieta e clima em Viçosa, MG.** Viçosa, MG: UFV, 1982. 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1982.

OLBRICH, S.E., MARTZ, F.A., JOHNSON, H.D. et al. Effect of constant ambient temperatures of 10°C and 31°C on ruminal responses of cold tolerant and heat tolerant cattle. **J. Anim Sci.**, v.34, n.1, p.64-69, 1972.

- OLIVEIRA, R.L., PEREIRA, J.C., SILVA, P.R.C. et al. Degradabilidade ruminal da cama de frango e do feno de capim *coast-cross*, e avaliação de modelos matemáticos para a estimativa da taxa de passagem. **Rev. Bras. Zootec.**, v.28, n. 4, p.839-849.
- PERI, I., GERTLER, A., BRUCKENTAL, I. et al. The effect of manipulation in energy allowance during the rearing period of heifers on hormone concentrations and milk production in first lactation cows. **J. Dairy Sci.**, v.76, p.742, 1993.
- PIRES, M.F.A, VILELA, D., VERNEQUE, S. et al. Reflexos do estresse térmico no comportamento de vacas em lactação. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1. **Anais...** Piracicaba, SP: NUPEA, ESALQ, USP, p.68-102, 1998.
- POLLI, V.A., RESTLE, J., SENNA, D.B. et al. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.25, n.5, p. 987-993, 1996.
- QUIGLEY, J.D., JAMES, R.E., MCGILLIARD, M.L. Equations to predict intake of heifers under intensive management - Dry matter intake in dairy heifers. **J. Dairy Sci.**, v.69, p.2855-2868, 1986a.
- QUIGLEY, J.D., JAMES, R.E., MCGILLIARD, M.L. Factors affecting intake of heifers under intensive management - Dry matter intake in dairy heifers. **J. Dairy Sci.**, v.69, p.2855-2868, 1986b.
- RESENDE, F.D., QUEIROZ, A.C., TORRES, C.A.A. et al. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.23, n.3, p. 333-351, 1994.
- RODRIGUES, M.T. Uso de fibras em rações de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA - CONEZ 98. **Anais...** Viçosa, MG: AMEZ, p.139-171, 1998.
- SEJRSEN, J., PURUP, S. Influence of prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: a review. **J. Anim. Sci.**, v.75, p.828-835, 1997.

- SEJRSEN, K., FOLDAGER, J. Mammary growth and milk production capacity of replacement heifers in relation to diet energy concentration and plasma hormone levels. **Acta. Agric. Scand. Sect. Anim. Sci.**, v.42, p.99, 1992.
- SHAVER, R.D., NYRTES, J., SATTER, L.D. et al. Influence of feed intake, forage physical form and forage fiber content on particle size of masticated forage, ruminal digesta and feces of dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v.71, p.1566-1572, 1988.
- SHAFFER, L., ROUSSEL, J.D., KOONCE, K.L. Effects of age, temperature-season, and breed on blood characteristics of dairy cattle **J. Dairy Sci.**, v.64, n.1, p.62-70, 1981.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV. 165p. 1990.
- SIMAS, J.M.C. Nutrição de animais em condição de estresse. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1. **Anais...** Piracicaba, SP: NUPEA, ESALQ, USP, 1998. p.103-113
- TITTO, E.A.L. Clima: influência na produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: NUPEA, ESALQ, USP, 1998. p.10-23.
- TOMLINSON, D.J., JAMES, R.E., MCGILLIARD, E.D. Effect of varying levels of neutral detergent fiber and total digestible nutrients on intake and growth of Holstein heifers. **J. Dairy Sci.**, v.74, p.537-545, 1991.
- TROCCON, J.L. Effects of winter-feeding during the rearing period on performance and longevity in dairy cattle. **Livest. Prod. Sci.**, v.36, p.157, 1993.
- ÚDEN, P., COLUCCI, P.E., VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium, and cobalt as markers in digesta rate of passage studies. **J. Sci. Food Agric.**, v.31, n.6, p. 625-632, 1980.
- ÚDEN, P., SUTTON, J.D. Retention of C<sup>14</sup>-labelled grass hay and silage in different segments of the gastrointestinal tract of dairy cows. **Livest. Prod. Sci.**, v.2, p.297-309, 1994.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. Departamento de Engenharia Agrícola Estação Meteorológica. **Dados climáticos**. Viçosa, MG: UFV. 1998 (n.p.).
- VALE, W. G. Problemas da reprodução em fêmeas bovinas e bubalinas de leite criadas nos trópicos. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.21, n.3, p.70-76, 1997.
- VAN AMBURGH, M.E., GALTON, D.M. Accelerated growth of Holstein

- heifers-effects on lactation. **Proc. Cornell Nutr. Conf.**, p.147-154, 1994.
- VAN AMBURGH, M.E., GALTON, D.M., BAUMAN, D.E. et al. Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation **J. Dairy Sci.**, v.81, p.527-538, 1998.
- VAN SOEST, P.J., WINE, R.H. The use of detergents in analysis of fibrous feeds: IV. Determination of plant cell wall constituents. **J. AOAC**, v.50, p.50, 1967.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed., Ithaca: Cornell. 476p. 1994.
- 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, p. 3583-3597, 1991.
- VARGA, G.A., DANN, H.M., ISHLER, V.A., The use of fiber concentrations for ration formulation. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v. 81, p. 3063-3074, 1998
- VIANA, J.A.C. O terceiro mundo não é assim: está assim. Reflexões provocativas. **Cad. Tec. Esc. Vet. UFMG**, n.10, 86p., 1994.
- VIEIRA, R.A.M., PEREIRA, J.C., MALAFAIA, P.A.M. et al. Simulação da dinâmica de nutrientes no trato gastrointestinal: aplicação e validação de modelo matemático para bovinos a pasto. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n. 3, p. 899-908, 2000.
- WALDO, D.R. Effect of forage quality on intake and forage concentrate interactions. In: SYMPOSIUM OF FORAGE UTILIZATION BY LACTATING COW. **J. Dairy Sci.**, v. 69, p. 617-631, 1986.
- WALDO, D.R., CAPUCO, A.V., REXROAD Jr., C.E. Replacement heifer growth rate affects milk-producing ability. **Feedstuffs**, v.27, p.15-17, 1989.
- WELCH, J.G. Rumination, particle size and passage from the rumen. **J. Anim. Sci.**, v. 54, n.4, p.885-894, 1982.
- WILLIAMS, C.H., DAVID, D.J., IISMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **J. Agric. Sci.**, v.59, p.381-385, 1962.
- YAMAGUCHI, L.C.T., DURÃES, M.C., COSTA, J.L. et al. Custos de criação de novilhas até o primeiro parto e manutenção de vacas em sistema confinado, com animais da raça Holandesa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora.

**Anais...** Juiz de Fora, MG, 1997. p.343-348.

ZOA-MBOE, A., HEAD, H.H., BACHMAN, K.C. et al. Effects of bovine somatotropin on milk yield composition, dry matter intake, and some physiological functions of Holstein cows during heat stress. **J. Dairy Sci.**, v.72, p.907-916, 1989.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE A

### DETERMINAÇÃO DA TAXA DE PASSAGEM DA FIBRA

Preparo do complexo Cr- FDN ou Cr-mordante (ÚDEN et al., 1980)

#### 1A. Obtenção da fibra

O capim-elefante, picado, foi seco em estufa de circulação forçada, a 65°C, e moído em moinho com peneira de malha de 4-5mm. A quantidade para secagem foi, aproximadamente, três vezes maior que aquela que seria fornecida aos animais.

Em seguida, cada 500 g de capim foram fervidos durante cerca de 1 hora, em latas com capacidade para 15 L.

Na fervura, foi utilizada uma solução preparada com detergente neutro comum, com componente ativo, alquil benzeno sulfonato de sódio, na proporção de 100 g de capim moído para 20 mL de detergente e 1,5 L de água.

Após a fervura, a fibra foi colocada em sacos de tecido de algodão e lavada em água morna corrente, para que fossem removidos todos os componentes solúveis.

A fibra lavada foi seca em estufa, a 65°C, durante 72 horas.

#### 2A. Preparo da solução marcadora

Para preparo da solução marcadora, foi utilizado dicromato de sódio ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), na proporção de 13% de cromo em relação ao peso da fibra a ser marcada, ou seja, aproximadamente 81 g de dicromato de sódio.

Para essa quantidade de dicromato, foram adicionados quatro volumes de água destilada, aproximadamente 400 mL.

Para o cálculo da quantidade do dicromato, foi considerada a porcentagem de cromo no composto, com base no peso molecular total do

dicromato (298,05) e no peso molecular do cromo (48), sendo que o dicromato de sódio tem 16% de cromo.

$$\begin{array}{l} 48 \text{ do cromo} \text{-----} 298,05 \text{ de dicromato} \\ X \text{ -----} 100 \\ \text{Portanto, } X = 16\% \text{ de cromo} \end{array}$$
$$\begin{array}{l} 100\text{g de dicromato} \text{ -----} 16\% \text{ de Cr} \\ X \text{ -----} 13\% \\ \text{Portanto, } X = 81,25\text{g de dicromato} \end{array}$$

### **3A. Preparo do complexo Cr- FDN**

Toda a fibra foi embebida na solução para garantir a fixação do marcador e o recipiente com o complexo Cr- fibra foi tampado com papel alumínio e mantido em estufa a 105°C, por 24 horas, homogeneizando a solução, eventualmente, durante esse período.

Uma vez marcado, o material foi lavado, novamente, nos sacos de tecido de algodão, em água morna corrente, até ser retirado todo o excesso da solução.

### **4A. Fixação do cromo**

O material marcado foi imerso em solução de ácido ascórbico, na proporção de metade do peso da fibra e deixado em repouso por cerca de 1 hora até atingir a cor verde intensa. Em seguida, foi lavado em água corrente, para retirada da solução, e seco em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C, durante 72 horas.

Após a secagem, os animais foram forçados a ingerir cerca de 100 g da fibra marcada e procedidas as coletas de fezes de acordo com metodologia descrita no item 2.4.2 dessa tese.

## APÊNDICE B

Tabela 1B - Resumo da análise de variância do ganho de peso médio diário e do consumo de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB), em quilos por dia (kg/dia), para novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra e os respectivos coeficientes de variação (CV%)

FV	GL	Quadrados médios				
		Ganho/dia	CMS	CFDN	CFDA	CPB
P	2	8,508	2,5532	2,3895	0,4349	1,5546
D	1	2,2959**	5,3224*	216,9792**	39,548**	0,4866 <sup>ns</sup>
GS	2	0,2388 <sup>ns</sup>	1,5299 <sup>ns</sup>	0,4508 <sup>ns</sup>	0,1347 <sup>ns</sup>	0,4778 <sup>ns</sup>
D x GS	2	0,1269 <sup>ns</sup>	0,6346 <sup>ns</sup>	0,2567 <sup>ns</sup>	0,6124 <sup>ns</sup>	0,8275 <sup>ns</sup>
Resíduo	64	0,1856	0,8318	0,2077	0,5201	0,4438
C.V.(%)		39,047	8,764	10,286	10,43	12,619

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2B - Resumo da análise de variância do ganho de peso médio diário e do consumo de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB), em porcentagem do peso vivo (%PV), para novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra e os respectivos coeficientes de variação (CV%)

FV	GL	Quadrados médios			
		CMS	CFDN	CFDA	CPB
P	2	0,9405	0,6338	0,6094	0,1941
D	1	0,7391**	16,5718**	3,0685**	0,1137 <sup>ns</sup>
GS	2	0,5080**	0,8059**	0,1717 <sup>ns</sup>	0,1798 <sup>ns</sup>
D x GS	2	0,1241 <sup>ns</sup>	0,2041 <sup>ns</sup>	0,3444 <sup>ns</sup>	0,7649 <sup>ns</sup>
resíduo	64	0,4702	0,7633	0,2155	0,2918
C.V.(%)		7,75	7,326	7,894	11,97

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade.



Tabela 3B - Resumo da análise de variância para as variáveis consumo de matéria seca (CMS), taxa de ingestão (EAL) e taxa de ruminação, em gMS/h e gFDN/h (ERU), em novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra e os respectivos coeficientes de variação (CV%)

FV	GL	Quadrados médios			
		CMS (%PV)	EAL (gMS/h)	ERU (gMS/h)	ERU (gFDN/h)
P	2	0,2351	4903,348	1553,484	7308,534
D	1	0,1848*	2672367**	134487,6**	535341,1**
GS	2	0,1270**	508316,3**	5521,182 <sup>ns</sup>	1705,015 <sup>ns</sup>
D x GS	2	0,3101 <sup>ns</sup>	143452,7 <sup>ns</sup>	11883,72 <sup>ns</sup>	2485,835 <sup>ns</sup>
resíduo	10	0,7363	52326,09	6731,039	1102542
C.V.(%)		3,0666	8,8164	6,1325	6,0334

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 4B - Resumo da análise de variância para as variáveis número de mastigações meréricas por bolo ruminado (MM<sub>nb</sub>), tempo de mastigação merérica por bolo, em segundos (MM<sub>tb</sub>), número de mastigações meréricas por minuto (MM<sub>min</sub>), número de mastigações meréricas por dia (MM<sub>nd</sub>), número de bolos ruminados por dia (BOL) e tempo de mastigação total, em horas por dia (TMT), em novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra e os respectivos coeficientes de variação (CV%)

FV	GL	Quadrados médios					
		MM <sub>nb</sub>	MM <sub>tb</sub>	MM <sub>min</sub>	MM <sub>nd</sub>	BOL	TMT
P	2	2,503	182,8962	21,0526	11,9006	27407,83	0,4638
D	1	28,4350**	1,7388 <sup>ns</sup>	24,4595*	187,4013**	39261,24**	33,7036**
GS	2	0,4629 <sup>ns</sup>	17,8120**	28,2972**	21,6969*	7769,136*	1,1107 <sup>ns</sup>
D x GS	2	8,8085 <sup>ns</sup>	4,2685 <sup>ns</sup>	1,4462 <sup>ns</sup>	11,9563 <sup>ns</sup>	3535,951 <sup>ns</sup>	1,1424 <sup>ns</sup>
resíduo	10	2,5022	2,0996	3,114	3,1993	1616,266	0,3953
C.V.(%)		2,9492	2,9399	2,691	5,732	6,8177	5,1864

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade.



Tabela 5B - Resumo da análise de variância para as variáveis de comportamento ingestivo e comportamento mastigatório, em horas por kg de matéria seca e horas por kg de FDN consumido, e da porcentagem da ruminação em relação ao tempo de mastigação total, em novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra e os respectivos coeficientes de variação (CV%)

FV	GL	Quadrados médios						
		Alim (h/kgMS)	Rum (h/kgMS)	Mast (h/kgMS)	Alim (h/kgFD N)	Rum (h/kgFD N)	Mast (h/kgFD N)	Rum/TM T (%)
P	2	0,000201	0,001317	0,148665	0,036844	0,298404	0,544505	1,631973
D	1	0,218608**	0,145192**	0,720114**	5,004255**	31,8181**	62,05926**	231,6080**
GS	2	0,045839**	0,008203 <sub>ns</sub>	0,089724 <sub>ns</sub>	0,468462**	0,095311 <sub>ns</sub>	0,985459*	97,26211**
D x GS	2	0,003786 <sub>ns</sub>	0,019365*	0,028918 <sub>ns</sub>	0,148368*	0,100777 <sub>ns</sub>	0,367245 <sub>ns</sub>	27,63736 <sub>ns</sub>
resíduo	64	0,003701	0,00984	0,017853	0,03471	0,123432	0,218119	13,73935
C.V.(%)		15,00	12,98	11,42	17,49	16,97	14,89	5,66

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

<sub>ns</sub> F não-significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 6B - Resumo da análise de variância para a variável tempo de ruminação por kg de FDN consumido por tempo de retenção ruminal do FDN, em novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra e os respectivos coeficientes de variação (CV%)

FV	GL	Quadrados médios
		Tempo de ruminação por kg de FDN/ tempo de retenção do FDN no rúmen
A	3	0,000917
D	1	0,022685**
GS	2	0,00018972 <sub>ns</sub>
D x GS	2	0,0007316**
resíduo	15	0,000114
C.V.(%)		12,69

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 7B - Resumo da análise de variância para as variáveis frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR), nos turnos de coleta (H), manhã e tarde, em novilhas leiteiras de diferentes grupos zootécnicos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra e os respectivos coeficientes de variação (CV%)

FV	GL	Quadrados médios	
		FR	TR
P	2	165,5747	0,0851
GS	2	115,6372**	0,1372 <sup>ns</sup>
D	1	49,585*	0,0156 <sup>ns</sup>
GS x D	2	37,3663*	0,0156 <sup>ns</sup>
resíduo(a)	10	6,9538	0,0392
H	1	353,1267**	3,5156**
H x GS	2	4,9704 <sup>ns</sup>	0,0989 <sup>ns</sup>
H x D	1	22,1684 <sup>ns</sup>	0,0434 <sup>ns</sup>
H x GS x D	2	3,6788 <sup>ns</sup>	0,0122 <sup>ns</sup>
resíduo(b)	12	5,8281	0,0365
C.V.(%) parcela		7,30	0,51
C.V.(%) subparcela		6,68	0,49
FR --- QMR <sub>C</sub> = 6,39095 e n*=21			
TR --- QMR <sub>C</sub> = 0,037847 e n*= 21			

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

\* F significativo a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade.