

NIVEA REGINA DE OLIVEIRA FELISBERTO

**TAMANHO DE PARTÍCULA DA FORRAGEM EM DIETAS COM
NÍVEIS CRESCENTES DE FIBRA PARA CABRAS LEITEIRAS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F315t
2011

Felisberto, Nivea Regina de Oliveira, 1980-
Tamanho de partícula da forragem em dietas com níveis
crescentes de fibra para cabras leiteiras / Nivea Regina de
Oliveira Felisberto. – Viçosa, MG, 2011.
xvi, 102f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Marcelo Teixeira Rodrigues.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Caprino - Alimentação e rações. 2. Fibras na nutrição
animal - Medição. 3. Dinâmica da partícula. 4. Rúmen.
5. Mastigação. 6. Caprino - Registros de desempenho.
6. Feno como ração. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

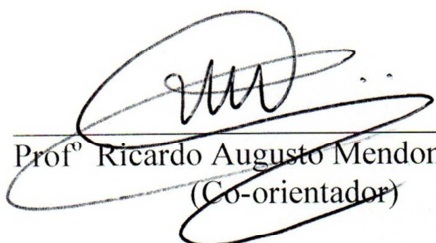
CDD 22. ed. 636.390855

NIVEA REGINA DE OLIVEIRA FELISBERTO

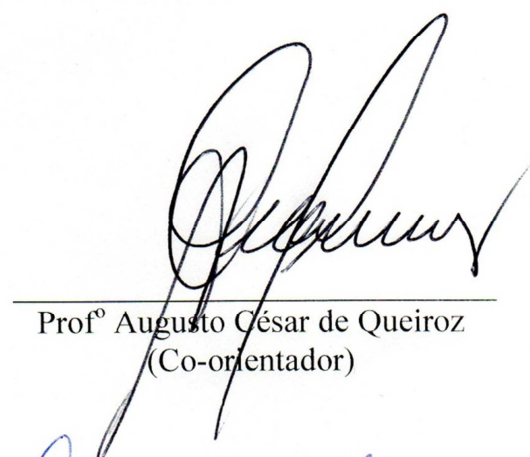
**TAMANHO DE PARTÍCULA DA FORRAGEM EM DIETAS COM
NÍVEIS CRESCENTES DE FIBRA PARA CABRAS LEITEIRAS**

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

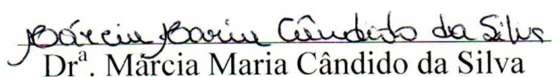
Aprovada: 25 de fevereiro de 2011.



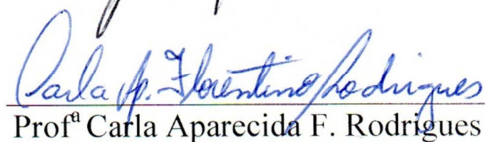
Prof.^o Ricardo Augusto Mendonça Vieira
(Co-orientador)



Prof.^o Augusto César de Queiroz
(Co-orientador)



Dr.^a Márcia Maria Cândido da Silva



Prof.^a Carla Aparecida F. Rodrigues



Prof.^o Marcelo Teixeira Rodrigues
(Orientador)

“Sou doutor, mas sou sambista

Tenho sangue de artista

Também sei tamborinar

Sou doutor

Sei que sou advogado

Não me faço de rogado

Quando preciso sambar”

Cartola

A Deus por fazer da minha vida um aprendizado tranqüilo e guiar meus passos pelo caminho do bem...

*Aos meus amados pais, Arthur e Leonil,
verdadeiros exemplos de força, determinação e fé. Agradeço por todo amor, apoio incondicional e, principalmente, por proporcionarem a mim o melhor presente que pode ser dado a um filho:
a oportunidade de estudar!*

Aos meus amados irmãos, Fernando e Deyse, pessoas nas quais sempre me espelhei e pude contar em todos os momentos da minha vida, sejam eles tristes ou felizes... Deus permita que continuemos apoiando um ao outro sempre.

A minha sobrinha Maria, luz dos nossos olhos, que veio para alegrar nossas vidas e encher nossos corações de felicidade!

Ao Cris e à Laura, que cuidam com carinho das pessoas que tanto amo, obrigada por toda torcida e incentivo!

Ao Tiago, homem que escolhi para compartilhar uma vida inteira...

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realizar este curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Marcelo Teixeira Rodrigues, pela confiança, pelo desafio a mim proporcionado, pelo conhecimento transmitido, pela paciência durante meu processo de aprendizado e pela amizade.

Ao Professor Ricardo Augusto Mendonça Vieira pela valiosa contribuição na análise dos dados, pelo incentivo, pelo apoio e principalmente pela paciência.

Ao professor Augusto César de Queiroz, por toda boa vontade e colaboração na correção deste trabalho.

À Márcia Maria Cândido da Silva, que mais do que co-orientadora e amiga, muitas vezes foi uma irmã pra mim.

À Carla Aparecida Florentino Rodrigues, pela colaboração e prontidão em ajudar na finalização deste trabalho.

A todos aqueles que lá de São Paulo torceram pelo sucesso deste trabalho, Tia Regina, Vó Helena, Tia Lucila, Tio Eurico, Tia Bina, Margarida, Marcos, Rita, Mari-ana, Viviane, Nadir, Carlos, Milda, Branco, João, Luzia, Família Knebl, e a todos os outros que não citei, meu MUITO OBRIGADA!

A minha nova família de Minas que representados pela figura da minha sogra, Dona Zélia, torceram e rezaram muito para que este trabalho desse certo.

Ao Rogério, meu amigo querido, com quem pude sempre desabafar e dividir minhas aflições, inclusive na hora de fazer feno.

À Gabriela, que mesmo de longe se fez presente e me apoiou muito durante essa caminhada. Viva a Tim e o Skype, né amiga?!

Ao Márcio e à Stefanie, amigos muito queridos, que apesar da distância sempre fizeram de nossos encontros momentos muito intensos.

Aos meus estagiários, Marquinho, Julimara, Bruno, Débora, Paulo, Jeferson, Vagner, Karine, Natália, Lucas, Maurício, Luana, Randerson, Katarina e Raiana, cujas participações foram fundamentais para realização deste trabalho. Valeu moçadinha!

Aos amigos do Beba do Samba, com os quais compartilhei momentos maravilhosos de exaltação, entrega e amor ao samba.

Aos funcionários do capril: Sr. Zé Maria, João, Arlindo, Ronaldinho, Sr. Manoel, Sr. Antônio, Paulo, Zé Maria e Cláudio agradeço toda a ajuda recebida, em especial ao Corujinha, pela dedicação e parceria durante todo o experimento.

Às eternas companheiras de república, Bruna, Romina, Joyce, Fernanda, Milene, Danielle, Maria Fernanda, Estela e Lorena, pela paciência, pelo companheirismo e por terem me ensinado a prática da boa convivência.

Aos cabriteiros Timótheo, Ronan, Lisa, Gilson, Tadeu e aos agregados da caprino, Luiz e Ana Lúcia, meu obrigado por toda ajuda!

Aos colegas de pós-graduação, Shirley, Sanae, Alysson, Wender (Goiano), Vítor Beterro e Dayane, pelo sorriso sincero e pelo bom convívio no laboratório e nos corredores do DZO.

À Celeste e à Fernanda, que sempre mostraram boa vontade e paciência para solucionar todas as minhas dúvidas.

Ao pessoal do laboratório: Vera, Valdir, Mário, Monteiro e, em especial, ao Wellington, Fernando e Plínio, por me ajudarem sempre em tudo que precisei.

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

BIOGRAFIA

Nivea Regina de Oliveira Felisberto, filha de Arthur Carlos Felisberto e Leonil de Oliveira Felisberto, nasceu em São Paulo, SP, em 2 de novembro de 1980.

Iniciou em 2000 o curso de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, no estado de São Paulo, graduando-se em 2004.

Em 2005, ingressou no Curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, área de concentração em Nutrição e Produção de Ruminantes, concluindo o curso em Março de 2007.

Em 2007 ingressou no Curso de Doutorado em Zootecnia, também na Universidade Federal de Viçosa, defendendo a Tese para a obtenção do título de *Doctor Scientiae* em Fevereiro de 2011.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
Introdução Geral.....	1
Referências.....	4
Influência do tamanho de partícula e do nível de fibra da forragem sobre o comportamento ingestivo e sua fragmentação no trato gastrointestinal de cabras em lactação	
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	9
Resultados.....	18
Discussão.....	31
Conclusões.....	38
Referências.....	39
Tamanho de partícula em diferentes níveis de fibra da forragem e a utilização de nutrientes em cabras leiteiras	
RESUMO.....	42
ABSTRACT.....	43
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	46
Resultados.....	59
Discussão.....	71
Conclusões.....	77
Referências.....	78
Apêndice.....	81
Apêndice A.....	82
Apêndice B.....	88

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

1	Proporção dos ingredientes nas dietas com diferentes níveis de FDNf, em % da matéria seca.....	10
2	Composição química das dietas com diferentes níveis de FDNf, em % da matéria seca.....	10
3	Perfil granulométrico dos fenos picados em diferentes tamanhos de partícula e dos concentrados utilizados em dietas com níveis crescentes de fibra oriunda da forragem, em % do peso retido nas peneiras.....	12
4	Perfil granulométrico das dietas com diferentes tamanhos de partícula de feno e níveis crescentes de FDNf, em % do total retido nas peneiras.....	13
5	Valores estimados de α e β relacionados a cada parâmetro estudado.....	18
6	Consumo de matéria seca e fibra fisicamente efetivos em função do tamanho de partícula e nível de FDNf da dieta.....	19
7	Comportamento ingestivo de cabras em lactação em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta.....	19

CAPÍTULO 2

1	Proporção dos ingredientes nas dietas com diferentes níveis de FDNf, em % da matéria seca.....	47
2	Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas.....	47
3	Composição química das dietas com diferentes níveis de FDNf.....	48
4	Perfil granulométrico dos fenos picados em diferentes tamanhos de partícula e dos concentrados utilizados em dietas com níveis crescentes de FDNf, em % do total retido nas peneiras.....	50
5	Perfil granulométrico das dietas com diferentes tamanhos de partícula de feno e níveis crescentes de FDNf, em % do peso retido nas peneiras.....	51
6	Valores estimados de α e β para cada parâmetro estudado.....	58
7	Consumo de matéria seca, nutrientes e energia em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem.....	59
8	Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem.....	61
9	Consumo, excreção e aproveitamento de nitrogênio em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta.....	63
10	Conteúdo ruminal de matéria seca e nutrientes em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta.....	64
11	Tempo médio de renovação da matéria seca e de componentes fibrosos no rúmen de cabras leiteira em função do tamanho partícula e nível de fibra da forragem.....	67
12	Produção e composição do leite e eficiência de utilização da energia para produção em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem.....	68

APÊNDICE A

1A	Relação de malha, abertura e espessura dos fios das peneiras padronizadas pela norma ISO – 3310/1.....	82
2A	Tamanho de partícula (TP), percentual de fibra oriunda da forragem (FDNf) e valores referentes ao consumo de matéria seca fisicamente efetiva, em g.dia^{-1} (CMSfe), e em % da massa animal (CMSfe%M), de fibra em detergente neutro fisicamente efetiva, em g.dia^{-1} (CFDNfe) e em % da massa animal (CFDNfe%M).....	83
3A	Tamanho de partícula (TP), percentual de fibra oriunda da forragem (FDNf) e valores referentes ao tempo, em minutos por dia, em pé, deitada (D), bebendo água (H ₂ O), comendo (C), ruminando (R), atividade mastigatória total (AM), em ócio (O) e número de refeições por dia (NR).....	84
4A	Tamanho de partícula (TP), percentual de fibra oriunda da forragem (FDNf) e valores referentes as eficiências mastigatórias, comendo em min.kgMS^{-1} (CmMS) e em min.kgFDN^{-1} (CmFDN), ruminando em min.kgMS^{-1} (RmMS) e em min.kgFDN^{-1} (RmFDN), atividade mastigatória, em min.kgMS^{-1} (AMmMS) e em min.kgFDN^{-1} (AMmFDN).....	85
5A	Tamanho de partícula (TP), percentual de fibra oriunda da forragem (FDNf) e valores referentes ao percentual de partículas fisicamente efetivas na ração fornecida (%feForn), na ração consumida (%feCon), no conteúdo ruminal (%feRum), no conteúdo omasal (%feOma), no conteúdo abomasal (%feAbo) e nas fezes (%feFez).....	86
6A	Tamanho de partícula (TP), percentual de fibra oriunda da forragem (FDNf) e valores referentes ao diâmetro geométrico médio das partículas na ração fornecida (DGMFro), na ração consumida (DGMCon), no conteúdo ruminal (DGMRum), no conteúdo omasal (DGMOMA), no conteúdo abomasal (DGMAbo) e nas fezes (DGMFez).....	87

APÊNDICE B

1B	Tamanho de partícula (TP), Fibra em detergente neutro da forragem (FDNf), e valores referente ao consumo de matéria seca em g.d^{-1} (CMS) e em percentual da massa animal (CMS%M), de matéria orgânica em g.d^{-1} (CMO), de fibra em detergente neutro em g.d^{-1} (CFDN) e em percentual da massa animal (CFDN%M).....	89
2B	Tamanho de partícula (TP), Fibra em detergente neutro da forragem (FDNf), e valores referente ao consumo de proteína bruta em g.d^{-1} (CPB), de extrato etéreo g.d^{-1} (CEE), de carboidratos totais em g.d^{-1} (CCT), de carboidratos não-fibrosos em g.d^{-1} (CCNF), de consumo de lignina em g.d^{-1} (CLIG).....	90
3B	Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao coeficiente de digestibilidade da matéria seca (%DMS), da matéria orgânica (%DMO), de fibra em detergente neutro (%FDN), de proteína bruta (%PB), de extrato etéreo (%DEE).....	91
4B	Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao coeficiente de digestibilidade dos	92

carboidratos totais (%DCT), dos carboidratos não-fibrosos (%DCNF), do consumo de nutrientes digestíveis totais em kg.d^{-1} (CNDT), de energia metabolizável em Mcal.d^{-1} (CEM),de energia líquida em Mcal.d^{-1} (CEL)...

5B	Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao volume ruminal em litros (VR), ao conteúdo ruminal fresco em gramas (CRF), seco em gramas (CRS), líquido em gramas (CRL), de matéria orgânica em gramas (CRMO), de fibra em detergente neutro em gramas (CRFDN).....	93
6B	Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao conteúdo ruminal de lignina em gramas (CRLIG) e em percentual da massa animal (CRLIG%M), ao tempo médio de renovação da lignina em horas (TMRLIG), da matéria seca em horas (TMRMS) e da fibra em detergente neutro em horas (TMRFDN)...	94
7B	Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes a produção de leite em L.d^{-1} (PL),leite corrigido para 3,5% de gordura em L.d^{-1} (PLCG 3,5%), leite corrigido para 4,0% de gordura em L.d^{-1} (PLCG 4,0%), a eficiência líquida de utilização da energia para produção (kl), a eficiência bruta de utilização da energia (km^+p).....	95
8B	Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao conteúdo de gordura no leite em percentual (%Gord) e em g.d^{-1} (Gord gd), de proteína em percentual (%Prot) e em g.d^{-1} (Prot gd), de lactose em percentual (%Lacto).....	96
9B	Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao conteúdo de lactose em g.d^{-1} (Lacto gd), de sólidos totais em percentual (%Solid) e em g.d^{-1} (Solid gd), valor energético do leite em Mcal.kg^{-1} (VEL).....	97
10B	Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao nitrogênio consumido em g.d^{-1} (NC), excretado nas fezes em g.d^{-1} (NExFe), metabólico fecal em g.d^{-1} (NMetFe), indigerido em g.d^{-1} (NInd), urinário em g.d^{-1} (NU), urinário endógeno em g.d^{-1} (NUEnd).....	98
11B	Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao nitrogênio urinário exógeno em g.d^{-1} (NUExo), nitrogênio do leite em g.d^{-1} (NLeite), balanço de nitrogênio em g.d^{-1} (BN), nitrogênio verdadeiramente digerido em g.d^{-1} (NVD), valor biológico real em percentual (VBR%), relação entre NUE e NVD..	99
12B	Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes a pesagem dos animais dia 16/11 (P1), dia 21/11 (P2), dia 28/11 (P3), dia 05/12 (P4), dia 12/12 (P5).....	100
13B	Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes a pesagem dos animais dia 18/12 (P6), dia 24/12 (P7), dia 2/1 (P8), dia 10/1 (P9), dia 16/1 (P10).....	101
14B	Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes a pesagem dos animais dia 23/1 (P11), dia 30/1 (P12), dia 6/2 (P13), dia 13/2 (P14).....	102

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

1	Comportamento ingestivo de cabras em lactação em função de diferentes níveis de FDNf na dieta.....	20
2	Tempo gasto na ingestão de alimentos de diferentes tamanhos de partícula, em $\ln(\text{min.kgFDN}^{-1}.\text{kg}^{-1})$, em função do nível de fibra da forragem na dieta.....	21
3	Tempo despendido na mastigação, $\ln(\text{min.kgFDN}^{-1}.\text{kg}^{-1})$, em função do nível de fibra da forragem.....	22
4	Percentual de partículas retidas em peneiras de até 1,19 mm de abertura da dieta oferecida, da ração consumida, dos conteúdos ruminais, omasais, abomasais e das fezes, em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta.....	24
5	Percentual de partículas fornecidas (a) e consumidas (b) retidas em peneiras com abertura acima de 1,19 mm, em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta.....	25
6	Percentual de partículas maiores do que 1,19 mm no omaso de animais recebendo de dietas com diferentes tamanhos de partícula e níveis de fibra da forragem.....	26
7	Diâmetro geométrico médio (DGM) de partículas nas dietas oferecidas, nas rações consumidas, nos conteúdos ruminais, omasais, abomasais e nas fezes em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta.....	28
8	Diâmetro geométrico médio de partículas fornecidas (a) e consumidas (b) em função do tamanho e nível de fibra da forragem da dieta.....	29
9	Diâmetro geométrico médio de partículas no omaso em função do tamanho de partícula e nível de FDNf.....	30
10	Percentual acumulado de partículas da ração consumida, do conteúdo ruminal, do conteúdo abomasal e das fezes em peneiras de diferentes aberturas.....	31

CAPÍTULO 2

1	Consumo de matéria seca (CMS) e fibra (CFDN), em percentual da massa animal (%M), e consumo de energia líquida (CEL), em $\ln(\text{Mcal.kg}^{-1}.\text{d}^{-1})$, em função do nível de fibra forrageira na dieta.....	60
2	Consumo de fibra em detergente neutro em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta.....	61
3	Digestibilidade, da matéria seca, da fibra em detergente neutro, do extrato etéreo e dos carboidratos não fibrosos em função dos níveis de fibra da forragem, expressos em percentual.....	62
4	Conteúdo ruminal de matéria seca (CRMS), fibra em detergente neutro (CRFDN) e lignina em detergente ácido (CRLDA) em função	65

	dos diferentes níveis de fibra da forragem na dieta.....	
5	Conteúdo ruminal de fibra em detergente neutro, % da matéria seca, em função dos diferentes tamanhos de partícula e níveis de fibra da forragem na dieta.....	66
6	Tempo médio de renovação, em horas, da lignina (TMR LDA), da matéria seca (TMR MS) e da fibra em detergente neutro (TMR FDN) em função dos diferentes níveis de fibra da forragem na dieta.....	67
7	Teor de gordura no leite em função do tamanho de partícula e níveis de fibra da forragem na dieta.....	69
8	Percentual de sólidos totais no leite em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta.....	70
9	Eficiência bruta (km+p) e líquida (kl) de utilização da energia metabolizável para produção de leite.....	70
10	Variação no consumo de matéria seca (kg), produção de leite (kg) e massa corporal (kg) dos animais consumindo dietas com diferentes níveis de fibra da forragem.....	77

RESUMO

FELISBERTO, Nivea Regina de Oliveira, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2011. **Tamanho de partícula da forragem em dietas com níveis crescentes de fibra para cabras leiteiras.** Orientador: Marcelo Teixeira Rodrigues. Co-orientadores: Ricardo Augusto Mendonça Vieira e Augusto César de Queiroz.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a importância do tamanho da partícula da forragem em dietas com níveis crescentes de fibra para cabras leiteiras. Para tanto, avaliou-se o comportamento ingestivo; a fragmentação das partículas oferecidas, consumidas, contidas nos compartimentos do trato gastrointestinal (rúmen, omaso e abomaso) e nas fezes; o consumo; a digestibilidade; o balanço de nitrogênio; a massa ruminal; o tempo médio de renovação da fração indigestível no rúmen; a produção e composição lácteas e a eficiência de utilização de energia metabolizável de cabras em lactação. Foram testados os efeitos da combinação de três tamanhos de partícula (2, 5 e 15 cm) e quatro níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf) (34, 41, 49, 57% FDNf). Foram utilizadas 48 cabras multíparas com, em média, 51 kg de massa corporal e 60 dias em lactação. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 4, com 4 repetições. A fonte forrageira utilizada foi o feno de capim tifton (*Cynodon dactylon*), considerado de boa qualidade, contendo 62% de FDN e 15% de PB, fornecido em mistura completa com o concentrado a base de fubá de milho e farelo de soja. O tamanho de partícula da forragem influenciou o comportamento alimentar dos animais, apresentando efeito linear crescente sobre o tempo gasto na ingestão de alimentos. Houve interação entre tamanho de partícula e nível de fibra da forragem, quando avaliado o tempo gasto em ingestão, por unidade de fibra consumida. Verificou-se o efeito do tamanho de partícula sobre o consumo de MS e FDN fisicamente efetivos, sendo este último também influenciado pelo nível de FDNf. Não houve influência do tamanho de partícula da forragem sobre o percentual de partículas maiores que 1,19 mm, nem sobre o diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas contidas no compartimento ruminal e nas fezes. Houve efeito interativo entre tamanho de partícula e nível de

FDNf sobre o percentual de partículas maiores que 1,19mm e do DGM das partículas no compartimento omasal. No compartimento abomasal houve efeito linear decrescente do nível de fibra da forragem sobre o percentual de partículas maiores que 1,19 mm e DGM das partículas. O tamanho de partícula da forragem não afetou o consumo de matéria seca e dos nutrientes, expressos em gramas por dia. No entanto, foi observada interação entre tamanho de partícula e nível de FDNf sobre a concentração de fibra consumida na ração. O tamanho de partícula influenciou quadraticamente sobre a concentração de lignina consumida na ração. Houve efeito interativo do tamanho de partícula e nível de FDNf sobre a concentração de fibra no rúmen. Não houve influência do tamanho de partícula sobre: a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes; o balanço e aproveitamento do nitrogênio no organismo animal; o tempo médio de renovação da matéria seca, FDN ou lignina; a produção e composição láctea, com exceção ao teor de gordura no leite, que foi influenciado pela interação entre tamanho de partícula e nível de FDNf e; as eficiências de utilização da energia metabolizável. O tamanho de partícula da forragem não deve ser considerado fator importante na formulação de dietas de cabras leiteiras pela habilidade que apresentam em fragmentar partículas a tamanhos homogêneos e, por isso, não causar alterações no consumo, utilização de nutrientes ou desempenho animal.

ABSTRACT

FELISBERTO, Nivea Regina de Oliveira, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, February 2011. **Forage particle size at increasing levels of fiber in diets for dairy goats.** Adviser: Marcelo Teixeira Rodrigues. Co-advisers: Ricardo Augusto Mendonça Vieira e Augusto César de Queiroz.

The objective of this work was to evaluate the importance of forage particle size in diets for milk goats. Therefore, it was evaluated the ingestion behavior; the fragmentation of the particles offered, consumed, and contained in compartments of the gastrointestinal tract (rumen, omasum and abomasum) and in the feces; the intake, the digestibility, nitrogen balance; rumen mass; average time of indigestible fraction renewal in the rumen; production and lacteal composition and use efficiency of metabolizable energy of lactating goats. The effects of combination of three particle sizes (2, 5 and 15 cm) and four levels of neutral detergent fiber from the forage (NDFf) (34, 41, 49 and 57% NDFf) were evaluated. Forty-eight multiparous goats at an average of 51 kg of body weight and 60 days of lactation were used. It was used a completely randomized experimental design, in a 3×4 factorial scheme with four repetitions. The forage source used was Tifton grass hay (*Cynodon dactylon*), considered of good quality, containing 62% of NDF and 15% CP, offered in a complete mixture with corn meal and soybean meal based concentrate. Forage particle size influenced feed behavior of the animals, presented a linear effect on the time spent with food ingestion. There was an interaction among particle size and forage fiber level, when it was evaluated the time spent on ingestion per unit of consumed fiber. It was verified the effect of particle size on intake of physically effective DM and NDF. Neutral detergent fiber was also influenced by NDFf. There was no influence of forage particle size on percentage of particles bigger than 1.19 mm, neither on the average geometric diameter (AGD) of the particles contained in rumen compartment and feces. There was an interactive effect among particle size and NDFf on percentage of particles bigger than 1.19 mm and AGD of particles. Forage particle size did not affect dry matter and nutrient intake, originally expressed in grams per day. However, it was observed interaction among particle and NDFf level on the concentration of feed consumed fiber.

Particle size influenced in a quadratic manner concentration of lignin consumed in the feed. There was an interactive influence among particle size and NDFf level on the concentration of fiber in the rumen. There was no influence of particle size on digestibility coefficients of dry matter and nutrients, on the balance and use of nitrogen in the organism of the animal; on the average time of renewal of dry matter, NDF or lignin; on lacteal production and composition, except for fat content in the milk, which was influenced by the interaction among particle size and NDFf level and on use efficiency of metabolizable energy. Forage particle size should not be considered as an important factor in formulation of diets for milk goats because of the ability they have on fragment particles into homogenous sizes and because of that they do not cause changes on the intake, on use of the nutrients or animal performance.

Introdução Geral

Na nutrição de ruminantes assume-se que o consumo voluntário de alimentos ocorre até que a demanda energética dos animais seja alcançada (Forbes, 1977). A principal fonte de energia na dieta de herbívoros, em especial de ruminantes, são os carboidratos que participam em até 80% da matéria seca da ração.

Fracionar os carboidratos em componentes fibrosos e não-fibrosos fornece um meio de separar os alimentos em frações com propriedades funcionais distintas (Mertens, 1997). Neste sentido, a fibra pode ser nutricionalmente definida como a fração indigestível ou lentamente digestível dos alimentos, que ocupa espaço no trato gastrointestinal dos animais. Tais atributos cinéticos e físicos, específicos da fração fibrosa, podem limitar o consumo de alimentos pelos animais, não permitindo que estes alcancem sua demanda energética para manutenção corporal e produção.

Geralmente, níveis elevados de fibra e baixa concentração de energia disponível na dieta são reconhecidos por limitar o consumo de alimentos dos animais através da distensão física do retículo-rúmen em resposta ao elevado volume de plantas forrageiras (Balch e Campling, 1962; Baile e Forbes, 1974, ambos citados por Mertens, 1994). Por outro lado, níveis muito reduzidos de fibra e elevada concentração energética na dieta permitem que os animais alcancem a demanda energética mais rapidamente, porém podem trazer prejuízos quanto à fermentação normal no rúmen, o teor de gordura do leite e a saúde animal.

Em vacas, recomendações quanto à concentração de FDN das rações visando maximizar o consumo e a produção de leite corrigida para gordura, foi de 1,25% da massa corporal animal ao dia, com desvio padrão de 0,1% (Mertens, 1985), devendo-se levar em consideração que a concentração ótima de FDN depende do potencial de produção de leite dos animais. Recomendações sobre a concentração mínima para manter função ruminal saudável e evitar depressão na concentração de gordura no leite, sugerem que haja 25% de FDN na dieta, com 75% do FDN oriundo da forragem (NRC, 2001).

Diversos trabalhos têm sido realizados com diferentes níveis de fibra na dieta de cabras leiteiras, porém ainda não estão bem definidos valores máximos e mínimos para a maximização do consumo e a eficiência de produção. Carvalho (2002) e Branco (2005) avaliaram diferentes níveis de fibra oriunda da forragem (20, 27, 34,

41, 48% FDNf) sobre o consumo e desempenho de cabras em lactação, e verificaram que níveis de 27 e 28% de FDNf proporcionaram a obtenção das maiores produções. Verificaram também que níveis crescentes de fibra na dieta promoveram a redução no consumo de matéria seca e na produção de leite dos animais.

Reconhecida a importância dos níveis de fibra na dieta, existem outros fatores que podem afetar o uso mais eficiente da fibra pelos animais, como: a razão entre carboidratos não fibrosos e fibrosos (Bomfim, 2003) e a maturidade da forrageira caracterizada pelo seu grau de lignificação (Branco, 2005; Lopes, 2009). É possível que o tamanho da partícula forrageira seja outro fator à influenciar a maneira pela qual a fibra pode ser utilizada.

A forma física ou o tamanho da partícula da forragem alteram sua habilidade em estimular a mastigação na ingestão e na ruminação (Woodford et al., 1986). Considerada como o principal mecanismo pelo qual o alimento é fragmentado, a mastigação em ruminantes é especialmente importante (Poppi et al., 1980) pois aumenta a relação superfície:volume do alimento, sendo considerada fator chave para a eficiência da digestão (Pérez-Barbería e Gordon, 1998) diminui a resistência da parede celular para a maior adesão de microrganismos (Pond et al., 1984), e está relacionada ao período de tempo que o alimento vai ficar retido no retículo-rúmen, já que este é dependente do tamanho de partícula.

Segundo Pérez-Barbería e Gordon (1998), a redução do tamanho de partícula é determinada por características morfológicas dentárias que assegurem a eficiência de corte e moagem do alimento, pela capacidade mastigatória (taxa de mastigação e tempo gasto na mastigação), pela quantidade de alimento processado e propriedades físicas do alimento. Sendo assim, tanto as características do alimento como as características do animal podem influenciar na redução da partícula.

Na classificação dos herbívoros quanto ao hábito alimentar, os caprinos se enquadram como consumidores intermediários e são caracterizados pela versatilidade em modificar seu comportamento de acordo com a disponibilidade da forragem selecionando alimentos mais nutritivos, em comparação a animais pastejadores como os bovinos (Van Soest, 1994). Portanto, particularidades dos caprinos relacionadas ao comportamento ingestivo, seletividade da dieta, taxa de ingestão e nível de consumo (Lu, 1988; Reid, 1990), podem influenciar na utilização dos alimentos por estes animais.

Relata-se que a redução no tamanho de partícula dos alimentos pode promover aumento na eficiência animal. Tal fato é frequentemente justificado pelo alto nível de consumo, porém ocorrem outras mudanças simultaneamente como aumento na taxa de passagem e depressão da digestibilidade da fibra (Van Soest, 1994).

Como o tamanho da partícula da forragem pode afetar tanto a cinética de degradação e passagem, como o comportamento alimentar dos animais, é possível que este fator influencie no desempenho dos caprinos.

Mediante ao exposto a questão que norteia o presente trabalho é investigar se o tamanho da partícula oferecida deve ser considerada ao se desenvolver cálculo de dietas para caprinos, uma vez que estimativa de consumo, cinética de degradação e passagem, digestibilidade e eficiência com a qual a energia será utilizada com fins produtivos, também serão considerados nos programas de cálculo.

Referências

- BOMFIM, M.A.D. **Carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas de cabras leiteiras**. Viçosa: UFV, 2003. 119p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- BRANCO, R.H. **Avaliação da qualidade da fibra sobre a cinética ruminal, consumo e eficiência de utilização de nutrientes em cabras leiteiras**. Viçosa: UFV, 2005. 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- CARVALHO, S. **Desempenho e comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra**. Viçosa: UFV, 2002. 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- FORBES, J.M. Development of a model of voluntary foods intake and energy balance in lactating cows. **Animal Production**, v. 24, p.203-214, 1977.
- LOPES, D. **Efetividade física da fibra para caprinos**. Viçosa: UFV, 2009. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- LU, C.D. Grazing behavior and diet selection of goats. **Small Ruminant Research**, v.1, p.205–216, 1988.
- 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. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. et al. (Eds.) **Forage quality, evaluation and utilization**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of American and Soil Society of American, Madison, Wisconsin, p.450-493. 1994.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows **Journal of Dairy Science**. 80: 1463-1481, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) - **Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington: National Academic Press, 2007. 292p. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - **Nutrient requirements of dairy cattle** – 7th rev. ed Washington:, 2001. 333p.
- PÉREZ-BARBERÍA, F.J.; GORDON, I.J. Factors affecting food comminution during chewing in ruminants: a review. **Biological Journal of the Linnean Society**, v.63, p. 233-256, 1998.
- POND, K.R.; ELLIS, W.C.; AKIN, D.E. Ingestive mastication and fragmentation of forages. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, 1984.
- POPPI, D.P.; NORTON, B.W.; MINSON, D.J.; HENDRICKSEN, R.E. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. **The Journal of Agricultural Science**, v.94, p.275-280, 1980.
- REID, R.L., JUNG, G.A., COX-GANSER, J.M., RYBECK, B.F., TOWNSEND, E.C. Comparative utilization of warm- and cool-season forages by cattle, sheep and goats. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2986–2994, 1990.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WOODFORD, J.A.; JORGENSEN, N.A.; BARRINGTON, G.P. Impact of dietary fiber and physical form on performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p. 1035-1047, 1986.

Influência do tamanho de partícula e do nível de fibra da forragem sobre o comportamento ingestivo e sua fragmentação no trato gastrintestinal de cabras em lactação

RESUMO -Avaliou-se a influência do tamanho de partícula em diferentes níveis de fibra da forragem sobre o comportamento ingestivo, o consumo de matéria seca e de fibra fisicamente efetivos e a fragmentação das partículas no trato gastrintestinal dos animais. Foram utilizadas 48 cabras multíparas com, em média, 60 dias em lactação, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4, com 4 repetições. Avaliou-se os efeitos da combinação de três tamanhos de partícula (2, 5 e 15 cm) e quatro níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf) (34, 41, 49, 57% FDNf) na dieta. A fonte forrageira utilizada foi o feno de capim tifton (*Cynodon dactylon*) fornecido em mistura completa com o concentrado a base de fubá de milho e farelo de soja. O tamanho de partícula da forragem influenciou o comportamento alimentar dos animais, apresentando efeito linear crescente sobre o tempo despendido no consumo de alimentos. Já a ruminação foi significativamente influenciada apenas pelo FDNf. Foi observada a influência do tamanho de partícula sobre o consumo de MS e FDN fisicamente efetivos, sendo este último também influenciado pelo nível de FDNf. Não houve influência do tamanho de partícula da forragem sobre o percentual de partículas maiores que 1,19 mm, nem sobre o diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas contidas no compartimento ruminal e nas fezes. O tamanho de partícula da forragem influencia o comportamento alimentar dos caprinos de maneira que sua maior eficiência mastigatória proporciona a homogeneidade no tamanho das partículas no rúmen e nas fezes.

Palavras-chave: ingestão, ruminação, atividade mastigatória, perfil granulométrico, efetividade física, diâmetro geométrico médio

Influence of forage particle size and fiber level on ingestion behavior and its fragmentation on gastrointestinal tract of lactating goats

ABSTRACT -It was evaluated the influence of particle size of forage at different levels of fiber on ingestion behavior, intake of physically effective dry matter and fiber and on the fragmentation of particles in the gastrointestinal tract of animals. It was used 48 multiparous goats at 60 days of lactation, distributed in a completely randomized experimental design in a 3×4 factorial scheme with four replicates represented by the combination of three particle sizes (2, 5 and 15 cm) and four levels of neutral detergent fiber from the forage (NDFf) (34, 41, 49, 57%NDFf) in the diet. The forage source used was Tifton grass hay (*Cynodon dactylon*) offered as total mixed ration with corn meal and soybean meal based concentrate. Forage particle size influenced feed behavior of animals, presenting a positive and linear effect on time spent feeding. Rumination was significantly influenced only by the time spent ruminating. It was verified the influence of particle size on the intake of physically effective DM and NDF, and NDF, which was also influenced by the level of NDFf. There was no influence of forage particle size on both percentage of particles larger than 1.19 mm, and average geometric diameter (AGD) of the particles presented in the rumen compartment and feces. The forage particle size influences feed behavior of goats leading to homogeneity of particle sizes in the rumen and in the feces.

Key Words: ingestion, rumination, chewing activity, granulometric profile, physical effectiveness, average geometric diameter

Introdução

Dietas ricas em forragem, cuja taxa fracional de degradação da fibra é lenta, podem apresentar efeitos deletérios no consumo, principalmente em função do maior tempo de permanência no rúmen. Nessa situação em que o desaparecimento de partículas do rúmen limita o consumo voluntário de alimentos, fatores que influenciam a retenção da partícula neste compartimento ganham destaque.

Muitos são os fatores físicos envolvidos no controle da passagem de partículas do retículo-rúmen, entre eles: tamanho de partícula, taxa de redução do tamanho de partícula, gravidade específica, taxa de hidratação e motilidade do retículo-rúmen (Shaver et al., 1986). O tamanho de partícula e a gravidade específica foram apontados como os fatores mais importantes para a passagem de partículas pelo rúmen, principalmente em sistemas de produção baseados na máxima utilização de forrageiras (Welch, 1986).

A concentração dos componentes estruturais na forragem, bem como a relação entre eles, podem afetar a taxa de consumo de alimentos e a facilidade de redução das partículas (de Boever et al., 1990). Sendo assim, fatores responsáveis por alterar as propriedades físicas da dieta como: a relação volumoso:concentrado, ostipos de volumosos e concentrados, a proporção de fontes de fibra não-forrageiras, o tamanho de partícula e o processamento dos ingredientes da ração (Mertens, 1997), podem influenciar na facilidade de quebra das partículas de alimento.

Em animais ruminantes, o processo de mastigação (durante a ingestão e a ruminação) é o principal acontecimento para a quebra do material particulado. A digestão microbiana, por si só, não contribui com a redução do tamanho de partícula (Ulyatt, 1983), mas auxilia na desestruturação da parede celular vegetal, facilitando a quebra da partícula durante a ruminação (Chai et al., 1984; Ulyatt et al., 1984).

Os caprinos despendem mais tempo nos processos de ingestão e ruminação, em comparação aos ovinos (McSweeney and Kennedy, 1992; Hadjigeorgiou et al., 2003). Tal espécie mostra-se extremamente eficiente quanto a ingestão de alimentos, apresentando extensiva quebra de partículas ingeridas à tamanhos $<1,0\text{mm}$ (Domingue et al., 1991) e digesta ruminal com reduzido tamanho médio de partícula e elevada frequência de partículas $< 1,18\text{ mm}$ e (Kennedy, 1992).

Em ovelhas e vacas foi observado que tanto a redução da qualidade, quanto o aumento da quantidade de forragem na dieta, demandaram maior tempo de

ruminação por unidade de forragem ingerida (Welch e Smith, 1970). O tamanho de partícula da forragem também foi indicado como fator influente no tempo de ruminação por dia de cabras e ovelhas, de maneira que quanto menor o tamanho da partícula, menor foi o tempo gasto em ruminação (Kennedy et al., 1992).

Cabras leiteiras alimentadas com feno picado em diferentes tamanhos de partícula, apresentaram diferenças no tempo de ingestão de alimentos e no tempo em ruminação da digesta (Lu, 1987). Cabras Saanen e Marota alimentadas com relação volumoso:concentrado de 45:55 a 75:25, tiveram pequena variação no tempo em ingestão de alimentos e maior variação no tempo em ruminação (Kawas et al.1991). No entanto, não existe na literatura dados sobre o comportamento ingestivo de cabras leiteiras, quando associados os fatores de tamanho de partícula e níveis de fibra da forragem na dieta.

A diminuição do tamanho de partícula do alimento reduz o volume, o tempo de mastigação e também aumenta a densidade do alimento acelerando assim sua passagem pelo rúmen. Em casos de redução extrema de partículas, como no caso de dietas peletizadas, pode ocorrer a eliminação da camada grosseira do rúmen, que serve como um filtro, resultando em aumento no tamanho médio de partícula das fezes (Van Soest, 1994).

Experimentos utilizando peneiras com aberturas específicas para a determinação do tamanho crítico de partículas deixando o retículo-rúmen, indicaram que a maior parte das partículas passando pelo orifício retículo-omasal de ovinos e bovinos são menores do que 1,18 mm (Poppi et al., 1980). No entanto, não existem dados na literatura que indiquem se este é o tamanho crítico de partícula para deixar caprinos.

Devido às particularidades que a espécie caprina apresenta quanto ao comportamento ingestivo, nível de consumo, seletividade da dieta e taxa de alimentação, em comparação a bovinos e a ovinos (Lu,1988; Reid, 1990), acredita-se que o tamanho da partícula da forragem em diferentes níveis de fibra da mesma, possam influenciar o comportamento alimentar das cabras e o perfil granulométrico de partículas das digestas no trato gastrintestinal.

Mediante ao exposto, objetivou-se com a realização deste trabalho avaliara influência do tamanho da partícula da forragem em dietas com diferentes níveis de fibra,sobre o comportamento ingestivo e o perfil granulométrico da dieta, da digesta e das fezes de cabras em lactação.

Materiais e Métodos

Este experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa, localizado em Viçosa, MG, no período de 16 de novembro de 2008 a 12 de fevereiro de 2009.

Avaliou-se os efeitos da combinação de três tamanhos de partícula (TP) da forragem (2, 5 e 15 cm de comprimento) e quatro níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf) (34, 41, 49, 57% FDNf) utilizando-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo em esquema fatorial 3 x 4, com 4 repetições.

Foram utilizadas 48 cabras das raças Saanen e Alpina, multíparas (de 2ª a 5ª ordem de parição), com aproximadamente 60 dias em lactação, massa corporal de $51,1 \pm 9$ kg e produção de leite média de $1,4 \text{ kg.dia}^{-1}$. Durante o período experimental os animais foram mantidos confinados em baias individuais de 3 m² com piso ripado de madeira, comedouro e bebedouro individuais.

Os alimentos utilizados nas formulações das dietas foram o feno de capim tifton (*Cynodon dactylon*) com 30 dias de idade, o fubá de milho (*Zea mays* L.), o farelo de soja (*Glicine max* L.) e uma mistura mineral. O feno de capim tifton foi produzido no próprio setor de Caprinocultura durante os meses de Novembro e Dezembro de 2008 e Janeiro de 2009. As dietas foram balanceadas para atender as exigências nutricionais dos animais (AFRC, 1993).

As dietas utilizadas foram formuladas para serem isoprotéicas, contendo 15% de proteína bruta (PB) na matéria seca, e com níveis crescentes de FDNf na dieta. Optou-se por não suplementar as dietas com lipídios evitando-se interferência adicional a degradação da fibra.

A proporção entre volumoso e concentrado variou de acordo com o nível de FDNf pretendido para as dietas experimentais (Tabela 1), influenciando assim a composição química das dietas experimentais (Tabela 2).

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nas dietas com diferentes níveis de FDNf, em % da matéria seca

Ingrediente	Nível de FDNf			
	34	41	49	57
Feno de capim-tifton 85	55,74	67,21	80,32	93,44
Fubá de milho	34,13	24,94	14,70	4,39
Farelo de soja	8,24	5,97	3,20	0,44
Fosfato Bicálcico	0,70	0,75	0,71	0,75
Calcáreo Calcítico	0,49	0,38	0,36	0,23
Mistura mineral ¹	0,70	0,75	0,71	0,75

¹Mistura mineral: 0,32% de sulfato ferroso; 0,48% de sulfato de cobre; 0,71% de sulfato de manganês; 2,67% de sulfato de zinco; 0,02% de sulfato de cobalto; 0,0125% de iodato de potássio; 0,006% de selenito de sódio; 95,78% de cloreto de sódio.

Tabela 2 – Composição química das dietas com diferentes níveis de FDNf, em % da matéria seca

Item	Nível de FDNf			
	34	41	49	57
Composição				
MS (g.kg ⁻¹)	882,66	884,33	884,40	883,48
MO (g.kg ⁻¹)	920,97	913,13	898,04	899,35
PB (g.kg ⁻¹)	153,00	151,04	155,81	148,52
EE (g.kg ⁻¹)	21,59	15,39	13,94	12,72
CT (g.kg ⁻¹)	746,38	746,69	730,71	732,81
CNF (g.kg ⁻¹)	339,86	287,03	201,66	145,75
FDN (g.kg ⁻¹)	461,85	523,56	605,63	670,31
FDNcp (g.kg ⁻¹)	406,52	459,66	529,06	587,06
FDNf (g.kg ⁻¹)	347,05	418,50	500,16	581,82
FDA (g.kg ⁻¹)	194,77	227,91	266,05	301,83
PIDN (g.kg ⁻¹ PB)	262,46	297,39	351,74	390,63
PIDA (g.kg ⁻¹ PB)	36,03	41,24	46,44	52,29
LDA (g.kg ⁻¹)	25,30	29,00	34,31	39,14
Cinzas (g.kg ⁻¹)	79,03	86,87	99,55	105,96
Ca (g.kg ⁻¹)	5,20	5,86	5,76	5,54
P (g.kg ⁻¹)	2,08	2,09	2,10	2,04
Valores estimados de energia disponível				
NDT (g.kg ⁻¹)	662,93	654,65	603,77	569,80
EM (Mcal.kg ⁻¹)	2,50	2,46	2,24	2,09
EL(Mcal.kg ⁻¹)	1,50	1,48	1,36	1,28

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido em cinzas e proteína; FDNf = FDN proveniente da forragem; FDA = fibra em detergente ácido; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais; EM = energia metabolizável; EL = energia líquida.

- Caracterização do perfil granulométrico dos alimentos, dietas e sobras via seca

Para a obtenção dos tamanhos de partícula de feno desejados (2, 5 e 15 cm de comprimento) foram utilizados diversos equipamentos de trituração. O feno com partículas de tamanho grande (15 cm), denominado TP 15, foi picado uma vez em

ensiladora de corte pelo sistema de facas e contra-facas (Nogueira - Modelo EM 6600®) para que não apresentasse tamanho excessivamente grande que pudesse facilitar aos animais jogá-lo para fora dos cochos. O feno com partículas de tamanho médio (5 cm), denominado TP 5, foi obtido utilizando-se um desintegrador de feno (Massey Ferguson - Modelo MF 4970®), sem peneiras. O feno com partículas de tamanho pequeno (2 cm), denominado TP 2, foi obtido triturando o feno uma vez pela mesma ensiladora utilizada na obtenção do feno de tamanho grande, e em seguida por um moinho de martelos (Nogueira – Modelo DPM-4®).

Para caracterizar o perfil granulométrico das partículas dos alimentos e das sobras, foram utilizadas peneiras padronizadas (ISO – 3310/1) utilizadas por Lopes (2009) com aberturas de 4,76, 2,38, 1,19, 1,00, 0,71 e 0,297 mm. No peneiramento via seca foi colocada uma peça com fundo fechado embaixo do conjunto de peneiras, com o objetivo de reter partículas menores do que 0,297 mm. A tabela com as especificações das peneiras padronizadas pela norma – 3310/1 está no apêndice.

De acordo com a metodologia de peneiramento via seca sugerida por Lopes (2009), as peneiras foram movimentadas por um agitador mecânico modelo Produtest^{®1} em intensidade máxima, durante o tempo de um minuto. O tempo utilizado, sugerido por Lopes (2009), foi determinado em função da homogeneidade de partículas nas peneiras, testando-as em diferentes tempos.

Como os alimentos utilizados neste trabalho continham baixo teor de umidade, não foi necessário proceder a sua pré-secagem antes do peneiramento. As amostras foram então parceladas em alíquotas variáveis de acordo com a origem do material. As amostras de alimento volumoso foram divididas em 10 alíquotas de 25 g, com o objetivo de permitir a livre movimentação das partículas dentro do equipamento. Para alimentos de origem concentrada, foram utilizadas 5 alíquotas de 50 g, já que estes eram mais densos.

Ao final da agitação o material retido em cada peneira foi pesado em balança digital de precisão, com duas casas decimais. O peso do material retido em cada peneira foi então expresso como percentual do peso total de amostra avaliada, enquanto o percentual de material fisicamente efetivo (fe) foi considerado o percentual do peso total retido em peneira de 1,19 mm e de aberturas maiores (4,76 e 2,38 mm).

¹ Telastem

A partir da caracterização granulométrica de cada um dos alimentos (Tabela 3), promoveu-se a caracterização das dietas experimentais (Tabela 4) obedecendo a proporção dos alimentos pré-estabelecidas.

Posteriormente à caracterização granulométrica das dietas oferecidas foram avaliados os perfis granulométricos das rações consumidas, mediante o uso do perfil granulométrico das sobras dos alimentos. Com o intuito de conhecer o material fisicamente efetivo consumido pelos animais, avaliou-se o percentual (em massa) acumulado em peneiras de abertura superior a 1,19 mm; também foi utilizada a medida de diâmetro geométrico médio de partículas para indicar a dimensão das mesmas, conforme metodologia (ASAE S319.4) sugerida pela American Society of Agricultural Engineers - ASAE (2008). A referida metodologia se baseia no cálculo do diâmetro geométrico médio utilizando informações sobre a área de superfície das partículas (obtida a partir do peneiramento com peneiras padronizadas de abertura conhecida) e da massa de partículas retidas em cada peneira.

Tabela 3 - Perfil granulométrico dos fenos picados em diferentes tamanhos de partícula e dos concentrados utilizados em dietas com níveis crescentes de fibra oriunda da forragem, em % do peso retido nas peneiras

Abertura da peneira (mm)	Tamanho de partícula do Feno de capim tifton (cm)			Concentrados			
	2	5	15	C1	C2	C3	C4
4,76	51	66	93	0	0	0	0
2,38	2	2	1	1	1	1	1
1,19	19	12	3	8	8	8	4
1,00	5	3	1	11	10	10	7
0,71	8	6	1	27	21	21	19
0,297	12	8	1	47	55	50	51
Fundo (<0,297)	3	2	0	7	6	10	18
Total	100	100	100	100	100	100	100
PA>1,19	72	80	97	9	9	9	5

TP= tamanho de partícula do feno (2, 5 e 15 cm); C1, C2, C3 e C4 = concentrados utilizados nas dietas com diferentes níveis de fibra oriundos da forragem, respectivamente 34, 41,49 e 57% FDNf; PA>1,19 = percentual acumulado do peso retido em peneiras de 4,76, 2,38 e 1,19 mm de abertura

Os fenos com TP de 2, 5 e 15 cm são caracterizados por conter respectivamente, cerca de 72, 80 e 97% de partículas fisicamente efetivas. Os concentrados apresentaram percentual de material fe muito semelhantes (média de 8,94%), com exceção do concentrado 4 (4,78%) que, por conter grande quantidade de minerais na sua composição, apresentou menor granulometria.

Tabela 4 – Perfil granulométrico das dietas com diferentes tamanhos de partícula de feno e níveis crescentes de FDNf, em %do total retido nas peneiras

Abertura de peneira (mm)	Nível de FDNf (%MS)			
	34 %	41%	49%	%57
Tamanho de Partícula - 2 cm				
4,76	30	37	44	51
2,38	1	2	2	2
1,19	11	11	12	13
1,00	8	7	7	6
0,71	17	13	11	10
0,297	28	27	20	15
Fundo	5	4	4	4
	100	100	100	100
PA >1,19	42	49	57	65
Tamanho de Partícula - 5 cm				
4,76	37	45	53	62
2,38	2	2	2	2
1,19	10	10	11	11
1,00	6	5	5	3
0,71	15	11	9	7
0,297	25	24	17	11
Fundo	4	3	4	3
	100	100	100	100
PA >1,19	49	57	66	75
Tamanho de Partícula - 15 cm				
4,76	52	63	75	87
2,38	1	1	1	1
1,19	5	5	4	3
1,00	5	4	3	1
0,71	12	7	5	2
0,297	21	19	10	4
Fundo	3	2	2	1
	100	100	100	100
PA >1,19	58	69	80	92

FDNf= percentual de fibra em detergente neutro oriunda da forragem na dieta;
PA>1,19 = percentual acumulado do peso retido em peneiras de 4,76, 2,38 e 1,19 mm de abertura

Baseados nos resultados obtidos por Lopes (2009), considerou-se no presente experimento que a concentração em nutrientes do material retido entre as peneiras manteve-se inalterada, ou seja, a partição física não seria suficiente para alterar a distribuição das entidades nutricionais no material estudado. Desta maneira, análises

de fibra e outros componentes foram feitas a partir das amostras obtidas com o material antes de se proceder ao estudo do perfil granulométrico.

- Coleta de dados

O período experimental compreendeu 96 dias, dos quais, 16 dias foram utilizados para promover a adaptação dos animais às baias e 80 dias para a coleta de dados.

O acesso às dietas e a água foi à vontade e o consumo voluntário calculado pela diferença entre as quantidades de alimento oferecido e as sobras. Para tanto, as sobras foram ajustadas, a cada dois dias, para corresponderem a 10% do total oferecido. Para análise do real material ingerido, foram realizadas coletas de sobras periodicamente a cada 10 dias, durante todo o período experimental. Posteriormente, a sobra de todo o experimento foi homogeneizada e 10% do total foi cuidadosamente amostrada, para que o perfil de partículas das sobras fosse mantido. Tais amostras foram conservadas a -20°C para se proceder as análises laboratoriais.

A preparação das amostras de alimentos e sobras destinadas às análises laboratoriais foi feita secando-as a 55°C em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, seguida de fragmentação das partículas com moinho tipo Willey com peneiras de malha de 1 mm e acondicionamento à temperatura ambiente, em frascos de vidro. Para a obtenção da composição química dos alimentos oferecidos aos animais e das respectivas sobras, determinou-se as concentrações de: matéria seca (MS) conforme procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002) e fibra em detergente neutro (FDN), segundo Van Soest et al. (1991).

- Avaliação do comportamento ingestivo

Para a precisa avaliação da influência do tamanho de partícula em níveis de FDN oriunda da forragem sobre o comportamento animal, na metade do período experimental foi instalado um sistema de monitoramento com câmeras filmadoras ligadas a um software de computador (Geovision, Modelo GV800®) para a gravação de 48 horas ininterruptas do comportamento animal (dois animais por câmera).

Foram observadas e contabilizadas, em minutos por dia, as imagens de vídeo dos animais realizando as seguintes ações: em pé ou deitada; comendo, ruminando, bebendo água ou em ócio; atividade mastigatória total, obtida pelo somatório das

condições, comendo e ruminando. Além destas medições também foi contabilizado o número de refeições, por dia, realizadas pelos animais.

Para eliminar a interferência da quantidade de material consumido pelos animais (MS e FDN) na avaliação do tempo em mastigação, foram mensurados as eficiências de ingestão, ruminação e atividade mastigatória total por kg de MS e FDN consumidos, expressos em min.kg MS^{-1} e min.kg FDN^{-1} .

- Estimativa do conteúdo do trato gastrointestinal

Posteriormente à caracterização granulométrica das dietas oferecidas e das rações consumidas, foi caracterizado o perfil granulométrico via úmida dos conteúdos do trato gastrointestinal (ruminal, omasal, e abomasal) e das fezes dos animais submetidos as diferentes combinações experimentais. Tal avaliação dimensional dos conteúdos do trato gastrointestinal, a exemplo de como foi feito com as dietas experimentais e da ração consumida pelos animais, foi realizada através do percentual em massa acumulado em peneiras de abertura superior a 1,19 mm; e através do diâmetro geométrico médio de partículas, conforme metodologia sugerida pelo ASAE (2008).

Para a obtenção do material contido nos diferentes compartimentos do trato gastrointestinal, foi necessário proceder ao abate dos animais ao final do experimento.

Os quatro animais pertencentes à mesma combinação de fatores (mesmo tamanho de partícula e nível de FDN da forragem) foram abatidos em dois horários diferentes: duas horas após os horários de fornecimento dos alimentos, às 10h e às 18h30min, horário esse, em que se acredita ter o maior enchimento ruminal no animal e não haver influência da ruminação sobre as partículas recém-ingeridas.

Após o abate e evisceração dos animais, o trato gastrointestinal (TGI) foi removido e todas as junções entre os compartimentos foram amarradas para a separação e pesagem dos compartimentos cheios e vazios, e assim, obter a massa dos conteúdos. As secções feitas entre os compartimentos foram: rúmen-retículo e omaso; omaso e abomaso; abomaso e intestino delgado; intestino delgado e intestino grosso. As digestas de cada compartimento e as fezes (retiradas da ampola retal do animal) foram individualmente homogeneizadas, amostradas e finalmente armazenadas em congelador a -20°C , para posterior análise.

Foi realizado o peneiramento via úmida dos conteúdos de rúmen, omaso, abomaso, intestino delgado e material fecal para a obtenção do perfil granulométrico

dos mesmos, com base na metodologia sugerida por Woodford e Murphy (1988), com algumas modificações. Para tanto, foram utilizadas as mesmas peneiras do peneiramento via seca dos alimentos e sobras (4,76, 2,38, 1,19, 1,00, 0,71 e 0,297 mm), com exceção da peneira de 0,074 mm, que foi adicionada com o intuito de reduzir a perda de material particulado, substituindo o “fundo” do peneiramento via seca.

As amostras, em média 300 gramas, obtidas em cada um dos compartimentos do trato gastrointestinal foram individualmente submetidas ao seguinte procedimento de peneiramento: depois de homogeneizadas em 10 litro de água, o conteúdo era transferido para outro recipiente, passando pelas duas primeiras peneiras de maior abertura (4,76 e 2,38 mm), sendo estas reservas. O conteúdo que não foi retido nas duas peneiras, foi novamente homogeneizado e transferido para outro recipiente passando pelas duas peneiras subsequentes (1,19 e 1,00 mm), sendo estas também reservadas. O mesmo procedimento foi realizado até que o conteúdo fosse passado pela última peneira de menor diâmetro (0,074 mm). O peneiramento realizado em cada par de peneiras foi realizado duas vezes para evitar que partículas pequenas ficassem retidas em peneiras de grande abertura. Ao final, a água, que visualmente não continha mais partículas, era passada novamente pelas peneiras. É importante ressaltar que as amostras de fezes ficavam mergulhadas em 500ml de água por 3 horas para soltar as partículas, normalmente excretadas na forma de bolotas, e possibilitar o peneiramento das mesmas. A cada 15 minutos as mesmas eram homogeneizadas para acelerar o processo.

Depois de peneirados, os conteúdos retidos em cada uma das peneiras foram cuidadosamente transferidos para vasilhas de alumínio a fim de proceder a pré-secagem do material em estufa por 72 horas à 60°C. Posteriormente a secagem, as amostras foram pesadas e expressas em percentual da matéria seca com base na secagem de uma amostrado material integral.

Os resultados referentes ao tamanho de partícula foram expressos de três maneiras: percentual de partículas maiores do que 1,19mm; diâmetro geométrico médio de partículas e percentual de matéria seca acumulada.

Os dados das amostras peneiradas pelo procedimento via seca (alimentos e sobras) e daquelas peneiradas via úmida (conteúdo ruminal, omasal, abomasal e material fecal), foram analisados com base no percentual do total em massa retido nas peneiras, dando-se mais ênfase para o percentual acumulado até a peneira de 1,19

mm, tamanho mais próximo (disponível neste trabalho) ao teoricamente considerado máximo para passar pelo orifício retículo-omasal em ovinos e bovinos (1,18mm).

A partir do perfil granulométrico foram também obtidos dados de diâmetro geométrico médio das partículas oferecidas, ingeridas, dos conteúdos do trato gastrointestinal e das fezes, conforme metodologia sugerida pelo ASAE (2008).

Ao final, o percentual acumulado foi analisado para a observação do tamanho crítico de partículas passando pelo orifício retículo-omasal de cabras, segundo critérios utilizados por Poppi et al. (1980). Tais critérios indicam que a escolha do tamanho crítico para o escape de partículas do rúmen de 1,18 mm advém, principalmente, do percentual tolerado de partículas das fezes retidas em peneiras de abertura igual ou superior a 1,18 mm (máximo de 5% do total).

- Análise estatística

Foi adotada a estratégia de escalonamento das variáveis medidas no experimento em relação à massa corporal para se reduzir o efeito do tamanho sobre os seus comportamentos, permitindo desta maneira que comparações possam ser feitas independentes da massa ou tamanho animal. Segundo Brody (1945) e Kleiber (1975), a função potencial de escalonamento geral pode ser descrita como:

$$Y = \alpha X^{\beta} + \varepsilon, \quad (\text{Equação 1})$$

onde o valor de α é uma constante escalonada expressa como uma unidade de variável dependente por unidade de massa elevada a uma potência β . Os valores das variáveis observadas foram substituídas por Y, sendo os valores escalonados obtidos pelo quociente $\frac{y}{X^{\beta}}$ (Vieira et al., 2008b).

De acordo com Vieira et al. (2008 a b) o termo do erro (ε) é sujeito a uma pressuposição comum ou universal de normalidade e independência, com média zero e variância σ^2 . As variáveis medidas no presente experimento foram substituídas por Y, e a equação foi ajustada para cada variável atribuindo-se o valor da massa corporal ao eixo das abscissas X. As variáveis escalonadas foram obtidas pelo logaritmo natural do quociente Y/X^{β} .

As estimativas dos parâmetros, quando do uso da equação 1, foram realizadas utilizando-se um procedimento de regressão não linear robusta (PROC NLIN) e aplicando-se o método dos mínimos quadrados re-ponderado iterativamente, baseado no algoritmo de Marquardt como implementado no SAS (SAS Institute, Cary, NC,

USA). Para satisfazer o critério de robustez, uma estimativa inicial do desvio padrão (σ) e uma constante de ajuste (4,685) foram usadas (Beaton & Tukey, 1974).

No escalonamento das variáveis utilizadas para expressar tanto o consumo como o tempo de mastigação, com relação à massa animal (Tabela 5), verifica-se que os valores de β diferem da unidade para todas as variáveis medidas à exceção do consumo de fibra fisicamente efetiva.

Tabela 5 – Valores estimados de α e β relacionados a cada parâmetro estudado

Item	$\alpha \pm DP$	IC (95%)		$\beta \pm DP$	IC (95%)	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
CMS fe (g.d ⁻¹)	278±298	-323	878	0,31±0,27	-0,2456	0,8572
CFDN fe (g.d ⁻¹)	129±173	-221	478	0,32±0,34	-0,3719	1,0117
COM (min.kgMS ⁻¹)	4131±4254	-4431	12694	-0,73±0,26	-1,2663	-0,2017
COM (min.kgFDN ⁻¹)	12321±1064	-9096	33739	-0,87±0,22	-1,3133	-0,4187
RUM (min.kgMS ⁻¹)	2453±3433	-4459	9364	-0,50±0,36	-1,2211	0,2214
RUM (min.kgFDN ⁻¹)	9580±9076	-8690	27850	-0,71±0,24	-1,1980	-0,2187
AT MAST (min.kgMS ⁻¹)	6111±6841	-7660	19882	-0,60±0,29	-1,1790	-0,0238
AT MAST (min.kgFDN ⁻¹)	21289±1457	-8032	50611	-0,78±0,18	-1,1317	-0,4237

DP= desvio padrão do parâmetro; IC= intervalo de confiança; CMS fe = consumo de matéria seca fisicamente efetiva; CFDN fe = consumo de fibra em detergente neutro fisicamente efetivo; COM = eficiência na ingestão; RUM = eficiência na ruminação; AT MAST = eficiência na atividade mastigatória total.

Satisfeitos os critérios para avaliação do efeito de massa corporal animal sobre as variáveis, os dados obtidos (escalonados ou não) foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 1999), utilizando-se o procedimento PROC MIXED para avaliação dos efeitos e obtenção dos coeficientes de regressão. O procedimento PROC GLM foi utilizado para obtenção dos coeficientes de variação e R^2 .

Resultados

O aumento no tamanho da partícula oferecida promoveu efeito linear crescente ($P<0,01$) no consumo de matéria seca fisicamente efetiva, em $\ln(\text{g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1})$ e percentual da massa animal, cujos valores originais variaram de 819 a 1070 g.d^{-1} e 1,59 a 2,21 %M, respectivamente.

O tamanho de partícula bem como o nível de fibra da forragem alteraram o consumo de fibra fisicamente efetiva, em $\ln(\text{g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1})$ e percentual da massa animal, apresentando efeito linear crescente com o aumento de ambas variáveis independentes (Tabela 6). O consumo de fibra fisicamente efetiva, em percentual da

massa animal, dos animais recebendo a dieta com menor tamanho de partícula e nível de FDNf foi de 0,55 %M, e dos animais recebendo a dieta com maior tamanho de partícula e nível de FDNf foi de 1,32 %M.

Tabela 6–Consumo de matéria seca e fibra fisicamente efetivos em função do tamanho de partícula e nível de FDNf da dieta

Item	Equação estimada	R ²	CV (%)
⁽¹⁾ CMS fe ln(g.kg ⁻¹ .d ⁻¹)	Y = 5,4210 + 0,0218 TP**	0,79	5,15
CMS fe (%M)	Y = 1,499 + 0,0471 TP**	0,84	28,24
⁽²⁾ CFDN fe ln(g.kg ⁻¹ .d ⁻¹)	Y = 3,5852 + 0,0236 FDNf ****+ 0,0197 TP**	0,96	6,09
CFDN fe (%M)	Y = -0,2271+0,0215 FDNf****+0,0215TP**	0,95	30,8

ln = logaritmo natural da variável escalonada expressa em g.kg⁻¹.d⁻¹

% M = percentual da massa corporal animal

⁽¹⁾ Dados analisados para ln da variável escalonada, considerando-se o valor de $\beta = 0,31$

⁽²⁾ Dados analisados para ln da variável escalonada, considerando-se o valor de $\beta = 0,32$

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,0001

Na tabela 7 são apresentados os dados sobre comportamento de cabras leiteiras em lactação em função do tamanho de partícula e nível de FDNf na dieta.

Tabela 7– Comportamento ingestivo de cabras em lactação em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta

Item	Equação estimada	R ²	CV (%)
BH ₂ O (min.d ⁻¹)	Y = 3,708	--	80,98
NR (.d ⁻¹)	Y = 6,145	--	39,09
COM (min.d ⁻¹)	Y = 251,03 + 4,27 TP*	0,35	27,91
RUM (min.d ⁻¹)	Y = 254,71 + 3,417 FDNf*	0,47	26,74
AM (min.d ⁻¹)	Y = 451,51 + 5,3 FDNf*	0,55	24,43
ÓCIO (min.d ⁻¹)	Y = 987,68 - 5,369 FDNf*	0,55	22,82
⁽¹⁾ COM ln MS	Y = 6,895 + 0,0242 FDNf ****+ 0,1035 TP - 0,0056 TP ² *	0,79	3,17
⁽²⁾ RUM ln MS	Y=2,98+0,1873 FDNf -0,0018 FDNf ² *	0,80	4,63
⁽³⁾ AM ln MS	Y=4,61+0,1574 FDNf-0,00145 FDNf ² *	0,84	3,24
⁽⁴⁾ COM ln FDN	FDNf x TP*	--	2,50
⁽⁵⁾ RUM ln FDN	Y = 9,136	--	2,74
⁽⁶⁾ AM ln FDN	FDNf x TP*	--	1,95

BH₂O = bebendo água; NR = número de refeições; Com = comendo; Rum= ruminando; AM= atividade mastigatória; FDNf x TP = interação entre os fatores estudados; ln MS= logaritmo natural da variável escalonada expressa em min.kgMS⁻¹.kg⁻¹; ln FDN= logaritmo natural da variável escalonada expressa em min.kgFDN⁻¹.kg⁻¹; ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ ⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Dados analisados para ln da variável escalonada, considerando-se respectivamente os valores de $\beta = -0,73; -0,50; -0,60; -0,87; -0,71; -0,78$; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,0001.

O tempo gasto durante a ingestão de água, bem como o número de refeições por dia não foram influenciados pelos fatores testados.

Na análise do tempo gasto na ingestão das dietas, expresso em minutos por dia, foi verificado efeito linear crescente ($P < 0,05$) do tamanho de partícula da forragem. Em contrapartida, o tempo gasto em ruminação foi influenciado apenas pelo nível de FDN da forragem, apresentando também efeito linear crescente ($P < 0,05$). A atividade mastigatória total apresentou efeito linear crescente em função do nível de fibra da forragem (Tabela 7 e Figura 1).

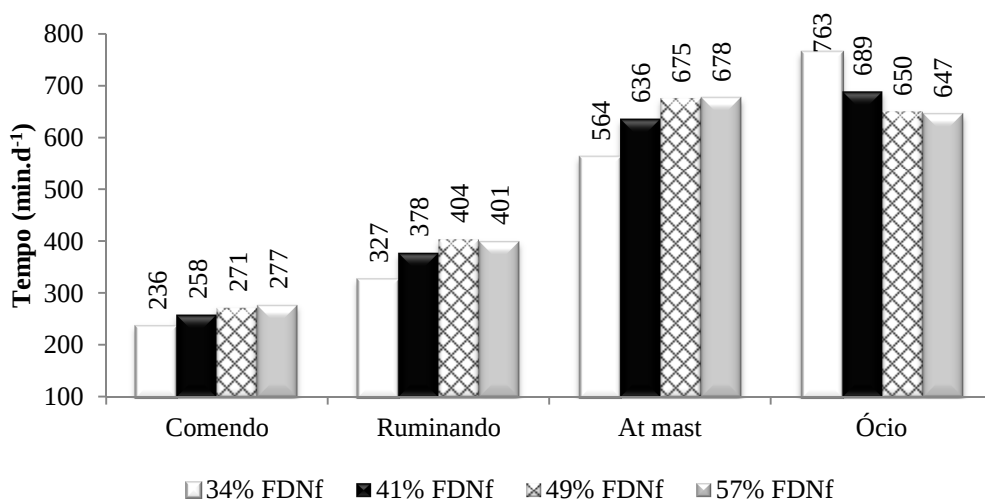


Figura 1 – Comportamento ingestivo de cabras em lactação em função de diferentes níveis de FDNf na dieta.

Deve-se observar que o tempo gasto na ingestão de alimentos, em min.d^{-1} , apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) apenas em resposta ao aumento no tamanho de partícula, porém nota-se numericamente na figura acima o aumento no tempo de ingestão, também em função de níveis crescentes de FDNf.

Na tentativa de eliminar diferenças entre as quantidades de matéria seca e FDN ingeridas pelos animais, foram calculados os tempos gastos na ingestão de alimentos, na ruminação e na atividade mastigatória total, em $\ln (\text{min.kgMS}^{-1}.\text{kg}^{-1})$ e $\ln (\text{min.kgFDN}^{-1}.\text{kg}^{-1})$ (Tabela 7). Analisando o tempo gasto na ingestão de alimentos, expressos em $\ln (\text{min.kgMS}^{-1}.\text{kg}^{-1})$, foram verificados tanto o efeito linear crescente em função do aumento nos níveis de FDNf na dieta, quanto o efeito quadrático em função do tamanho de partícula. No entanto, não foi verificado efeito interativo entre os fatores. Com relação ao tempo gasto na ruminação e na atividade mastigatória total, expressos em $\ln (\text{min.kg MS}^{-1}.\text{kg}^{-1})$, ambos apresentaram efeitos quadráticos em função do nível de FDNf na dieta.

Verificou-se efeito interativo do tamanho de partícula com o nível de fibra oriunda da forragem na dieta ($P < 0,05$) sobre o tempo gasto na ingestão de alimentos

(Tabela 7 e Figura 2) e na atividade mastigatória total (Tabela 7 e Figura 3), em $\ln$ ($\text{min.kgFDN}^{-1}.\text{kg}^{-1}$). Não houve efeito sobre o tempo gasto na ruminação, em $\ln$ ($\text{min.kgFDN}^{-1}.\text{kg}^{-1}$).

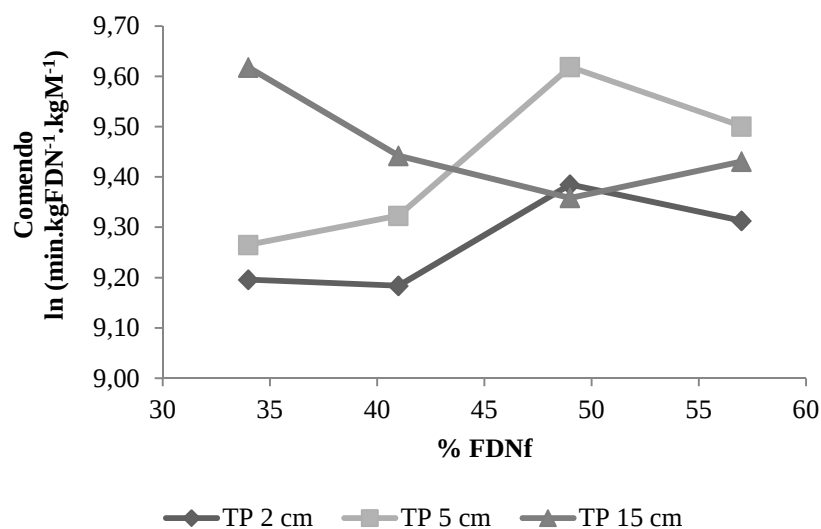


Figura 2 – Tempo gasto na ingestão de dietas com diferentes tamanhos de partícula, em $\ln(\text{min.kgFDN}^{-1}.\text{kg}^{-1})$, em função do nível de fibra da forragem na dieta.

Em níveis mais baixos de FDNf na dieta, maior é o tempo gasto na ingestão de partículas de tamanho grande (15 cm), provavelmente em função da necessidade de reduzir o material em maior extensão. Quando ocorre o aumento do nível de FDNf, as partículas pequenas (2 cm) e médias (5 cm) necessitam de maior tempo para serem ingeridas, provavelmente devido a menor possibilidade de seleção sobre tais tamanhos de partículas, e a maior participação de componentes estruturais da parede celular vegetal, exigindo assim maior tempo de ingestão. Como existe a maior possibilidade de selecionar partes mais digestíveis em partículas grandes, é possível que mesmo fornecidas em maiores níveis de FDNf, tais alimentos exijam menor tempo de ingestão.

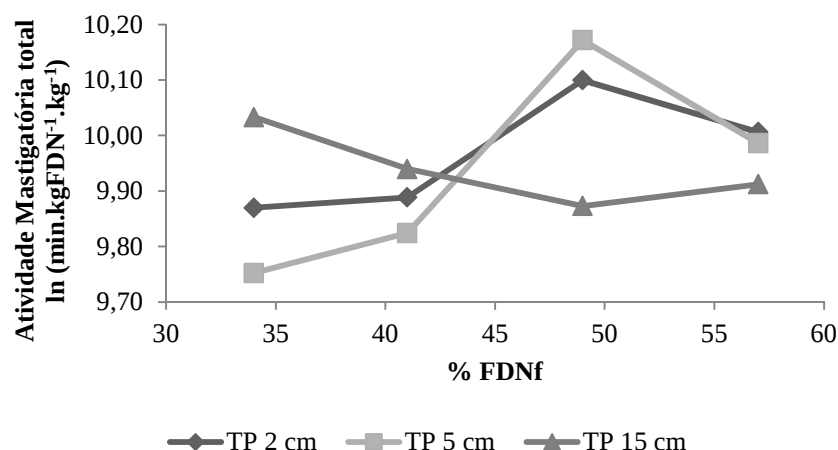


Figura 3 – Tempo despendido na atividade mastigatória total, $\ln(\text{min.kgFDN}^{-1}.\text{kg}^{-1})$, em função do nível de fibra da forragem.

Como a atividade mastigatória representa o somatório do tempo em ingestão e em ruminação é possível observar a interação dos fatores na atividade mastigatória, $\ln(\text{min.kgFDN}^{-1}.\text{kg}^{-1})$, à semelhança da interação apresentada pelo tempo gasto na ingestão de alimentos, em $\ln(\text{min.kgFDN}^{-1}.\text{kg}^{-1})$. No entanto, deve-se observar que o comportamento da curva que representa as partículas grandes (15 cm), parece inalterado quando adicionado o efeito do tempo em ruminação ao de ingestão, provavelmente comprovando que o maior consumo de componentes não-estruturais não apresenta a necessidade de extensiva ruminação. Mediante a tais observações é possível que animais cuja ração apresenta tamanhos maiores de partículas de feno de boa qualidade em níveis mais elevados de FDNf, são mais eficientes quanto ao tempo gasto na mastigação por kg de FDN consumido.

Os percentuais de partículas retidas em peneiras com abertura de até 1,19mm, do material fornecido e ingerido, dos diferentes conteúdos do trato gastrintestinal e do material fecal dos animais, de acordo com a variação nos tamanhos de partícula em níveis de FDNf da dieta, são apresentados na Figura 4.

Comparando-se os percentuais de partículas retidas em peneiras com aberturas iguais ou maiores a 1,19mm do material fornecido e do material consumido é possível notar que em geral, os animais apresentam um consumo de partículas fisicamente efetiva ligeiramente superior a aquelas oferecidas na ração.

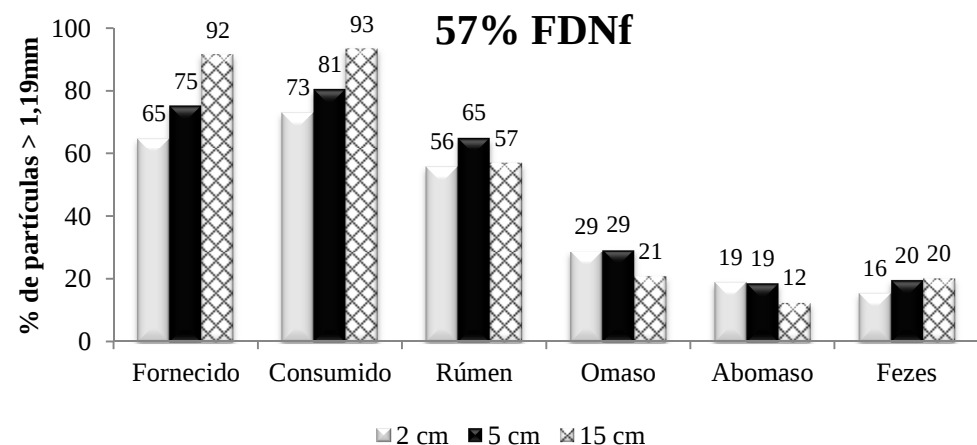
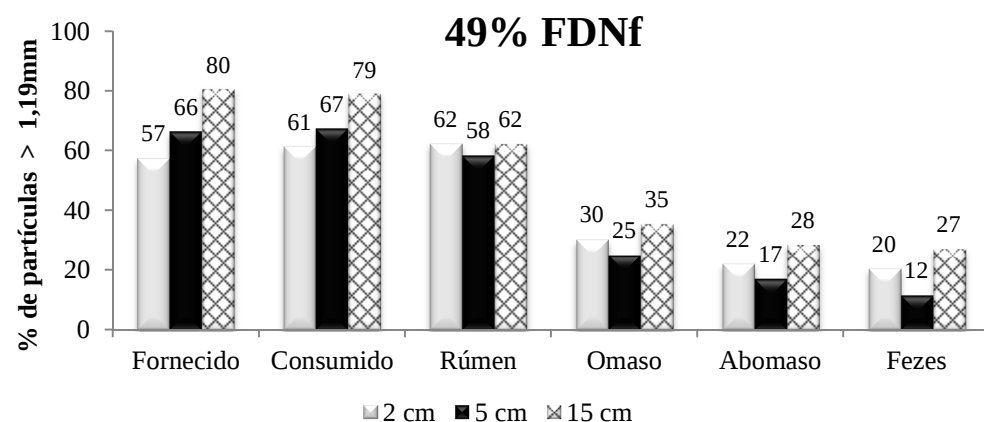
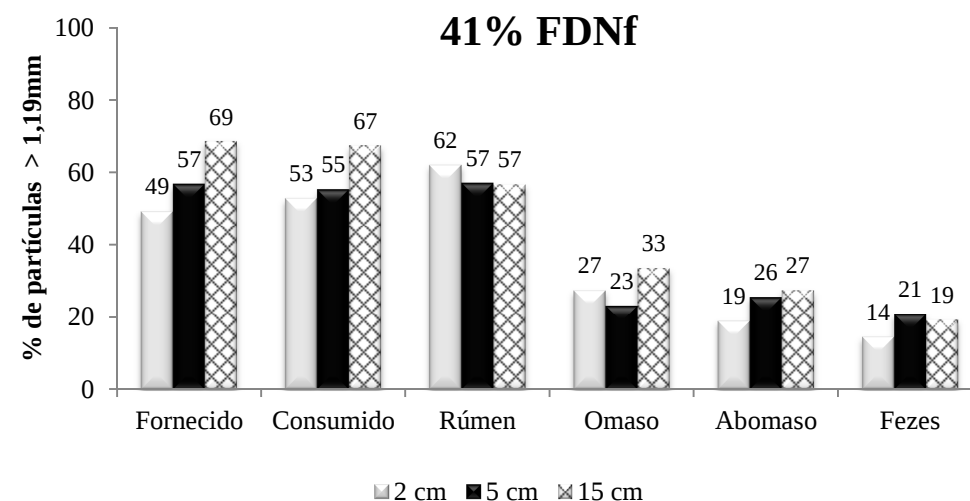
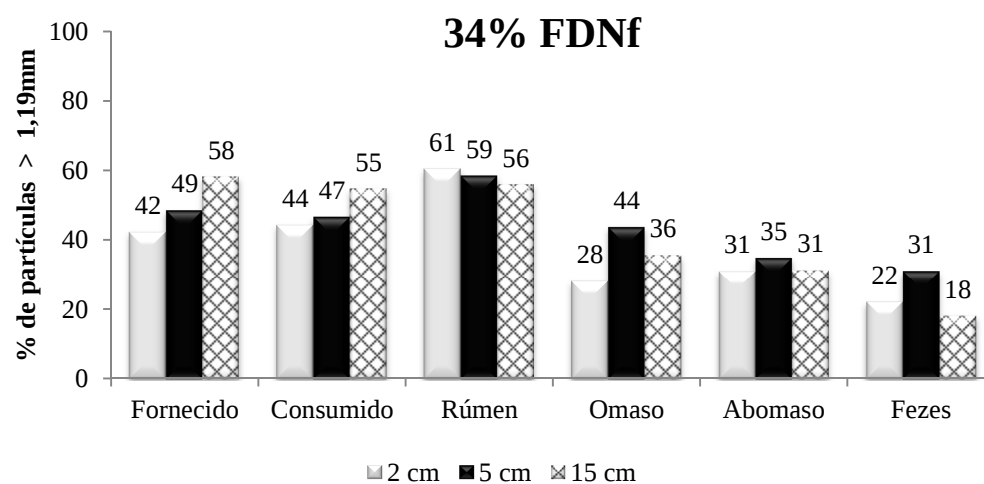


Figura4-Percentual de partículas retidas em peneiras de até 1,19mm de abertura da dieta oferecida, da ração consumida, dos conteúdos ruminais, omasais, abomasais e das fezes, em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta.

Foi verificado efeito interativo entre tamanho de partícula e nível de FDNf sobre o percentual de partículas fisicamente efetivas consumidas (Figura 5) muito similar as partículas fornecidas (Figura 6), indicando que a baixa seleção de partículas fisicamente efetivas pelos animais.

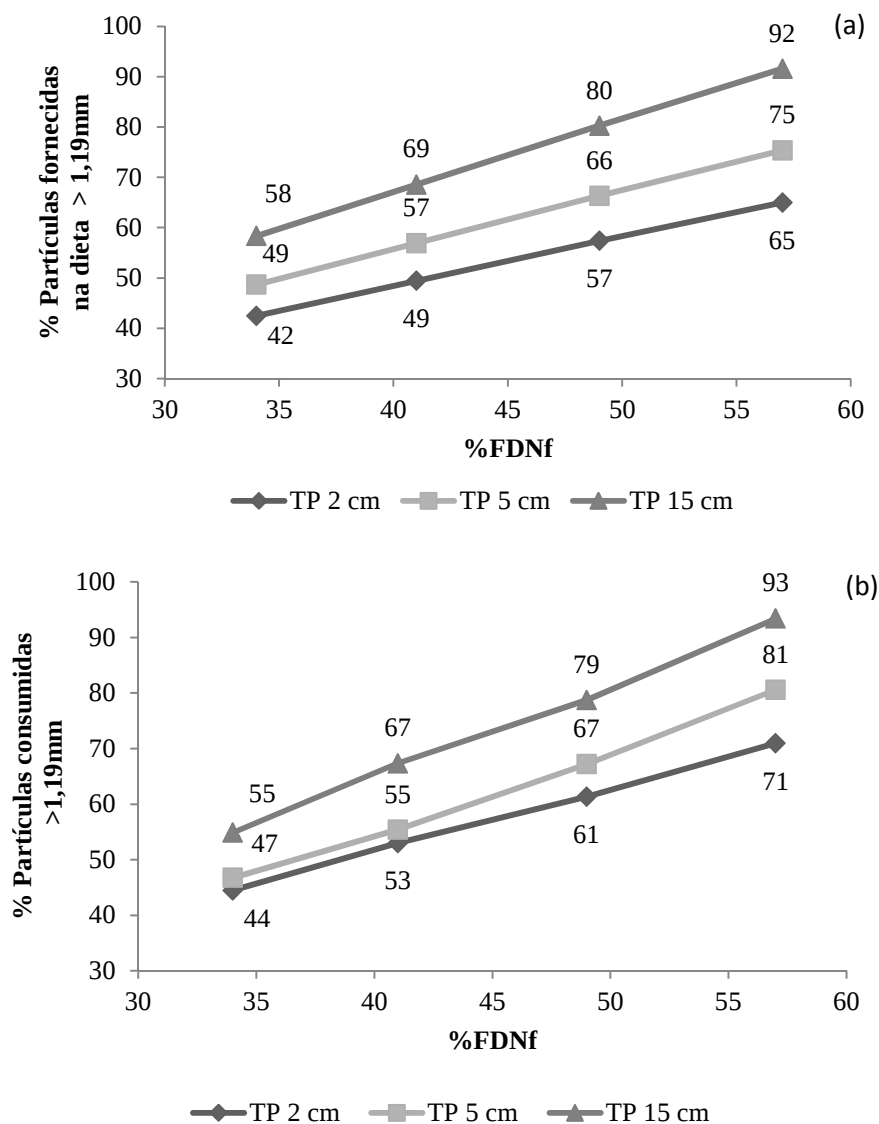


Figura 5 – Percentual de partículas fornecidas (a) e consumidas (b) retidas em peneiras com abertura acima de 1,19 mm, em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta.

Ao se comparar as duas figuras é possível observar a semelhança entre o material oferecido e o consumido, indicando baixa seleção por partículas retidas em peneiras maiores do que 1,19mm.

O percentual de partículas fisicamente efetivas no rúmen não apresentou qualquer efeito ($P>0,05$) em função do tamanho de partícula ou do nível de FDNf na

dieta. Tal fato é muito interessante, pois animais recebendo dietas com diferentes combinações entre tamanhos de partícula e níveis de FDNf, cujo percentual de partículas fisicamente efetivas variou de 44 a 93%, não foram influenciados quanto ao percentual de partículas fisicamente efetivas no rúmen, apresentando valor médio de 59,3%. É possível que a maior extensão na mastigação de partículas grandes durante a ingestão de alimentos tenha proporcionado a redução das mesmas a tamanhos semelhantes aos menores tamanhos de partículas ingeridas.

Houve interação ($P < 0,05$) entre tamanho de partícula e nível de FDNf da forragem sobre o percentual de partículas maiores que 1,19 mm no omaso (Figura 6).

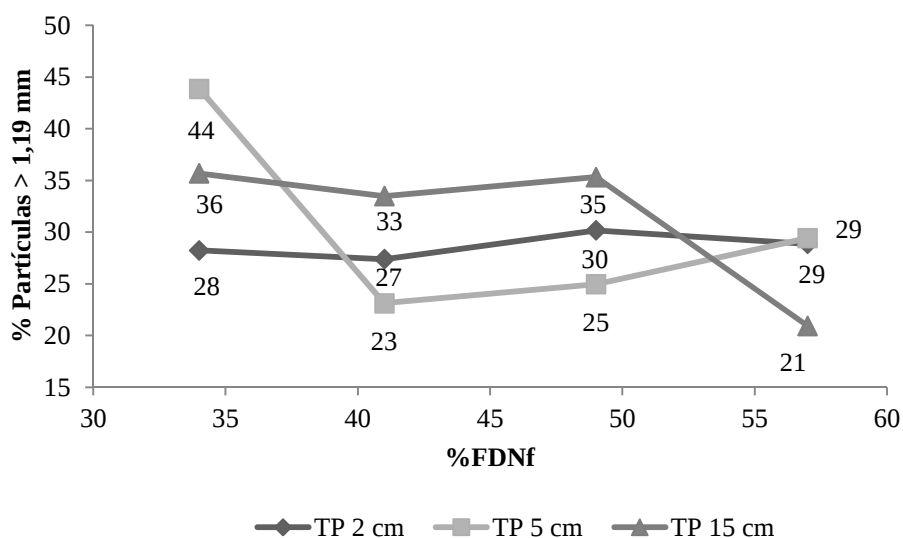


Figura 6 – Percentual de partículas maiores do que 1,19 mm no omaso de animais recebendo dietas com diferentes tamanhos de partícula e níveis de fibra da forragem.

Nota-se que animais consumindo tamanhos de partículas de 2 cm apresentaram pequena variação no percentual (média de 29%) de partículas no omaso maiores do que 1,19 mm, mediante os diferentes níveis de FDNf na dieta. Já os animais consumindo as dietas com partículas de 5 cm apresentaram elevado percentual de partículas fisicamente efetivas no nível mais baixo de FDNf, sofrendo brusca queda entre os níveis de 34 e 41 %FDNf e posteriormente tendendo a aumentar junto com o aumento dos níveis de FDNf subsequentes. Os animais recebendo tamanho de partículas de 15 cm apresentaram percentual semelhante nos três primeiros níveis de FDNf, reduzindo bruscamente o percentual de partículas fisicamente efetivas no último nível de FDNf.

Foi verificado efeito linear decrescente ($P < 0,01$), $Y = 52,36 - 0,628 \text{ FDNf}$, no percentual de partículas maiores que 1,19 mm no abomaso em função do aumento do

nível de fibra oriundo da forragem na dieta. O percentual de partículas retidas em peneiras de até 1,19 mm de abertura nas fezes não foi influenciado pelos fatores estudados, apresentando valor médio de 20%.

Na figura 7 são apresentados os diâmetros geométricos médios (DGM), em milímetros, das partículas das dietas oferecidas, das rações consumidas, dos conteúdos ruminais, omasais, abomasais e das fezes em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta.

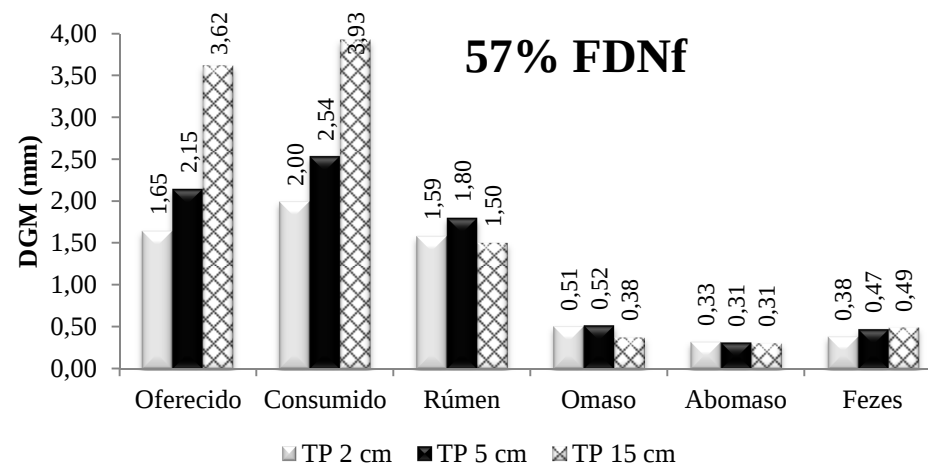
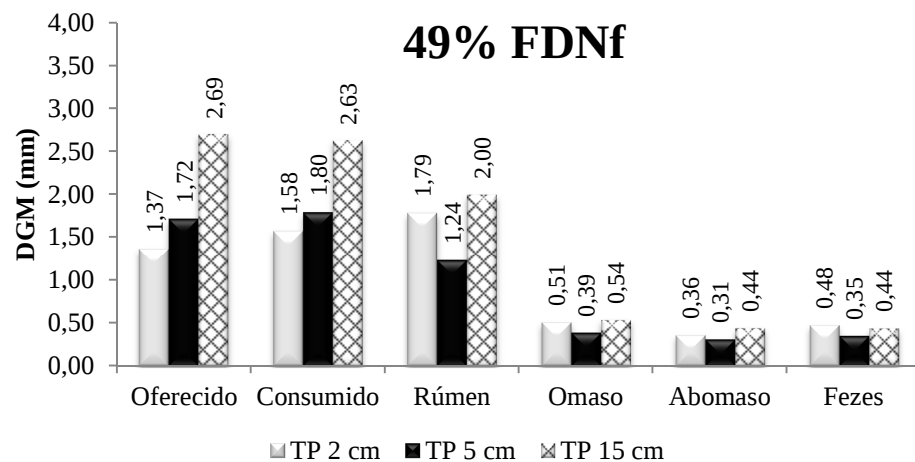
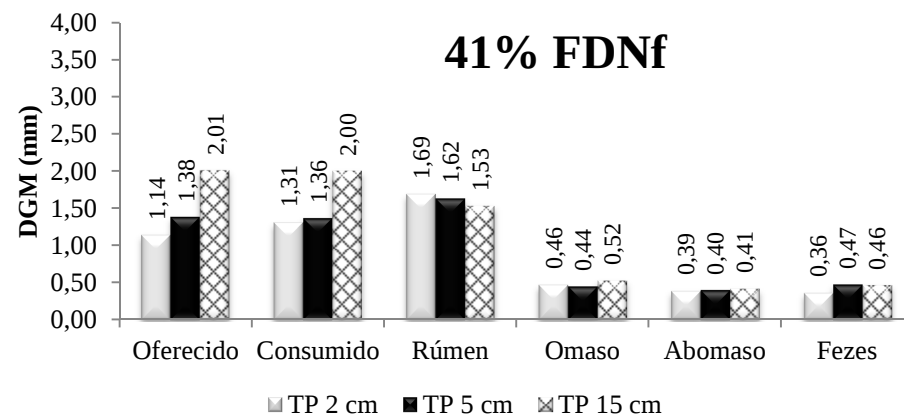
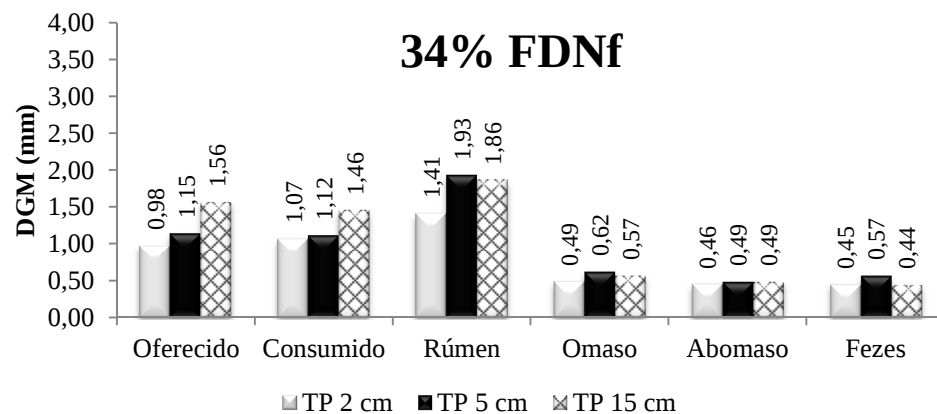


Figura 7 – Diâmetro geométrico médio (DGM) de partículas nas dietas oferecidas, nas rações consumidas, nos conteúdos ruminiais, omasais, abomasais e nas fezes em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta.

De maneira similar ao ocorrido na avaliação do percentual de partículas retidas em peneiras acima de 1,19mm, verificou-se que o diâmetro geométrico médio das partículas consumidas foi influenciado ($P<0,0001$) pela interação entre o tamanho de partícula e o nível de fibra da forragem e apresentou comportamento muito semelhante ao DGM das partículas fornecidas (Figura 8).

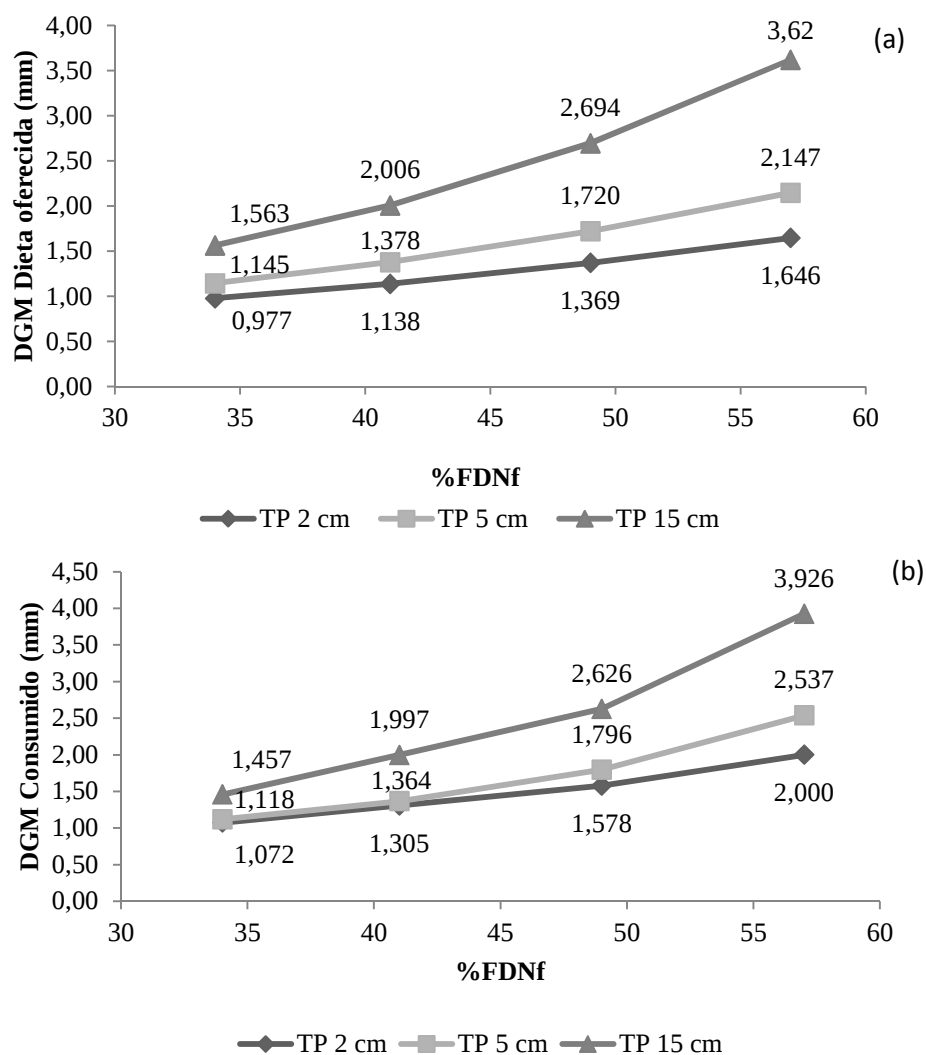


Figura 8– Diâmetro geométrico médio de partículas fornecidas (a) e consumidas (b) em função do tamanho e nível de fibra da forragem da dieta.

É possível notar que o diâmetro geométrico médio das partículas consumidas pelos animais foi muito semelhante àquele oferecido, com exceção dos animais que consumindo o menor tamanho de partícula, apresentaram elevados DGM das partículas consumidas em qualquer um dos níveis de FDNf avaliados.

Não houve efeito dos fatores estudados sobre o DGM das partículas no rúmen. Já no omaso, observou-se interação significativa ($P<0,05$) entre tamanho de

partícula e nível de fibra da forragem sobre o DGM das partículas (Figura 10). Ambos compartimentos apresentaram comportamentos semelhantes aos observados na avaliação do percentual de partículas fisicamente efetivas, anteriormente descritas.

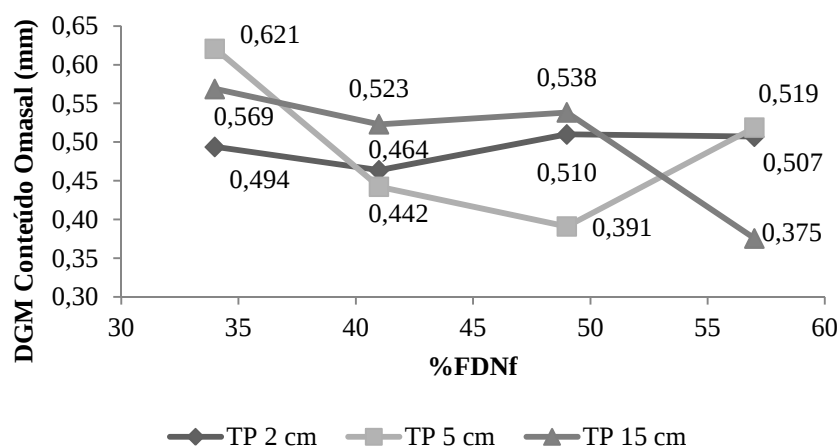


Figura 9 – Diâmetro geométrico médio de partículas no omaso em função do tamanho de partícula e nível de FDNf.

Foi observado efeito linear decrescente no DGM das partículas no compartimento abomasal ($P < 0,0001$), variando de 0,464 a 0,312 mm, representado pela equação $Y = 0,688 - 0,0066 \text{ FDNf}$. O diâmetro geométrico médio das partículas contidas nas fezes não foi influenciado pelos fatores estudados, apresentando valor médio de 0,447 mm.

O percentual acumulado de partículas retidas nas peneiras, da ração consumida pelos animais, dos conteúdos ruminal e abomasal e das fezes em diferentes tamanhos de partícula na dieta, são apresentados na Figura 10.

Nota-se entre os três quadros que, quanto maior o tamanho da partícula testada, mais as linhas representadas pelo material consumido e o conteúdo ruminal se afastam, indicando o grande trabalho de fragmentação das partículas de tamanhos maiores durante a ingestão. Já as linhas representadas pelo abomaso e fezes, mostram como é pequena a variação no perfil granulométrico dos conteúdos depois de passarem pelo orifício retículo-omasal, até sua excreção.

É possível verificar na Figura 10 que cerca de 5% da matéria seca particulada do conteúdo omasal e das fezes ficou retido nas duas primeiras peneiras, indicando que para as cabras em lactação, o tamanho crítico de partículas passando para o omaso parece ser de 2,38 mm.

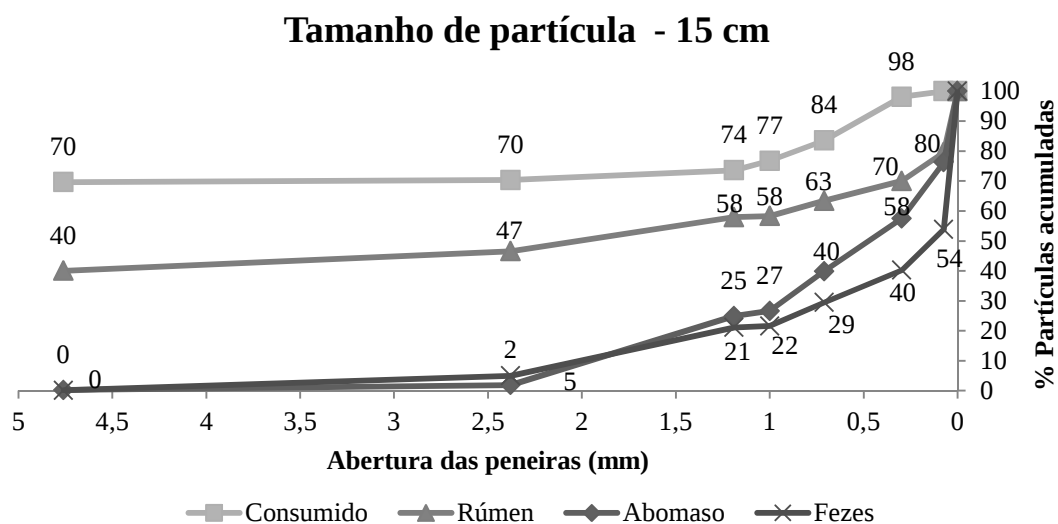
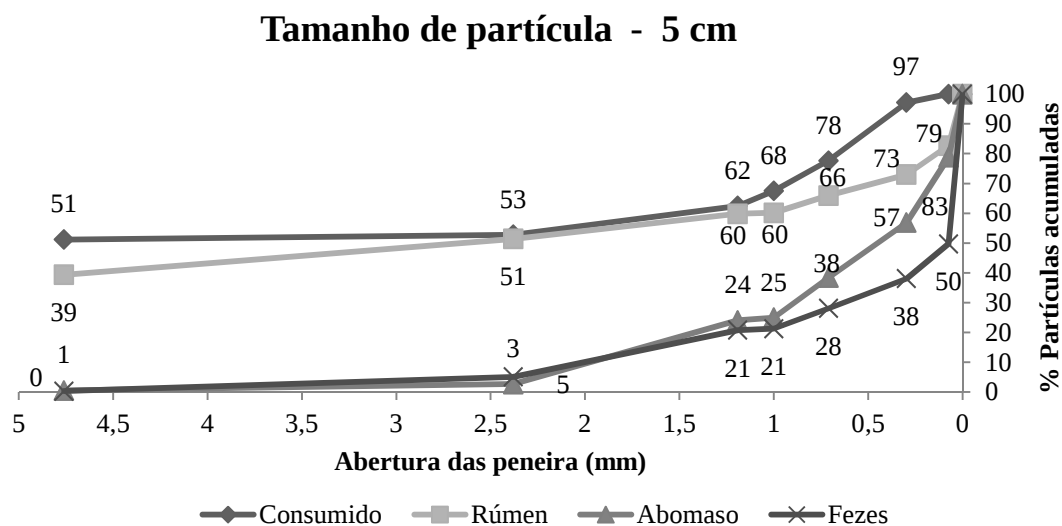
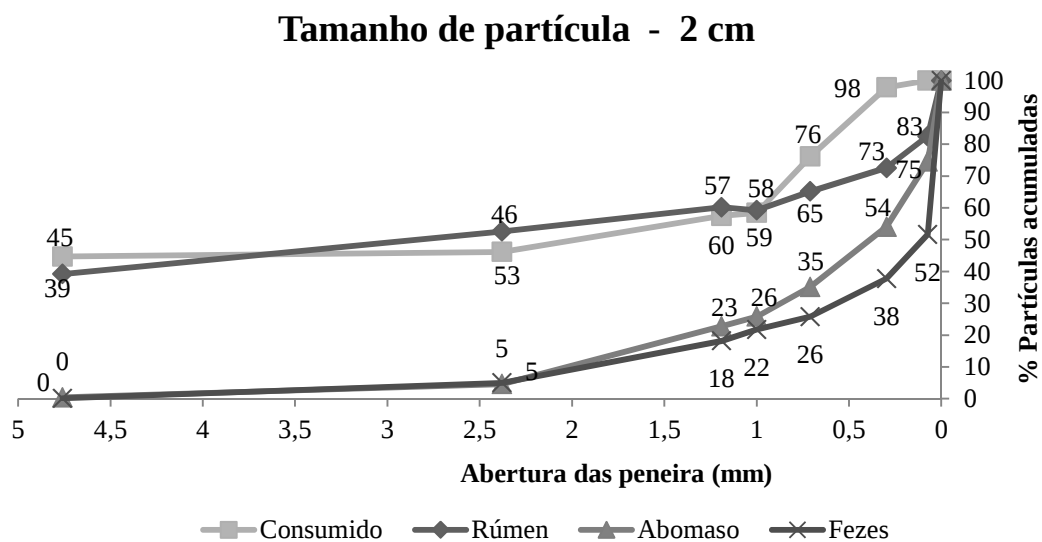


Figura10 – Percentual acumulado de partículas da ração consumida, do conteúdo ruminal, do conteúdo abomasal e das fezes em peneiras de diferentes aberturas.

Discussão

No presente experimento, o elevado tempo gasto na ingestão de alimentos, em função do aumento no tamanho de partícula (variando de 260 a 315 min.dia⁻¹), nos faz supor que, em fenos de boa qualidade, onde a concentração de constituintes da parede celular é reduzida, o maior tempo gasto no consumo de alimentos está em função, principalmente da necessidade de fragmentação das partículas. Branco (2005), trabalhando com forragem de boa qualidade (semelhante a do presente experimento) e diferentes níveis de fibra de forragem, não verificou efeito de nível de FDNf sobre o tempo gasto na ingestão de alimentos pelos animais, já que as partículas da fonte forrageira fornecida nos diferentes níveis de fibra apresentavam o mesmo tamanho. Lu (1987) trabalhando com cabras leiteiras em lactação recebendo feno com menor tamanho de partícula (2,38 mm) gastaram 188 a 219 min/dia na ingestão de alimentos e 294 – 364 min/dia na ruminação. E quando foi fornecido o feno com maior tamanho de partícula (3,87 mm), o tempo em ingestão variou de 207-245 min/dia, e o tempo em ruminação variou de 380 – 459 min/dia. Porém, neste trabalho apenas foram verificadas diferenças significativas no tempo em ruminação e em atividade mastigatória total.

Na Figura 1 foi possível verificar que o aumento nos níveis de fibra da forragem na dieta tendeu a influenciar o aumento do tempo na ingestão de alimentos, sugerindo que as propriedades físicas da fibra podem influenciar na facilidade ou dificuldade de fragmentar partículas fibrosas em tamanhos menores (Van Soest, 1994).

Van Soest (1994) afirma que existe relação direta entre o consumo de parede celular e a ruminação, de maneira que a facilidade de ruminação de um alimento é propriedade da sua composição, em particular, do seu conteúdo de parede celular. Tal fato sustenta a resposta obtida no presente experimento onde apenas o aumento no nível de fibra da forragem na dieta, cuja variação da relação volumoso:concentrado foi de 56:44 para 93:7, influenciou significativamente o tempo gasto na ruminação, variando de 327 a 401 min/dia. Welch e Smith (1970) também verificaram que quando forragens de baixa qualidade ou quando maiores teores de fibra foram consumidos por ovelhas e vacas, maiores foram os tempos em ruminação. Kavas (1991), por sua vez, verificou aumento tanto no tempo em

ingestão, de 188 para 207 min/dia, quanto em ruminação, de 299 para 363 min/dia, quando a relação volumoso:concentrado aumentou de 44:55 para 75:25.

O fato de a atividade mastigatória total, em minutos por dia, ter sido influenciada apenas pelo nível de fibra da forragem, pode ser explicado pela maior participação do tempo gasto em ruminação do que na ingestão de alimentos por dia, 59% vs 41%. Na obtenção dos dados de atividade mastigatória, os processos de mastigação na ingestão e na ruminação são somados e provavelmente isso influenciou na resposta de tempo em atividade mastigatória diária. Em estudo sobre o aumento do FDN fisicamente efetivo na dieta de cabras sobre a atividade mastigatória, Zhao et al. (2011) indicaram que o aumento no tempo total em mastigação foi principalmente afetado pela ruminação, com correlação positiva de 0,88 entre eles.

Deve-se observar também, que a relação entre o tempo em ingestão e em ruminação observada neste experimento (41:59), condiz com aquelas reportadas por trabalhos realizados com cabras: 37:63 (Lu, 1987), 38:62 (Kawas et al., 1991), 43:57 (Santini et al., 1991) e 46:54 (Santini et al., 1992). Abijaoudé (1999) ressalta em seu trabalho a maior precisão obtida com a análise do comportamento animal quando realizada através do monitoramento em tempo integral através de vídeo, aumentando a confiabilidade das informações obtidas em nosso trabalho.

Eliminando-se as diferenças na quantidade de matéria seca consumida entre os animais, ou seja, verificando a eficiência mastigatória por kg de matéria seca consumida, foi possível verificar que o nível de fibra da forragem também influencia no tempo gasto na ingestão de alimentos, complementando assim a discussão acima e demonstrando que ambos os fatores contribuem com o aumento no tempo em ingestão, quando não existem diferenças no consumo de matéria seca.

Efeitos quadráticos do nível de fibra da forragem sobre o tempo em ruminação e em atividade mastigatória total, expressos em minutos por kg de matéria seca, nos levam a sugerir que o tempo em ruminação aumenta com a maior ingestão de fibra. No entanto, pode-se observar que mesmo com níveis mais elevados de fibra, houve desaceleração no aumento do tempo gasto em ruminação, mostrando que provavelmente existe um limite de ruminação diário. Tal fato fica mais evidente quando observamos a ausência de efeito do nível de fibra da forragem sobre o tempo em ruminação, expresso em minutos por kg de FDN consumido. O valor médio obtido para tal resposta foi de 596 minutos por kg FDN, tempo muito próximo

daquele descrito como período máximo gasto pelos animais em ruminação por dia, cerca de 10 horas(Welch, 1982).

As interações entre tamanho de partícula e nível de fibra da forragem obtidas nas respostas de tempo em ingestão e em atividade mastigatória total, por kg FDN, podem indicar que em níveis baixos de fibra, o maior tempo gasto no consumo se deve a tentativa de reduzir os tamanhos grandes de partícula. Com o aumento dos níveis de fibra, maior é a concentração de componentes da parede celular e maior é o gasto de energia para consumir partículas de pequeno e médio tamanho, cuja seleção por partes mais digestíveis é difícil. Já com as partículas de maior tamanho, é possível observar que houve redução no tempo gasto no consumo em maiores níveis de fibra da forragem na dieta, sugerindo sobre sua maior eficiência na ingestão, provavelmente em virtude da seleção realizada pelos animais por partes mais digestíveis do feno com menor conteúdo de carboidratos fibrosos.

Pérez-Barbería e Gordon (1998) citam que uma das estratégias que mamíferos herbívoros adotam quando a eficiência mastigatória está diminuída, é a seleção de alimentos mais nutritivos, especialmente pelas cabras cuja classificação é de intermediária seleção. Os mesmos autores ainda citam que quando o tamanho do alimento está mais próximo do ideal para formar o bolo e ser engolido, este apresenta menor tempo para ser consumido, assim como observamos com os tamanhos pequeno e médio em níveis menores de FDNf em nosso trabalho.

Após terem sido verificadas as influências do tamanho de partícula e do nível de fibra da forragem sobre o comportamento ingestivo dos animais, nossa expectativa foi observar possível alteração no perfil granulométrico das digestas também em função das variáveis estudadas e concluir sobre a eficiência mastigatória dos animais.

No presente trabalho, utilizamos diferentes formas de se avaliar o efeito de tamanho da partícula em diferentes níveis de FDNf sobre o tamanho de partícula das digestas. O percentual de partículas maiores que 1,19 mm e o diâmetro geométrico médio das partículas, foram escolhidos por representarem bem o que aconteceria com as fração contendo partículas de maior tamanho dos alimentos e das digestas, bem como avaliar também a partícula em sua geometria média.No entanto, os mesmos efeitos foram observados em ambas variáveis.

O percentual de partículas maiores do que 1,19 mm e o diâmetro geométrico médio das partículas consumidas pelos animais foram muito semelhantes àqueles

oferecidos nas rações (veja Figura 5 e 6), indicando a baixa seleção por partículas maiores. A exceção para tal comportamento pôde ser observada no consumo de dietas com partícula de menor tamanho (2 cm), cujos percentual de partículas maiores que 1,19 mm e diâmetro geométrico médio, aproximaram-se daqueles consumidos em dietas com tamanho de partícula mediana (5 cm).Hadjigeorgiou et al. (2003), estudando a seleção de tamanhos de partícula de forrageiras por caprinos e ovinos, verificou que ambas espécies não apresentaram seleção por nenhum tamanho específico de partícula, 13,29, 7,26 ou 0,69 mm. No entanto vale ressaltar que em qualquer um dos reduzidos tamanhos de partícula utilizados pelos autores, a seleção por partes mais digestíveis seria difícil.

Observou-se que o tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta influenciaram os maiores consumos de fibra fisicamente efetiva, ao passo que apenas o tamanho de partícula foi responsável por aumentar o consumo de matéria seca fisicamente efetiva.No entanto, não foi verificado efeito dos fatores testados sobre o percentual de partículas maiores que 1,19 mm e o DGM de partículas presentes no compartimento ruminal dos animais. Sabe-se que havia material acumulado de refeições anteriores neste compartimento e que a maneira mais adequada para avaliar o efeito da mastigação e fragmentação ingestiva seria o uso da cânula esofagiana nos animais, assim como fizeram Pond et al. (1984). No entanto, como os abates foram realizados antes de os animais começarem o processo de ruminação, cerca de 2 horas depois das refeições,é possível que a ausência de diferenças entre os tamanhos de partícula advinha de diferentes eficiências mastigatórias dos animais durante a ingestão de alimentos.

Shaver et al. (1988) investigaram a influência do nível de consumo, forma física e conteúdo de fibra da forragem sobre o tamanho de partícula da forragem mastigada, da digesta ruminal e das fezes de vacas leiteiras. Dentre os resultados obtidos de animais recebendo feno de alfafa longos, picados e peletizados, não foi verificada diferença no percentual de partículas maiores do que 1,18 mm da forragem mastigada coletada na extrusa, nem da digesta ruminal entre feno longos e picados. Sobre o fato, os autores concluíram que a similar distribuição da digesta ruminal de dietas com feno longos e picados sugerem a baixa influência da picagem da forragem sobre a redução no tamanho de partícula quando feno de alta qualidade é fornecido.

No presente experimento, o percentual médio de partículas menores do que 1,19 mm (ou menor do que 1,0mm, já que nem 1% do material foi retido nesta peneira, veja Figura 12) no rúmen dos animais alimentados com diferentes tamanhos de partícula, foi de 41%. Reid et al. (1979) e Ulyatt (1983), citados por Pérez-Barbería e Gordon (1998), verificaram que em ovelhas alimentadas com feno, a mastigação durante a ingestão reduziu 50% do feno a partículas menores do que 1 mm. Lee e Pearce (1984) também encontraram variação de 21 a 47% de partículas menores do que 1 mm após a ingestão de diferentes fenos e palhadas. Tais resultados indicam a grande importância da mastigação durante a ingestão para a fragmentação do tamanho de partículas. Pond et al. (1984) investigaram a mastigação (ato de mastigar) e fragmentação (rompimento da partícula) de forragens ingeridas por vacas a nível macro, microscopicamente e histologicamente, e concluíram que a mastigação durante a ingestão de forragens promove extremo rompimento físico com grande diversidade de tamanhos, níveis de rachaduras e tipo de tecido exposto.

O elevado percentual de partículas menores do que 1,19 mm no rúmen (41%) nos faz reconhecer que outros fatores além do tamanho de partícula influenciam na passagem pelo orifício retículo-omasal, caso o tamanho crítico para a passagem de partículas pelo retículo-rúmen de caprinos seja realmente de 1,18 mm, como sugerido por Poppi et al. (1985) para bovinos e ovinos. Segundo Shaver et al. (1986) além do tamanho de partícula, outros fatores como a taxa de redução do tamanho de partícula, gravidade específica, taxa de hidratação e motilidade do retículo-rúmen estão envolvidos na passagem de partículas do retículo-rúmen. É provável que partículas oferecidas em diferentes tamanhos e em níveis de FDNf variados, sofram a ação dos fatores envolvidos na passagem pelo orifício retículo-omasal de forma diferente. No entanto, nada podemos inferir sobre estes fatores durante este estudo, trazendo algum confundimento quanto ao efeito observado sobre o tamanho das partículas no omaso, assim como descrito a seguir.

Como não houve efeito de tamanho de partícula, nem nível da forragem sobre o tamanho de partícula do conteúdo ruminal, esperar-se-ia que o omaso também não sofreria a influência das variáveis. No entanto, houve interação entre o tamanho de partícula e o nível de fibra da forragem na dieta sobre o percentual de partículas fisicamente efetivas e o diâmetro geométrico médio das partículas no omaso (veja figura 6 e 9). De maneira geral, o que se pôde observar é que animais consumindo partículas forrageiras de menor tamanho (2 cm) apresentaram diâmetros de partícula

constantes nos diferentes níveis de fibra da forragem. Já as partículas de grande e médio tamanhos (15 e 5 cm) apresentaram tendência a menores DGM com o aumento no nível de fibra da dieta.

A quantidade de fibra em detergente neutro na forragem e a eficiente ruminação do animal, parecem ser fatores importantes para promover a fragmentação necessária da partícula e permitir na sua passagem para compartimentos posteriores ao rúmen (Welch, 1982). O orifício retículo-omasal tem sido apontado como estrutura reguladora desse processo de passagem de partículas para os compartimentos posteriores do trato gastrointestinal. No entanto, deve-se observar que o omaso é um órgão que apresenta entre outras funções, o fluxo de partículas em tamanho e densidade adequadas para outros compartimentos, enquanto que partículas não “ideais” podem sofrer contra fluxo sendo enviadas novamente para o rúmen.

De fato é difícil concluirmos se os fatores estudados realmente têm influência sobre o tamanho das partículas no omaso. No entanto, nos intriga a investigar se a interação entre os fatores poderia causar alterações na dinâmica de partículas no trato gastrointestinal.

Como foi visto, houve elevado percentual de partículas menores do que 1,00 mm no rúmen, comprovando que outros fatores além do tamanho agem sobre a partícula, para que a mesma deixe este compartimento. Hooper e Welch (1985), indicaram que no ruminante o aumento da gravidade específica, devido a hidratação e troca catiônica, é mais interessante do que a capacidade de retenção de água, já que a rápida hidratação poderia reduzir o *lag time* e aumentar a taxa de passagem. Os mesmos autores verificaram que a gravidade específica em amostras com menores tamanhos de partícula foi maior do que em grandes partículas. Sendo assim, a redução de partículas através da ingestão e ruminação parece afetar a passagem não só pelo tamanho de partícula, mas também pelo aumento da gravidade específica da partícula.

Se em níveis elevados de fibra da forragem é exigido maior tempo de remastigação, cuja fragmentação de partículas do bolo ocorre em maior extensão, pode ser que partículas mais reduzidas e que tenham passado maior tempo em hidratação, venham a passar pelo orifício. Porém não é possível sustentar tal hipótese com as respostas obtidas neste experimento, devendo ser melhor investigada em experimentos adicionais.

No abomaso foi verificada a influência do nível de fibra da forragem sobre o percentual de partículas maiores que 1,19 mm e sobre o diâmetro geométrico médio das partículas, de maneira que quanto maior o nível de fibra da forragem menores foram as respostas das variáveis. As explicações também podem advir da explicação anterior, adicionando-se o fato de que como a redução da partícula entre o compartimento omasal e abomasal é quase nula, não foi verificado efeito adicional do tamanho de partícula sobre as variáveis.

Conforme pode ser observado nas figuras 4 e 7, o percentual de partículas maiores que 1,19 mm e o diâmetro geométrico médio das partículas não apresentam grandes modificações após terem passado pelo rúmen, confirmando que não ocorrem reduções adicionais no tamanho de partícula da digesta no trato digestório posterior (Fritz et al., 2009). Dessa forma a digestão ácida e enzimática no abomaso e intestino delgado, bem como a fermentação bacteriana no intestino grosso teriam pouco efeito no tamanho de partícula (Poppi et al., 1980; Udén e Van Soest 1982).

Não foi verificado o efeito do tamanho de partícula e do nível de fibra da forragem no diâmetro geométrico médio e percentual de partículas maiores que 1,19 mm nas fezes, devendo-se dar maior atenção a essa resposta.

O tamanho de partículas das fezes tem sido utilizado para acessar os dados de eficiência mastigatória dos animais (Fritz et al., 2009), pelo fato de o tamanho de partícula da digesta quase não sofrer alterações depois de ter passado pelo rúmen. Udén e Van Soest (1982) trabalhando com bovinos, ovinos e caprinos encontraram indícios de que o tamanho de partícula da ingesta estaria relacionado à massa corporal dos animais, e Fritz et al. (2009), investigando dezenas de espécies de mamíferos, confirmou a existência de tal relação. Os autores escalonaram os dados de eficiência mastigatória em função da massa animal, baseados na morfologia dos dentes (área de superfície dental para mastigação) e na frequência mastigatória, como sendo determinantes no tamanho de partícula da ingesta. Dados do trabalho de Udén e Van Soest (1982) corroboram com tal discussão, pois foi encontrado tamanho de partícula nas fezes de novilhos bovinos 1,4 a 1,8 vezes maior, do que caprinos e ovinos. A razão para tal fato foi atribuída de 6 a 19 vezes maior tempo de ingestão, ruminação ou atividade mastigatória, por unidade de matéria seca de ovinos em comparação a bovinos.

Mediante ao exposto e à não verificação da influência dos fatores estudados sobre o diâmetro geométrico das partículas no rúmen e nas fezes, é provável que os

animais tenham reduzido os maiores tamanhos de partícula fornecidos, igualando-os ao menor tamanho de partícula no rúmen.

Poppi et al. (1980 e 1985) sugeriram o tamanho crítico de 1,18 mm para o escape de partículas do rúmen de bovinos e ovinos, tolerando-se um percentual máximo acumulado de 5% de partículas das fezes retidas em peneiras de até 1,18 mm, e um percentual de retenção relativa de partículas, de 1 a 2%. O presente experimento apresentou percentual acumulado de 5% das partículas fecais retidas em peneiras de até 2,38 mm de abertura e percentual de retenção relativa de partículas de 23%. Até a peneira de 1,19 mm foi observado o acúmulo de 20% das partículas, e a retenção relativa de partículas passando pelo rúmen foi de 0,9%. Tais resultados indicam que talvez o tamanho crítico de partículas passando pelo rúmen de caprinos seja maior do que o sugerido por Poppi et al. (1985). Udén e Van Soest (1982) verificaram maior tamanho de partícula nas fezes de caprinos, em comparação a ovinos. Van Soest (1994) cita que tal diferença pode ser uma evidência parcial da adaptação das espécies ruminantes de hábito arbustivo. Dados sobre a natureza dos materiais retidos em peneiras de diferentes aberturas (principalmente nas maiores) poderiam esclarecer se esta espécie apresenta diferenças quanto a passagem de materiais pelo orifício retículo-omasal.

Seria interessante adicionar a determinação do perfil granulométrico dos alimentos, sobras e fezes dos animais na rotina laboratorial de análises, para aumentar o banco de dados e ampliar o conhecimento a cerca da seleção de alimentos exercida pelos caprinos, sua eficiência mastigatória e potencial em passar partículas não digeridas em maior tamanho.

Conclusões

O tamanho de partícula em níveis crescentes de fibra da forragem na dieta influencia o comportamento alimentar de caprinos devido a habilidade destes em fragmentar as partículas consumidas no ato da ingestão, e tem como consequência a homogeneidade no tamanho das partículas no rúmen e nas fezes.

Referências

- ABIJAOUDE, J.A.; MORAND-FEHR, P.; BÉCHET, G.; BRUN, J-P.; TESSIER, J.; SAUVANT, D. A method to record the feeding behaviour of goats. **Small Ruminant Research**, v.33, p. 213-221, 1999.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford, UK: CAB international, 1993, 159p.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS- ASAE. Method of determining and expressing fineness of feed materials by sieving. ASAE S319.4: 2008.
- BEATON, A. E.; TUKEY, J. W. The fitting of power series, meaning polynomials, illustrated on bandspectroscopic data. **Technometrics**, v. 16, n.2, p.147-185, 1974.
- BRANCO, R.H. **Avaliação da qualidade da fibra sobre a cinética ruminal, consumo e eficiência de utilização de nutrientes em cabras leiteiras**. Viçosa: UFV, 2005. 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- BRODY, S. **Bioenergetics and growth** - with special reference to the efficiency complex of domestic animals. New York: Reinhold Publishing Corporation, 1945. 1023p.
- CHAI, K.; KENNEDY, P.M.; MILLIGAN, L.P. Reduction in particle size during rumination in cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.64, p.339-340, 1984.
- DE BOEVER, J.L.; ANDRIES, J.I.; DE BRABANDER, D.L.; COTTYN, B.G.; BUYSSE, F. X. Chewing activity of ruminants as a measure of physical structure — A review of factors affecting it. **Animal Feed Science and Technology**, vol.27, p.281-291, 1990.
- DOMINGUE, B.M.F.; DELLOW, D.W.; BARRY, T.N. The efficiency of chewing during eating and ruminating in goats and sheep. **British Journal of Nutrition**, v.65, p.355–363, 1991.
- FRITZ, J.; HUMMEL, J.; KIENZLE, E.; ARNOLD, C.; NUNN, C.; CLAUSS, M. Comparative chewing efficiency in mammalian herbivores. **Oikos**, v.118, p.1623-1632, 2009.
- HADJIGEORGIOU, I.E.; GORDON, I.J.; MILNE, J.A. Intake, digestion and selection of roughage with different staple lengths by sheep and goats. **Small Ruminant Research**, vol.47, p.117-132, 2003.
- HOOVER, A.P.; WELCH, J.G. Effects of particle size and forage composition on functional specific gravity. **Journal of Dairy Science**, v. 68, p. 1181-1188, 1985.
- KAWAS, J.R.; LOPES, J.; DANELON, D.L.; LU, C.D. Influence of forage-to-concentrate ratios on intake, digestibility, chewing, and milk production of dairy goats. **Small Ruminant Research**, v.4, p.11–18, 1991.
- KENNEDY, P.M.; MCSWEENEY, C.S.; WELCH, J.G. Influence of dietary particle size on intake, digestion, and passage rate of digesta in goats and sheep fed

- wheaten (*Triticum aestivum*) hay. **Small Ruminant Research**, v.9, p.125-138, 1992.
- KLEIBER, M. **The Fire of Life - An Introduction to Animal Energetics**. 2.ed. New York:R.E. Krieger Publishing Co.,1975. 453p.
- LEE, J.A.; PEARCE, G.R. The effectiveness of chewing during eating on particle-size reduction of roughages by cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.35, p.609-618, 1984.
- LOPES, D.S. **Efetividade física da fibra para caprinos**. Viçosa: UFV, 2009. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- LU, C.D. Grazing behavior and diet selection of goats. **Small Ruminant Research**, v.1, p.205–216, 1988.
- LU, C.D. Implication of forage particle length on milk production in dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v.70, p.1411–1416, 1987.
- McSWEENEY, C. S.; KENNEDY, P. M. Influence of dietary particle size on chewing activity and reticulo-ruminal motility in goats and sheep fed wheaten (*Triticum aestivum*) hay. **Small Ruminant Research**, v.9, p.107-115, 1992.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 80: 1463-1481, 1997.
- PÉREZ-BARBERÍA, F.J.; GORDON, I.J. Factors affecting food comminution during chewing in ruminants: a review. **Biological Journal of the Linnean Society**, v.63, p. 233-256, 1998.
- POND, K.R.; ELLIS, W.C.; AKIN, D.E. Ingestive mastication and fragmentation of forages. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, 1984.
- POPPI, D. P.; HENDRICKSEN, R. E.; MINSON, D. J. The relative resistance to escape of leaf and stem particles from the rumen of cattle and sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.105, p. 9-14, 1985.
- POPPI, D.P.; NORTON, B.W.; MINSON, D.J.; HENDRICKSEN, R.E. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. **The Journal of Agricultural Science**, v.94, p.275-280, 1980.
- REID, R.L.; JUNG, G.A.; COX-GANSER, J.M.; RYBECK, B.F.; TOWNSEND, E.C. Comparative utilization of warm- and cool-season forages by cattle, sheep and goats. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2986–2994, 1990.
- SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J.; COLEMAN, S.W. Effects of acid detergent fibre intake on early postpartum milk production and chewing activities in dairy goats fed alfalfa hay. **Small Ruminant Research**, v.6, p.63–71, 1991.
- SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J.; FERNANDEZ, J.M.; COLEMAN, S.W. Dietary fibre and milk yield, mastication, digestion and rate of passage in high Alpine goats fed alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.209–219. , 1992.
- SHAVER, R.D.; NYTES, A.J.; SATTER, L.D.; JORGENSEN, N.A. Influence of feed intake, forage physical form, and forage fiber content on particle size of masticated forage, ruminal digesta, and feces of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.1566–1572, 1988.

- SHAVER, R.D.; NYTES, A.J.; SATTER, L.D.; JORGENSEN, N.A. Influence of amount of feed intake and forage physical form on digestion and passage of prebloom alfalfahay in day cows. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.1545-1559, 1986.
- SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos - Métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002, 235p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS. User's Guide: Statistics. Version 8.0. NC: SAS INSTITUTE, 1999.
- UDÉN, P.; VAN SOEST, P. J. The determination of digesta particle size in some herbivores. **Animal Feed Science and Technology**, v.7, p.35-44, 1982.
- ULYATT, M. J. Plant fibre and regulation of digestion in the ruminant. In:Wallace, G. eBell, L. (ed)**Fibre in Human and Animal Nutrition**.The Royal Society of New Zealand, p. 103-107, 1983.
- ULYATT M.J., DELLOW D.W., JOHN A., REID C.S.W., MONROE J., Effect of intake and feeding frequency on feeding behavior and quantitative aspects of digestion in sheep chaffed lucerne hay. **The Journal of Agricultural Science**, v.102, p.645-657, 1984.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VIEIRA, R.A.M; TEDESCHI, L.O.; CANNAS, A. A generalized compartmental model to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum: 1. Estimating parameters of digestion. **Journal of Theoretical Biology**. n. 255, p. 345–356, 2008a.
- VIEIRA, R.A.M.; TEDESCHI, L.O.; CANNAS, A. A generalized compartmentalmodel to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum:2. Integrating digestionand passage. **Journal of Theoretical Biology**. n. 255, p.357-368, 2008b.
- WELCH, J.G. Physical parameters of fiber affecting passage from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.2750-2754, 1986.
- WELCH, J.G. Rumination, particle size and passage from the rumen. **Journal of Animal Science**, v.54, p.885-894, 1982.
- WELCH, J.G.; SMITH, A.M. Forage quality and rumination time in cattle. **Journal of Dairy Science**, v.53, n.6, p.797-800, 1970.
- WOODFORD, S.T.; MURPHY, R. Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake, and rumen function of dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.71, p. 674-686, 1988.
- ZHAO, X. H.; ZHANG, T.; XU, M.; YA, J. H. Effects of physically effective fiber on chewing activity, ruminal fermentation, and digestibility in goats. **Journal ofAnimal Science**,v. 89, p.501-509, 2011.

Tamanho de partícula em diferentes níveis de fibra da forragem e a utilização de nutrientes em cabras leiteiras

RESUMO -Avaliou-se a influência do tamanho de partícula em diferentes níveis de fibra da forragem sobre o consumo, a digestibilidade, o balanço de nitrogênio, a massa ruminal, o tempo médio de renovação da fração indigestível no rúmen, a produção e composição lácteas e a eficiência de utilização de energia metabolizável de cabras em lactação. Foram utilizadas 48 cabras multíparas com, em média, 60 dias em lactação, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4, com 4 repetições. Avaliou-se os efeitos da combinação de três tamanhos de partícula (2, 5 e 15 cm) e quatro níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf) (34, 41, 49, 57% FDNf) na dieta. A fonte forrageira utilizada foi feno de capim tifton (*Cynodon dactylon*) fornecido em mistura completa com o concentrado a base de fubá de milho e farelo de soja. O tamanho de partícula da forragem não afetou o consumo de matéria seca e dos nutrientes, originalmente expressos em gramas por dia. No entanto, foi observada interação entre tamanho de partícula e nível de FDNf sobre a concentração de fibra consumida na ração. O tamanho de partícula influenciou quadraticamente sobre a concentração de lignina consumida na ração. Houve interação entre as variáveis estudadas sobre a concentração de fibra no rúmen. Não houve influência do tamanho de partícula sobre: os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, da fibra e dos outros nutrientes; o balanço e aproveitamento do nitrogênio no organismo animal; o tempo médio de renovação da matéria seca, da FDN ou lignina; a produção e composição láctea, com exceção ao teor de gordura no leite, que foi influenciado pela interação entre tamanho de partícula e nível de FDNf e; as eficiências de utilização da energia metabolizável. O tamanho da partícula da forragem oferecida aos animais, não influenciou o consumo e aproveitamento da fibra ou dos outros nutrientes, bem como não influencia o desempenho dos animais, sendo estes alterados apenas pela mudança dos níveis de fibra da forragem.

Palavras-chaves: consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, capacidade ruminal, desempenho, componentes lácteos.

Forage particle size indifferent levels of fiber and use of nutrients in dairy goats

ABSTRACT- It was evaluated the influence of particle size at different levels of forage fiber on intake, digestibility, nitrogen balance, rumen mass, average time of renewal of indigestible fraction in the rumen, production and milk composition and use efficiency of metabolizable energy in lactating goats. It was used 48 multiparous goats at 60 days on average of lactation, distributed in a completely randomized experimental design, in a 3×4 factorial scheme with four replicates. The effects of combination of three particle sizes (2, 5 and 15 cm) and four levels of neutral detergent fiber from forage (NDFf) (34, 41, 49, 57% NDFf) in the diet were evaluated. Forage source used was Tifton grass hay (*Cynodon dactylon*) offered completely mixed with a corn meal and soybean meal based concentrate. Forage particle size did not affect intake of dry matter and nutrients, originally expressed in gram per day. However, it was noted an interaction among particle size and level of NDFf on the concentration of the fiber consumed in the feeding. Particle size influenced quadratically concentration of lignin consumed in the feeding. There was an interaction among the variables studied in concentration of the fiber in the rumen. There was no influence of particle size on: digestibility coefficient of dry matter and nutrients; balance and use of nitrogen on the animal organism; average time of renewal of dry matter, NDF or lignin; lacteal production and composition, except for milk fat content, which was influenced by the interaction among particle size and NDFf level and use of metabolizable energy efficiencies. Forage particle size offered to the animal does not influence intake and use of nutrients, as well as performance of goats, which were altered by the change of the levels of forage fiber.

Key Words: intake, digestibility, nitrogen balance, rumen capacity, performance, milk components

Introdução

Para a obtenção da maior eficiência no processo produtivo de caprinos através da otimização do uso de alimentos e aumento da eficiência animal, é necessário antes, prever as respostas do seu metabolismo, buscando melhor entendimento de suas etapas, e ampliando a eficiência nutricional por intermédio da manipulação da dinâmica digestiva, composição, apresentação e disponibilidade da dieta, interagindo as capacidades intrínsecas do alimento com os processos digestivos.

Neste sentido, busca-se atualmente, maior entendimento quanto à utilização da fibra e seu papel no desempenho produtivo de caprinos, ainda não tão claros quanto na espécie bovina (Lu et al., 2005).

Nutricionalmente, a fibra corresponde a fração indigestível ou parcialmente digestível dos alimentos que ocupam espaço no trato gastrointestinal dos animais. Sendo assim, além de conferir propriedades físicas ao alimento, a fibra reduz a concentração energética do alimento a ser ofertado aos animais (Van Soest, 1994).

O fornecimento de dietas ricas em fibra e com baixa concentração de energia afeta o mecanismo físico de controle de consumo, onde o elevado volume da forragem e a baixa taxa fracional da fibra ocasionam a distensão ou enchimento rumino-reticular limitando assim, o consumo de alimentos pelos animais (Mertens, 1997).

Diversos trabalhos têm sido realizados com diferentes níveis de fibra na dieta de cabras leiteiras. Carvalho (2002) estudou diferentes níveis de fibra da forragem (20, 27, 34, 41, 48% FDNf) sobre o consumo e desempenho de cabras leiteiras e verificou redução linear do consumo com o aumento da fibra forrageira na dieta. Branco (2005) também avaliou os efeitos de diferentes níveis de fibra da forragem (20, 27, 34, 41, 48% FDNf) de maturidades diferentes em cabras leiteiras, e verificou efeito quadrático do consumo de matéria seca com feno de maturidade avançada sem, no entanto, verificar sinais de repleção ruminal.

Outros fatores também podem afetar o uso mais eficiente da fibra pelos animais como: a razão entre carboidratos não fibrosos e fibrosos (Bomfim, 2003) e a maturidade da forrageira caracterizada pelo grau de lignificação (Branco, 2005 e Lopes, 2009).

É possível obter aumento na eficiência animal ao reduzir o tamanho de partícula da dieta, principalmente em resposta ao elevado nível de consumo (Van

Soest, 1994).No entanto, existem outras mudanças relacionadas com o elevado consumo de alimentos, como: aumento na taxa de passagem, depressão da digestibilidade da fibra, redução da produção de metano e aumento da relação acetado:propionato no rúmen.

O tamanho da partícula da forragem pode afetar o desempenho dos animais pois a cinética de degradação e passagem, assim como o comportamento alimentar dos animais também podem ser alterados por este fator.No entanto, poucos são os trabalhos que tenham estudado o tamanho de partícula em diferentes níveis de fibra sobre a utilização de nutrientes em cabras.

Mediante ao exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o tamanho de partícula em diferentes níveis de fibra da forragem sobre o desempenho e utilização de nutrientes em cabras leiteiras em lactação.

Materiais e Métodos

Este experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa, localizado em Viçosa, MG, no período de 16 de novembro de 2008 a 12 de fevereiro de 2009.

Avaliou-se os efeitos da combinação de três tamanhos de partícula (TP) da forragem (2, 5 e 15 cm de comprimento) e quatro níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf) (34, 41, 49, 57% FDNf), utilizando-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo em esquema fatorial 3 x 4, com 4 repetições.

Foram utilizadas 48 cabras das raças Saanen e Alpina, multíparas (de 2ª a 5ª ordem de parição), com aproximadamente 60 dias em lactação, massa corporal de $51,1 \pm 9$ kg e produção de leite média de $1,4 \text{ kg.dia}^{-1}$. Durante o período experimental os animais foram mantidos confinados em baias individuais de 3 m^2 com piso ripado de madeira, comedouro e bebedouro individuais.

Os alimentos utilizados nas formulações das dietas foram o feno de capim tifton (*Cynodon dactylon*) com 30 dias de idade, o fubá de milho (*Zea mays* L.), o farelo de soja (*Glicine max* L.) e uma mistura mineral. O feno de capim tifton foi produzido no próprio setor de Caprinocultura durante os meses de Novembro e Dezembro de 2008 e Janeiro de 2009. As dietas foram balanceadas para atender as exigências nutricionais dos animais (AFRC, 1993).

As dietas utilizadas foram formuladas para serem isoprotéicas, contendo 15% de proteína bruta (PB) na matéria seca, e com níveis crescentes de FDNf na dieta. Optou-se por não suplementar as dietas com lipídios evitando-se interferência adicional à degradação da fibra.

A proporção entre volumoso e concentrado variou de acordo com o nível de FDNf pretendido para as dietas experimentais (Tabela 1). A composição química dos alimentos e das dietas experimentais são apresentados nas tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nas dietas com diferentes níveis de FDNf, em % da matéria seca

Ingrediente	Níveis de FDNf			
	34	41	49	57
Feno de capim-tifton 85	55,74	67,21	80,32	93,44
Fubá de milho	34,13	24,94	14,70	4,39
Farelo de soja	8,24	5,97	3,20	0,44
Fosfato Bicálcico	0,70	0,75	0,71	0,75
Calcáreo Calcítico	0,49	0,38	0,36	0,23
Mistura mineral ¹	0,70	0,75	0,71	0,75

¹Mistura mineral: 0,32% de sulfato ferroso; 0,48% de sulfato de cobre; 0,71% de sulfato de manganês; 2,67% de sulfato de zinco; 0,02% de sulfato de cobalto; 0,0125% de iodato de potássio; 0,006% de selenito de sódio; 95,78% de cloreto de sódio.

Tabela 2 – Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas

Item	Ingredientes				
	Feno capim-tifton	Fubá de Milho	Farelo de soja	Calcário calcítico	Fosfato bicálcico
MS (g.kg ⁻¹)	883,03	879,48	869,19	1000	970,00
MO (g.kg ⁻¹)	900,00	918,60	936,40		
PB (g.kg ⁻¹)	150,68	96,30	524,90		
EE (g.kg ⁻¹)	12,12	62,60	8,50		
CT (g.kg ⁻¹)	737,21	822,69	403,03		
CNF (g.kg ⁻¹)	114,46	621,36	283,25		
FDN (g.kg ⁻¹)	708,06	214,68	144,15		
FDNc (g.kg ⁻¹)	685,42	213,09	141,57		
FDNcp(g.kg ⁻¹)	622,65	201,33	119,78		
FDA (g.kg ⁻¹)	321,38	44,12	86,91		
PIDN (g.kg ⁻¹ PB)	411,67	122,05	30,70		
PIDA (g.kg ⁻¹ PB)	55,15	22,65	5,51		
LDA (g.kg ⁻¹)	41,74	28,70	2,28		
Cinzas (g.kg ⁻¹)	100,00	18,41	63,57		
Ca (g.kg ⁻¹)	3,36	0,30	2,51	340,00	220,00
P (g.kg ⁻¹)	1,60	3,76	5,69	20,00	193,00
Valor estimado de energia					
NDT (%)	56,04	84,69	81,17	101,10	88,43
EM (Mcal.kg ⁻¹)	2,05	3,27	3,70	4,49	4,23
EL(Mcal.kg ⁻¹)	1,25	2,12	2,39	3,06	2,76

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNc = FDN corrigida para cinzas; FDNcp = FDN corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais; EM = energia metabolizável; EL = energia líquida.

Tabela 3 – Composição química das dietas com diferentes níveis de FDNf

Item	Níveis de FDNf			
	34	41	49	57
Composição				
MS (g.kg ⁻¹)	882,66	884,33	884,40	883,48
MO (g.kg ⁻¹)	920,97	913,13	898,04	899,35
PB (g.kg ⁻¹)	153,00	151,04	155,81	148,52
EE (g.kg ⁻¹)	21,59	15,39	13,94	12,72
CT (g.kg ⁻¹)	746,38	746,69	730,71	732,81
CNF (g.kg ⁻¹)	339,86	287,03	201,66	145,75
FDN (g.kg ⁻¹)	461,85	523,56	605,63	670,31
FDNcp (g.kg ⁻¹)	406,52	459,66	529,06	587,06
FDNf (g.kg ⁻¹)	347,05	418,50	500,16	581,82
FDA (g.kg ⁻¹)	194,77	227,91	266,05	301,83
PIDN (g.kg ⁻¹ PB)	262,46	297,39	351,74	390,63
PIDA (g.kg ⁻¹ PB)	36,03	41,24	46,44	52,29
LDA (g.kg ⁻¹)	25,30	29,00	34,31	39,14
Cinzas (g.kg ⁻¹)	79,03	86,87	99,55	105,96
Ca (g.kg ⁻¹)	5,20	5,86	5,76	5,54
P (g.kg ⁻¹)	2,08	2,09	2,10	2,04
Valor estimado de energia				
NDT (g.kg ⁻¹)	662,93	654,65	603,77	569,80
EM (Mcal.kg ⁻¹)	2,50	2,46	2,24	2,09
EL(Mcal.kg ⁻¹) ³	1,50	1,48	1,36	1,28

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido em cinzas e proteína; FDNf = FDN proveniente da forragem; FDA = fibra em detergente ácido; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; LDA = lignina em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; NDT = nutrientes digestíveis totais; EM = energia metabolizável; EL = energia líquida.

- Caracterização do perfil granulométrico dos alimentos, dietas e sobras via seca

Para a obtenção dos tamanhos de partícula de feno desejados (2, 5 e 15 cm de comprimento) foram utilizados diversos equipamentos de trituração. O feno com partículas de tamanho grande (15 cm), denominado TP 15, foi picado uma vez em ensiladora de corte pelo sistema de facas e contra-facas (Nogueira - Modelo EM 6600®) para que não apresentasse tamanho excessivamente grande que pudesse facilitar aos animais jogá-lo para fora dos cochos. O feno com partículas de tamanho médio (5 cm), denominado TP 5, foi obtido utilizando-se um desintegrador de feno (Massey Ferguson - Modelo MF 4970®), sem peneiras. O feno com partículas de tamanho pequeno (2 cm), denominado TP 2, foi obtido triturando o feno uma vez pela mesma ensiladora utilizada na obtenção do feno de tamanho grande, e em seguida por um moinho de martelos (Nogueira – Modelo DPM-4®).

Para caracterizar o perfil granulométrico das partículas dos alimentos e das sobras, foram utilizadas peneiras padronizadas (ISO – 3310/1) utilizadas por Lopes (2009) com aberturas de 4,76, 2,38, 1,19, 1,00, 0,71 e 0,297 mm. No peneiramento via seca foi colocada uma peça com fundo fechado embaixo do conjunto de peneiras, com o objetivo de reter partículas menores do que 0,297 mm. A tabela com as especificações das peneiras padronizadas pela norma – 3310/1 consta no apêndice (Tabela 1A).

De acordo com a metodologia de peneiramento via seca sugerida por Lopes (2009), as peneiras foram movimentadas por um agitador mecânico modelo Produtest^{®2} em intensidade máxima, durante o tempo de um minuto. O tempo utilizado, sugerido por Lopes (2009), foi determinado em função da homogeneidade de partículas nas peneiras, testando-as em diferentes tempos.

Como os alimentos utilizados neste trabalho continham baixo teor de umidade, não foi necessário proceder a sua pré-secagem antes do peneiramento. As amostras foram então parceladas em alíquotas variáveis de acordo com a origem do material. As amostras de alimento volumoso foram divididas em 10 alíquotas de 25 g, com o objetivo de permitir a livre movimentação das partículas dentro do equipamento. Para alimentos de origem concentrada, foram utilizadas 5 alíquotas de 50 g, já que estes eram mais densos.

Ao final da agitação o material retido em cada peneira foi pesado em balança digital de precisão, com duas casas decimais. O peso do material retido em cada peneira foi então expresso como percentual do peso total de amostra avaliada, enquanto o percentual de material fisicamente efetivo (fe) foi considerado o percentual do peso total retido em peneira de 1,19 mm e de aberturas maiores (4,76 e 2,38 mm).

A partir da caracterização granulométrica de cada um dos alimentos (Tabela 4), promoveu-se a caracterização das dietas experimentais (Tabela 5) obedecendo a proporção dos alimentos pré-estabelecidas.

² Telastem

Tabela 4 - Perfil granulométrico dos fenos picados em diferentes tamanhos de partícula e dos concentrados utilizados em dietas com níveis crescentes de FDNf, em % do total retido nas peneiras

Abertura da peneira (mm)	Tamanho de partícula do Feno de capim tifton (cm)			Concentrados			
	2	5	15	C1	C2	C3	C4
4,76	51	66	93	0	0	0	0
2,38	2	2	1	1	1	1	1
1,19	19	12	3	8	8	8	4
1,00	5	3	1	11	10	10	7
0,71	8	6	1	27	21	21	19
0,297	12	8	1	47	55	50	51
Fundo (<0,297)	3	2	0	7	6	10	18
Total	100	100	100	100	100	100	100
PA>1,19	72	80	97	9	9	9	5

TP= tamanho de partícula do feno (2, 5 e 15 cm); C1, C2, C3 e C4 = concentrados utilizados nas dietas com diferentes níveis de fibra oriundos da forragem, respectivamente 34, 41,49 e 57% FDNf; PA>1,19 = percentual acumulado do peso retido em peneiras de 4,76, 2,38 e 1,19 mm de abertura

Os fenos com TP de 2, 5 e 15 cm são caracterizados por conter, respectivamente, cerca de 70, 80 e 98% de material fisicamente efetivo (fe), ou seja, o percentual acumulado de feno nas peneiras de maior abertura até a de 1,19 mm. Os concentrados apresentaram percentual de material fe muito semelhantes (média de 8,94%), com exceção do concentrado 4 (4,78%) que, por conter grande quantidade de minerais na sua composição, apresentou granulometria mais fina.

Baseados nos resultados obtidos por Lopes (2009), considerou-se no presente experimento que a concentração em nutrientes do material retido entre as peneiras manteve-se inalterada, ou seja, a partição física não seria suficiente para alterar a distribuição das entidades nutricionais no material estudado. Desta maneira, análises de fibra e outros componentes foram feitas a partir das amostras obtidas com o material antes de se proceder ao estudo do perfil granulométrico.

Tabela 5 – Perfil granulométrico das dietas com diferentes tamanhos de partícula de feno e níveis crescentes de FDNf, em % do peso retido nas peneiras

Abertura de peneira (mm)	Nível de FDNf (%MS)			
	34 %	41%	49%	%57
Tamanho de Partícula - 2 cm				
4,76	30	37	44	51
2,38	1	2	2	2
1,19	11	11	12	13
1,00	8	7	7	6
0,71	17	13	11	10
0,297	28	27	20	15
Fundo	5	4	4	4
	100	100	100	100
PA >1,19	42	49	57	65
Tamanho de Partícula - 5 cm				
4,76	37	45	53	62
2,38	2	2	2	2
1,19	10	10	11	11
1,00	6	5	5	3
0,71	15	11	9	7
0,297	25	24	17	11
Fundo	4	3	4	3
	100	100	100	100
PA >1,19	49	57	66	75
Tamanho de Partícula - 15 cm				
4,76	52	63	75	87
2,38	1	1	1	1
1,19	5	5	4	3
1,00	5	4	3	1
0,71	12	7	5	2
0,297	21	19	10	4
Fundo	3	2	2	1
	100	100	100	100
PA >1,19	58	69	80	92

FDNf= percentual de fibra em detergente neutro oriunda da forragem na dieta;
PA>1,19 = percentual acumulado do peso retido em peneiras de 4,76, 2,38 e 1,19 mm de abertura

- Coleta de dados

O período experimental compreendeu 96 dias, dos quais, 16 dias foram utilizados para promover a adaptação dos animais às baias e 80 dias para a coleta de dados.

Para a avaliação dos efeitos das combinações de níveis de fibra oriunda da forragem com diferentes tamanhos de partícula, foram observadas as seguintes variáveis: consumo voluntário; digestibilidade aparente dos nutrientes; balanço de

nitrogênio; massa ruminal e tempo médio de renovação da matéria seca, FDN e lignina no rúmen; produção e constituintes lácteos e; eficiência de utilização da energia para produção.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia (8h00 e 16h30), com consumo à vontade de alimentos e de água pelos animais. O consumo voluntário foi calculado pela diferença entre as quantidades de alimento oferecido e as sobras. Para tanto, as sobras foram ajustadas, a cada dois dias, para corresponderem a 10% do total oferecido. Para análise do real material ingerido, foram realizadas coletas de sobras a cada 10 dias, durante todo o período experimental. Posteriormente, a sobra de todo o experimento foi homogeneizada e 10% do total foi cuidadosamente amostrado para que o perfil de partículas das sobras fosse mantido. Tais amostras foram conservadas a -20°C para análises laboratoriais.

Os animais foram pesados semanalmente a fim de se verificar a variação de peso durante o período experimental.

Durante todo o período experimental cada animal foi ordenhado manualmente, duas vezes ao dia, às 6:00 e às 14:30, e sua produção leiteira mensurada através do uso de balança digital com precisão de duas casas decimais. Quinzenalmente foram coletadas amostras de leite de todos os animais, em frascos próprios, contendo conservante Bronopol® (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol). As amostras foram constituídas em alíquotas de 75% do total coletado na ordenha da manhã (de maior produção) e de 25% na ordenha da tarde e posteriormente analisadas em equipamento específico (Milko ScanTM Minor; da marca FOSS), pertencente ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, para determinação dos teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais no leite das cabras.

Para a estimativa da digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes, bem como para a determinação do balanço de nitrogênio, foram realizadas coletas totais de fezes e urina dos 48 animais, durante cinco dias. A coleta de fezes e urina foi realizada por meio de uma tela de náilon sob a superfície do piso ripado para retenção das fezes, enquanto a urina era recolhida em recipientes plásticos contendo 20 mL de solução de H₂SO₄ 40%(v/v). Todos os dias do ensaio de digestibilidade, as sobras, fezes e urinas foram pesadas e mensurados os devidos volumes. Alíquotas de 10% de cada um dos materiais coletados diariamente, constituíram amostras

compostas ao final dos cinco dias e foram conservadas a -20°C para análise laboratorial.

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram secas a 55°C em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, processadas em moinho tipo Willey com peneiras de malha de 1 mm e acondicionadas individualmente, à temperatura ambiente, em frascos de vidro. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV para determinação da composição química dos alimentos oferecidos aos animais e das respectivas sobras.

Foram analisadas as concentrações de: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas, conforme procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), conforme metodologia descrita por Licitra et al. (1996); e lignina em detergente ácido (LDA) utilizando-se as técnicas descritas por Van Soest (1965). As fezes foram analisadas para determinação de MS, FDN, PB, EE e cinzas.

Os valores estimados de carboidratos totais (CT) e carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos a partir das equações propostas por Sniffen et al. (1992) e VanSoestet al. (1991), respectivamente:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$$

$$CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas + \%FDN_{cp})$$

Para a obtenção do coeficiente de digestibilidade da matéria seca, utilizou-se a seguinte equação:

$$DMS (\%) = \frac{MS \text{ ingerida} - MS \text{ excretada}}{MS \text{ ingerida}} \times 100$$

Para obter a digestibilidade de qualquer nutriente da dieta (DN) utilizou-se o seguinte cálculo:

$$DN (\%) = \frac{(MS \text{ ingerida} * \%Nutriente) - (MS \text{ excretada} * \%Nutriente)}{(MS \text{ ingerida} * \%Nutriente)} \times 100$$

No cálculo do balanço de nitrogênio, consideraram-se as quantidades de nitrogênio (g.dia⁻¹) consumidas e excretadas no leite, nas fezes e na urina, descontando-se, nos dois últimos, as frações endógenas.

A fração de nitrogênio metabólico fecal(Nmetfecal) foi calculada segundo Moore et al. (2004):

$$N_{metfecal} = (2,67\% * CMS) / 6,25$$

Para o cálculo da quantidade de nitrogênio indigerido (Nind), utilizou-se a seguinte equação:

$$N_{ind} = gN_{fecal} - gN_{metfecal}$$

O valor de nitrogênio urinário endógeno (Nuend) foi estimado segundo Luo et al. (2004):

$$Nu_{end} = 0,165g / kg^{0,75}$$

A quantidade de nitrogênio urinário exógeno (Nuexo), em gramas, foi calculada utilizando-se a equação:

$$Nu_{exo} = Nurinario - Nu_{end}$$

A partir dos dados encontrados, obteve-se a estimativa do balanço de nitrogênio (BN), em gramas:

$$BN = N_{ing} - (N_{ind} + N_{exo} + N_{leite}), \text{ em que}$$

N_{ing} = nitrogênio ingerido; N_{ind} = indigerido; N_{exo} = nitrogênio exógeno; N_{leite} = nitrogênio no leite.

O conteúdo de nitrogênio do leite foi obtido na semana em que foi realizado o ensaio de digestibilidade, através da divisão da PB do leite pelo fator de conversão 6,38 (McDonald, 1993).

No cálculo do nitrogênio verdadeiramente digerido (NVD), utilizou-se a fórmula (Coelho da Silva & Leão, 1979):

$$NVD = N_{ing} - N_{ind}$$

O valor biológico, medida direta da proporção da proteína alimentar que pode ser utilizada pelo animal para síntese de tecidos e de outros compostos foi calculado de acordo com fórmula descrita por Coelho da Silva & Leão (1979), distinguindo-se as frações do nitrogênio de origem fecal e urinária endógena:

$$VB = \frac{gN_{ing} - (gN_{fecal} - gN_{metfecal}) - (gN_{urinario} - gNu_{end})}{gN_{ing} - (gN_{fecal} - gN_{metfecal})} \times 100$$

Os valores de energia dos ingredientes das dietas foram estimados pelas equações propostas pelo NRC (2001), considerando a classe do alimento descrita como volumoso e concentrado. O cálculo do NDT foi estimado pela equação:

$$\text{NDT} = (\text{PB}_D + \text{CNF}_D + \text{FDN}_D + \text{AG}_D \times 2,25) - 7, \text{ em que:}$$

$$\text{PB}_D = \text{PB} \times \text{Exp}[-1,2 \times \text{PIDA}/\text{PB}] \text{ para volumosos;}$$

$$\text{PB}_D = [1 - (0,4 \times \text{PIDA}/\text{PB})] \times \text{PB} \text{ para concentrados;}$$

$$\text{CNF}_D = 0,98 \times \text{CNF};$$

$$\text{FDN}_D = 0,75 \times (\text{FDN}_{\text{cp}} - \text{LDA}) \times [1 - (\text{LDA}/\text{FDN}_{\text{cp}})^{0,667}]; \text{ em que } 0,75 =$$

constante de proporcionalidade;

$$\text{AG}_D = \text{EE} - 1;$$

O valor 7 reduzido da equação refere-se ao NDT metabólico fecal; a PB_D refere-se à PB verdadeiramente digestível; CNF_D , aos carboidratos não-fibrosos verdadeiramente digestíveis; FDN_D , à FDN verdadeiramente digestível; AG_D , aos ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; e LDA, à lignina em detergente ácido. A conversão de NDT para EL foi feita utilizando-se a equação do NRC (2001):

$$\text{EL}_{3x} (\text{Mcal/kg}) = 0,0245 \times \text{NDT} (\%) - 0,12$$

A exigência de energia líquida para manutenção foi calculada pelas equações de predição para caprinos, conforme sugerido pelo AFRC (1993). Para tanto foi obtido inicialmente a energia metabolizável em jejum:

$$\text{EM jejum} (\text{MJ} \cdot \text{d}^{-1} - 1) = 0,315 \times \text{PV}^{0,75}$$

O valor de energia líquida para produção de leite foi calculada a partir da estimativa do valor energético do leite sugerida pelo NRC (2001):

$$\text{EL} (\text{Mcal/kg}) = 0,0929 \times G + 0,0547 \times \text{PB} + 0,0395 \times \text{Lac}, \text{ em que}$$

G = % de gordura

PB = % de proteína bruta

Lac = % de lactose

Os valores de NDT foram convertidos em energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) utilizando-se as equações sugeridas pelo NRC (2001).

A transformação de NDT para ED foi feita segundo a equação:

$$\text{ED} (\text{Mcal/kg}) = 0,04409 \times \text{NDT} (\%);$$

A transformação de ED para EM foi feita segundo a equação:

$$\text{EM} (\text{Mcal/kg}) = 1,01 \times \text{ED} (\text{Mcal/kg}) - 0,45.$$

Para quantificação do valor de energia das dietas, foram utilizados os valores da digestibilidade aparente obtidos no experimento, aplicando-se a equação:

$$\text{NDT (\%)} = \text{dCNF} + \text{dPB} + (\text{dEE} \times 2,25) + \text{dFDN},$$

em que “d” representa a digestibilidade aparente dos respectivos componentes. A conversão dos valores de NDT em energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL) foi realizada pelos mesmos procedimentos acima citados.

A estimativa da eficiência líquida de utilização da energia metabolizável para a produção de leite (k_l) foi feita calculando-se a razão entre o valor de energia do leite produzido e o consumo de energia metabolizável total subtraído do consumo de energia para a manutenção:

$$k_l = \left(\frac{\text{VEL}}{\text{CEM}_p - m} \right)$$

em que: VEL é a energia do leite e CEM_{p-m} , o consumo total de EM (CEM_p) menos o consumo de energia metabolizável necessário para manutenção (CEM_m).

A estimativa da eficiência bruta de utilização da energia metabolizável para a produção de leite (k_{m+p}) foi feita calculando-se a razão entre a exigência líquida para a produção de leite e o consumo de energia metabolizável total (CEM_p), segundo Luo et al. (2004).

$$k_{m+p} = \left(\frac{\text{CELM} + \text{VEL}}{\text{CEM}_p} \right)$$

Para a obtenção da massa de matéria seca, de matéria orgânica, de fibra em detergente neutro e de lignina, bem como o volume ruminal, foi necessário proceder o abate dos animais. Os quatro animais pertencentes à mesma combinação de fatores (mesmo nível de FDNf e mesmo tamanho de partícula) foram abatidos em dois horários diferentes: duas horas após os horários de fornecimento dos alimentos, às 10h e às 18h30min, horário esse, em que se acredita ter o maior enchimento ruminal do animal.

Após o abate e evisceração dos animais, o trato gastrointestinal (TGI) foi removido e as junções entre esôfago e rúmen-retículo, rúmen-retículo e omaso foram amarradas para possibilitar a separação e pesagem do compartimento rúmen-retículo cheio e vazio, e assim se obter a massa do conteúdo fresco da digesta. Por fim, o conteúdo rumino-reticular de cada animal foi homogeneizado, retirando-se amostras

que foram armazenadas em congelador a -20°C, para posterior processamento e análises de matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e lignina.

Para a determinação do tempo médio de renovação no rúmen, considerou-se o fato que a Lignina é uma fração da fibra (Van Soest, 1994) e assumiu-se que a remoção de matéria indigerível do rúmen-retículo não é confundida com a perda de massa por intermédio da digestão (Ellis, 1978). Desta forma, a taxa de renovação da LDA (lignina em detergente ácido) foi utilizada para estimar a taxa fracional de passagem. A taxa de renovação da LDA foi estimada diretamente utilizando-se a razão entre a conteúdo de lignina no compartimento ruminal e o consumo de lignina por hora. O mesmo foi realizado para as estimações da taxa de renovação aparente da matéria seca e do FDN.

- Análise estatística

Foi adotada a estratégia de escalonamento das variáveis medidas no experimento em relação à massa corporal para se reduzir o efeito do tamanho sobre os seus comportamentos, permitindo desta maneira que comparações possam ser feitas independentes da massa ou tamanho animal. Segundo Brody (1945) e Kleiber (1975), a função potencial de escalonamento geral pode ser descrita como:

$$Y = \alpha X^{\beta} + \varepsilon \text{ (Equação 1)}$$

onde o valor de α é uma constante escalonada expressa como uma unidade de variável dependente por unidade de massa elevada a uma potência β . Os valores das variáveis observadas foram substituídas por Y, sendo os valores escalonados obtidos pelo quociente $\frac{Y}{X^{\beta}}$ (Vieira et al., 2008b).

De acordo com Vieira et al. (2008 a b) o termo do erro (ε) é sujeito a uma pressuposição comum ou universal de normalidade e independência, com média zero e variância σ^2 . As variáveis medidas no presente experimento foram substituídas por Y, e a equação foi ajustada para cada variável atribuindo-se o valor da massa corporal ao eixo das abscissas X. As variáveis escalonadas foram obtidas pelo logaritmo natural do quociente Y/X^{β} .

As estimativas dos parâmetros, quando do uso da equação 1, foram estimadas utilizando-se um procedimento de regressão não linear robusta (PROC NLIN) e aplicando-se o método dos mínimos quadrados re-ponderado iterativamente, baseado no algoritmo de Marquardt como implementado no SAS (SAS Institute, Cary, NC,

USA). Para satisfazer o critério de robustez, uma estimativa inicial do desvio padrão (σ) e uma constante de ajuste (4,685) foram usadas (Beaton and Tukey, 1974).

No escalonamento das variáveis utilizadas para expressar o consumo bem como a massa ruminal com relação à massa animal (Tabela 6), verifica-se que os valores de β diferem da unidade para todas as variáveis medidas à exceção do consumo de fibra fisicamente efetiva.

Tabela 6 – Valores estimados de α e β para cada parâmetro estudado

Variável	$\alpha \pm \text{D.P.}$	I.C. (95%)		$\beta \pm \text{D.P.}$	I.C. (95%)	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
CMS (g.d ⁻¹)	211,4 $\pm$ 219,5	-230,50	653,30	0,471 $\pm$ 0,264	-0,061	1,002
CMO (g.d ⁻¹)	193,20 $\pm$ 203	-215,40	601,90	0,472 $\pm$ 0,267	-0,066	1,010
CFDN (g.d ⁻¹)	96,93 $\pm$ 90,62	-85,47	279,30	0,482 $\pm$ 0,238	0,004	0,961
CPB (g.d ⁻¹)	34,20 $\pm$ 35,92	-38,10	106,50	0,455 $\pm$ 0,267	-0,083	0,993
CEE (g.d ⁻¹)	4,56 $\pm$ 7,22	-9,972	19,08	0,411 $\pm$ 0,403	-0,401	1,223
CCT (g.d ⁻¹)	153,7 $\pm$ 161,6	-171,70	479,00	0,476 $\pm$ 0,268	-0,063	1,015
CCNF (g.d ⁻¹)	56,97 $\pm$ 107,6	-159,50	273,50	0,464 $\pm$ 0,480	-0,503	1,431
CLDA (g.d ⁻¹)	6,96 $\pm$ 6,73	-6,585	20,50	0,448 $\pm$ 0,246	-0,047	0,942
CNDT (g.d ⁻¹)	161,9 $\pm$ 185,8	-212,0	535,8	0,435 $\pm$ 0,292	-0,153	1,023
CEL (Mcal.d ⁻¹)	0,369 $\pm$ 0,427	-0,490	1,227	0,432 $\pm$ 0,294	-0,160	1,025
CRF (g)	1029 $\pm$ 920	-822,40	2881,50	0,560 $\pm$ 0,225	0,107	1,014
CRL (g)	996 $\pm$ 888	-790,70	2783,80	0,540 $\pm$ 0,225	0,088	0,992
CRMS (g)	57,08 $\pm$ 60,28	-64,26	178,40	0,726 $\pm$ 0,266	0,191	1,260
CRMO (g)	53,71 $\pm$ 56,79	-60,61	168,00	0,725 $\pm$ 0,266	0,190	1,260
CRFDN (g)	38,50 $\pm$ 42,84	-47,73	124,70	0,703 $\pm$ 0,28	0,139	1,266
CRLDA (g)	5,11 $\pm$ 7,74	-10,47	20,68	0,769 $\pm$ 0,381	0,002	1,535
VR (Litros)	1,033 $\pm$ 0,931	-0,842	2,908	0,559 $\pm$ 0,227	0,101	1,016

D.P = desvio padrão do parâmetro; I.C. = intervalo de confiança; CMS = consumo de matéria seca; CMO = consumo de matéria orgânica; CFDN = consumo de fibra em detergente neutro; CPB = consumo de proteína bruta; CEE = consumo de extrato etéreo; CCT = consumo de carboidratos totais; CCNF = consumo de carboidratos não-fibrosos; CLDA = consumo de lignina em detergente ácido; CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais; CEL = consumo de energia líquida; kl = eficiência líquida de utilização da energia metabolizável; CRF = conteúdo ruminal fresco; CRL = conteúdo ruminal líquido; CRMS = conteúdo ruminal de matéria seca; CRMO = conteúdo ruminal de matéria orgânica; CRFDN = conteúdo ruminal de fibra em detergente neutro; CRLDA = conteúdo ruminal de lignina em detergente ácido; VR = volume ruminal.

Satisfeitos os critérios para avaliação do efeito de massa corporal animal sobre as variáveis, os dados obtidos (escalonados ou não) foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 1999), utilizando-se o procedimento PROC MIXED para avaliação dos efeitos e obtenção dos coeficientes de regressão. O procedimento PROC GLM foi utilizado para obtenção dos coeficientes de variação e R^2 .

Resultados

A variação nos níveis de fibra da forragem afetou os consumos, expressos como logaritmo natural da variável escalonada para massa animal, $\ln(\text{g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1})$, de matéria seca, de matéria orgânica, de proteína bruta, de extrato etéreo, de carboidratos totais, de carboidratos não-fibrosos e de nutrientes digestíveis totais, bem como o consumo de energia líquida expresso em logaritmo natural de $\text{Mcal.kg}^{-1}.\text{d}^{-1}$ (Tabela 7).

Tabela 7 – Consumo de matéria seca, nutrientes e energia em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
⁽¹⁾ CMS $\ln(\text{g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1})$	Y = 6,072 - 0,017 FDNf**	0,88	5,35
CMS (%M)	Y = 4,62 - 0,043 FDNf**	0,91	26,53
⁽²⁾ CMO $\ln(\text{g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1})$	Y = 6,015 - 0,018 FDNf**	0,88	5,45
⁽³⁾ CFDN $\ln(\text{g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1})$	Y = 4,539	--	6,36
CFDN (%M)	Y = 1,279	--	27,76
CFDN (g.kgMS^{-1})	FDNf x TP*	--	1,84
⁽⁴⁾ CPB $\ln(\text{g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1})$	Y = 4,305 - 0,018 FDNf**	0,86	7,94
⁽⁵⁾ CEE $\ln(\text{g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1})$	Y = 3,134 - 0,038 FDNf***	0,92	20,32
⁽⁶⁾ CCT $\ln(\text{g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1})$	Y = 5,782 - 0,017 FDNf**	0,88	5,74
⁽⁷⁾ CCNF $\ln(\text{g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1})$	Y = 6,461 - 0,057 FDNf***	0,97	7,22
⁽⁸⁾ CLDA $\ln(\text{g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1})$	Y = 1,904	--	15,42
CLDA (%M)	Y = 0,08	--	28,25
CLDA (g.kgMS^{-1})	Y = 0,345+0,0667 FDNf***- 0,0752 TP + 0,0034 TP ² **	0,99	3,65
⁽⁹⁾ CNDT $\ln(\text{g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1})$	Y = 6,095 -0,0235 FDNf***	0,93	5,48
⁽¹⁰⁾ CEL $\ln(\text{Mcal.d}^{-1})$	Y = 0,0431 - 0,0242 FDNf***	0,93	6,07

CMS =consumo de matéria seca; CMO = consumo de matéria orgânica; CFDN = consumo de fibra em detergente neutro; CPB = consumo de proteína bruta; CEE = consumo de extrato etéreo; CCT = consumo de carboidratos totais; CCNF = consumo de carboidratos não fibrosos; CLDA = consumo de lignina em detergente ácido; CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais; CEL = consumo de energia líquida; M = massa corporal animal; ln = Logaritmo natural da variável originalmente expressa em g.d^{-1} .

^{(1)(2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10)}Dados analisados para ln da variável escalonada, considerando-se respectivamente os valores de $\beta = 0,471; 0,472; 0,482; 0,455; 0,411; 0,476; 0,464; 0,448; 0,435; 0,432$; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,0001.

Níveis crescentes de fibra da forragem na dieta promoveram a diminuição linear (P<0,01) dos consumos. Tais resultados assemelham-se aos de Carvalho (2002) e Branco (2005), que trabalharam com níveis crescentes de fibra da forragem na dieta de cabras leiteiras e obtiveram efeito linear decrescente no consumo dos nutrientes em questão. Por outro lado, não foi verificado efeito de qualquer uma das variáveis estudadas sobre o consumo de fibra em detergente neutro e lignina, em

$\ln(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1})$, e em percentual da massa corporal animal (%M), com valores originais médios de $639 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ e $1,28 \% \text{M}$ para o consumo de FDN, e $40,09 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ e $0,08 \% \text{M}$ para o consumo de lignina.

Houve redução de cerca de 30% no consumo de matéria seca, ao passo que não houve nenhuma alteração significativa no consumo de fibra em função dos níveis crescentes de fibra da forragem na dieta (Figura 1).

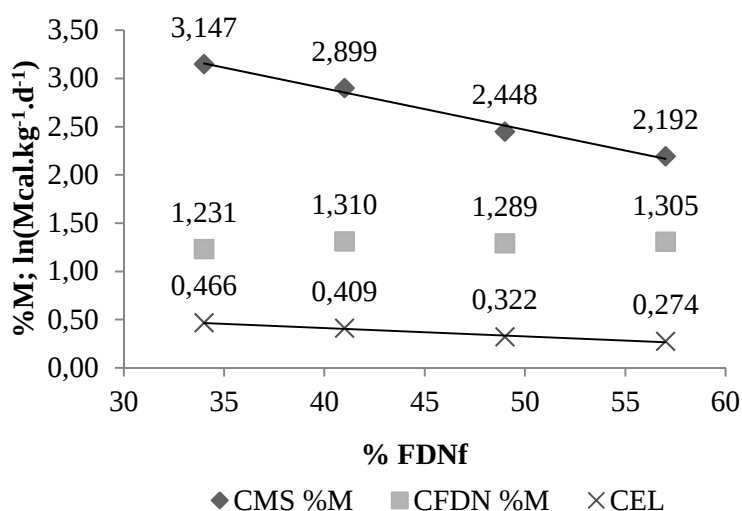


Figura 1 – Consumo de matéria seca (CMS) e fibra (CFDN), em percentual da massa animal (%M), e consumo de energia líquida (CEL), em $\ln(\text{Mcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1})$, em função do nível de fibra forrageira na dieta

O constante consumo de fibra em detergente neutro mediante ao aumento dos níveis de fibra da forragem na dieta, pode indicar a ocorrência da limitação física de consumo. Neste quadro de possível repleção ruminal, verifica-se que o consumo máximo de fibra é atingido e mantido constante, enquanto a quantidade de matéria seca consumida decresce em função dos maiores níveis de fibra da forragem na dieta. Como consequência do consumo constante de fibra e redução no consumo de matéria seca, verificou-se o aumento da concentração de fibra na matéria seca consumida com interação ($P < 0,05$) entre os fatores de tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta (Figura 2).

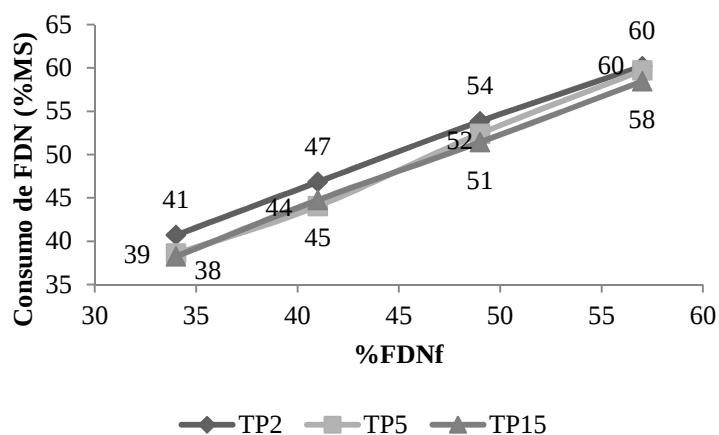


Figura 2 – Consumo de fibra, em %MS, em detergente neutro em função do tamanho de partícula e níveis de fibra da forragem na dieta.

É possível notar que o fornecimento de tamanhos menores de partícula (2 cm) promoveram maior consumo de fibra em %MS, em todos os níveis de FDNf. Já o tamanho grande de partícula (15 cm), pode ter proporcionado ao animal a possibilidade de selecionar partes mais digestíveis da planta, apresentando assim, o consumo mais baixo de fibra em %MS em quase todos os níveis de FDNf.

A redução no consumo de proteína bruta pode ter ocorrido em função do menor consumo de matéria seca, já que as dietas foram formuladas para serem isoprotéicas. Além do menor consumo de matéria seca, outro fator que pode ter influenciado no menor consumo de extrato etéreo e de nutrientes digestíveis totais, foi o menor teor destes nutrientes em dietas com níveis mais elevados de FDNf. Optou-se pela não adição de óleos, a fim de não trazer quaisquer prejuízos sobre a digestão da fibra. A digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
DMS (%)	$Y = 84,267 - 0,324 \text{ FDNf}^{***}$	0,94	3,40
DMO (%)	$Y = 86,522 - 0,332 \text{ FDNf}^{***}$	0,94	3,36
DPB (%)	$Y = 74,28$	--	2,75
DFDN (%)	$Y = 67,51$	--	4,57
DEE (%)	$Y = 194,98 - 4,752 \text{ FDNf} + 0,040 \text{ FDNf}^2^{**}$	0,99	8,37
DCT (%)	$Y = 26,328 + 3,257 \text{ FDNf} - 0,047 \text{ FDNf}^2^{***}$	0,98	4,39
DCNF (%)	$Y = 89,992 - 0,425 \text{ FDNf}^{***}$	0,95	3,67

DMS = digestibilidade da matéria seca; DMO = digestibilidade da matéria orgânica; DPB = digestibilidade da proteína bruta; DFDN = digestibilidade da fibra em detergente neutro; DEE = digestibilidade do extrato etéreo; DCT = digestibilidade dos carboidratos totais; DCNF = digestibilidade dos carboidratos não fibrosos; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,0001.

O tamanho de partícula da forragem não influenciou a digestibilidade da matéria seca ou de qualquer um dos nutrientes. No entanto, o aumento do nível de FDNf na dieta promoveu decréscimo linear ($P<0,0001$) nas digestibilidades da matéria seca, da matéria orgânica e dos carboidratos não-fibrosos. A digestibilidade do extrato etéreo e dos carboidratos totais apresentaram efeitos quadráticos ($P<0,01$ e $P<0,0001$, respectivamente) em função do aumento dos níveis de FDNf. ao passo que a digestibilidade da proteína bruta e da fibra em detergente neutro não foram influenciadas. É possível verificar a variação da digestibilidade da matéria seca e de alguns nutrientes na Figura 3.

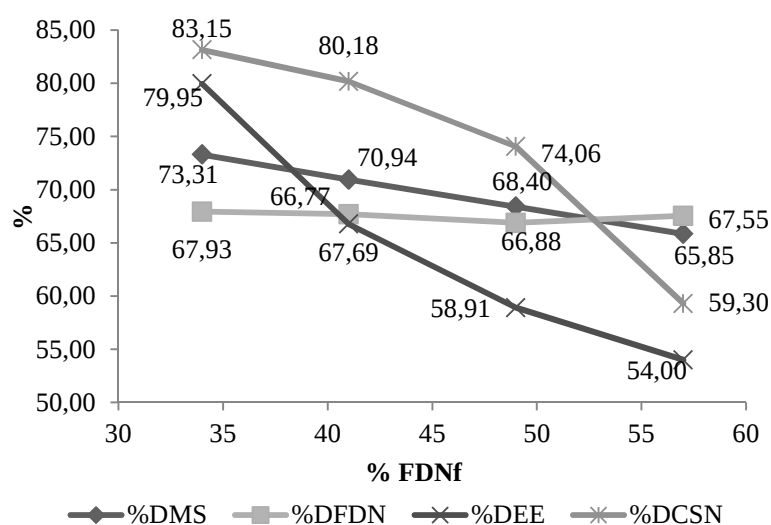


Figura 3 – Digestibilidade, da matéria seca, da fibra em detergente neutro, do extrato etéreo e dos carboidratos não fibrosos em função dos níveis de fibra da forragem, expressos em percentual.

Foi observada queda muito acentuada na digestibilidade do extrato etéreo e dos carboidratos não fibrosos, ao redor de 26 e 23 pontos percentuais, respectivamente.

A digestibilidade da proteína bruta foi de 74,28%, valor este muito próximo àqueles encontrados por Carvalho (2002) e Branco (2005), de 77,29 e 75,72%, respectivamente, que também trabalharam com níveis de fibra da forragem (de 19 a 48 %FDNf) para cabras leiteiras.

No presente trabalho, a digestibilidade da FDN não foi alterada com o aumento do nível de fibra da forragem na dieta, assim como verificado por Branco (2005), porém ocorreu em magnitude muito maior 67,51% vs. 59,26%. Carvalho

(2002) verificou relação linear crescente entre a digestibilidade da FDN e o nível de fibra da forragem na dieta com valor médio de 61,52 e variação entre 53,58% e 69,45%. No entanto, deve-se observar que haviam diferenças entre os fenos utilizados no presente trabalho, no de Carvalho (2002) e no de Branco (2005), onde as concentrações de FDN foram, respectivamente de 68,54%, 69,42% e 75,78%, e relação FDA:LIG de 16,42, 11,89 e 4,98. Verificando-se assim, a qualidade superior do feno utilizado no presente trabalho, e justificando sua maior digestibilidade média da FDN.

Teoricamente o aumento do conteúdo de fibra da forragem na dieta elevaria a digestibilidade da fibra, principalmente em função de maior tempo de retenção de partículas no rúmen, fato que não ocorreu no presente trabalho.

Na Tabela 9 são apresentados o consumo, a excreção e o aproveitamento de nitrogênio pelo animal em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta.

Tabela 9 – Consumo, excreção e aproveitamento de nitrogênio em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
N consumido (g.d ⁻¹)	Y = 64,516 - 0,630 FDNf**	0,86	27,87
N exógeno fecal (g.d ⁻¹)	Y = 17,316 - 0,177 FDNf**	0,82	30,2
N metabólico fecal (g.d ⁻¹)	Y = 10,787 - 0,108 FDNf**	0,86	27,85
N indigerido (g.d ⁻¹)	Y = 6,524 - 0,068 FDNf**	0,70	37,25
N urinário (g.d ⁻¹)	Y = 14,396	--	29,14
N urinário endógeno (g.d ⁻¹)	Y = 1,730	--	12,2
N urinário exógeno (g.d ⁻¹)	Y = 12,665	--	32,66
N excretado no leite (g.d ⁻¹)	Y = 5,528	--	48,02
Balanço de nitrogênio (g.d ⁻¹)	Y = 38,701 - 0,5376 FDNf**	0,80	37,24
NVD (g.d ⁻¹)	Y = 57,992 - 0,562 FDNf**	0,86	27,53
VBReal (%)	Y = 75,009 - 0,327 FDNf*	0,60	13,43

NVD = nitrogênio verdadeiramente digerido; VBReal = valor biológico real; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,0001.

Na medida em que aumentou-se o nível de fibra da forragem na dieta verificou-se o decréscimo linear (P<0,001) dos nitrogênios consumido, excretado nas fezes, metabólico fecal e indigerido, e do balanço de nitrogênio, do nitrogênio verdadeiramente digerido e do valor biológico real do nitrogênio. Já os nitrogênios urinários de origem endógena e exógena, bem como aquele excretado no leite, não foram afetados nem pelo tamanho de partícula, nem pelos níveis de fibra da forragem.

Apesar da diminuição do consumo de nitrogênio de 43g.d⁻¹ a 28,6g.d⁻¹ com o aumento dos níveis de FDNf na dieta, também foi verificada a menor participação da fração endógena nas fezes, trazendo como consequência a menor porção de nitrogênio indigerido nas fezes. Tal resultado aliado à constância do nitrogênio excretado na urina e no leite, possibilitou que o balanço de nitrogênio, apesar de apresentar resposta linear decrescente, tivesse saldo positivo mesmo em níveis mais elevados de FDNf na dieta, não indicando problemas quanto a quantidade de nitrogênio retido no organismo.

O valor biológico real que, segundo Coelho da Silva e Leão (1979), indica a proporção da proteína alimentar que pode ser utilizada pelo animal para síntese de tecidos e outros compostos, apresentou comportamento decrescente em função da elevação dos níveis de FDNf na dieta, variando de 63,88 a 56,36%. No entanto, como a quantidade de nitrogênio no leite manteve-se inalterada, a redução do valor biológico em níveis mais altos não parece trazer qualquer prejuízo para a produção.

Na tabela 10 são apresentados dados de massa fresca, seca, orgânica, de fibra em detergente neutro e de lignina no rúmen.

Tabela 10 – Conteúdo ruminal de matéria seca e nutrientes em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
⁽¹⁾ CRF ln(g.kg ⁻¹)	Y = 6,341 + 0,0124 FDNf**	0,95	3,5
⁽²⁾ CRLIQ ln(g.kg ⁻¹)	Y = 6,294 + 0,0128 FDNf**	0,95	3,46
⁽³⁾ CRMS ln(g.kg ⁻¹)	Y = 3,99	--	8,56
CRMS (%M)	Y = 1,001 + 0,02056 FDNf*	0,62	30,17
⁽⁴⁾ CRMO ln(g.kg ⁻¹)	Y = 3,92	--	8,72
⁽⁵⁾ CRFDN ln(g.kg ⁻¹)	Y = 2,834 + 0,017 FDNf**	0,70	9,23
CRFDN (%M)	Y = 0,2658 + 0,0204 FDNf**	0,82	29,9
CRFDN (%MS)	Y = FDNf x TP*	0,03	4,31
⁽⁶⁾ CRLDA ln(g.kg ⁻¹)	Y = 1,535	--	29,21
CRLDA (%M)	Y = 0,0585 + 0,0032 FDNf*	0,49	40,33
CRLDA (%MS)	Y = 10,54	--	26,06

CRLIQ = conteúdo ruminal líquido; CRMS = conteúdo ruminal de matéria seca; CRMO = conteúdo ruminal de matéria orgânica; CRLDA = conteúdo ruminal de lignina em detergente ácido; FDNf x TP = interação entre Fibra da forragem e tamanho de partícula; ln = Logaritmo natural da variável escalonada expressa em g.kg⁻¹;

⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾ ⁽⁶⁾ Dados analisados para ln da variável escalonada, considerando-se respectivamente os valores de β = 0,560; 0,540; 0,726; 0,725; 0,703; 0,769; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,0001.

Com o aumento nos níveis de fibra da forragem da dieta verificou-se aumento linear crescente (P<0,01) dos conteúdos ruminais fresco, líquido e fibroso, expressos em ln(g.kg⁻¹), e dos conteúdos ruminais de matéria seca, de fibra e de lignina (P<0,05), expresso em percentual da massa corporal animal. No entanto, não foram

verificados efeitos de qualquer uma das variáveis independentes estudadas sobre o conteúdo ruminal de matéria seca, de matéria orgânica e de lignina, expressos em $\ln(\text{g.kg}^{-1})$, e de lignina expresso em percentual da matéria seca no rúmen. Foi verificada interação ($P<0,05$) entre tamanho de partícula e nível de fibra da forragem sobre o conteúdo ruminal de fibra expresso em percentual da matéria seca.

Diante da não alteração do conteúdo ruminal seco, expresso em $\ln(\text{g.kg}^{-1})$, atribuiu-se o aumento linear do conteúdo fresco no rúmen ao conteúdo líquido, que também apresentou efeito linear crescente em função da elevação dos níveis de fibra da forragem.

Conforme apresentado (Tabela 10 e Figura 4), os conteúdos de matéria seca e lignina, expressos em $\ln(\text{g.kg}^{-1})$, não foram influenciados pelas variáveis estudadas. Apenas o conteúdo de fibra em detergente neutro apresentou efeito linear crescente ($P<0,01$) em função dos níveis de fibra na dieta. Tal resposta indica que os animais podem apresentar algum tipo de acomodação da maior quantidade de fibra no rúmen.

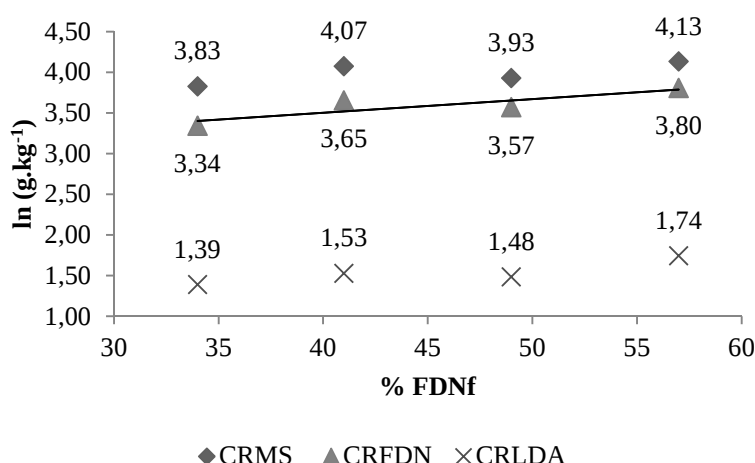


Figura 4 – Conteúdo ruminal de matéria seca (CRMS), fibra em detergente neutro (CRFDN) e lignina em detergente ácido (CRLDA) em função dos diferentes níveis de fibra da forragem na dieta.

Branco (2005) verificou em cabras fistuladas, com consumo em nível de manutenção, que a concentração ruminal de fibra (valor médio de 46,8%), em percentual da matéria seca ruminal, não foi alterada em função dos níveis de fibra da forragem. A mesma autora conclui que tal resultado indica que os animais consomem até atingir sua capacidade física, independente do nível de FDN.

No presente experimento, a concentração de fibra em percentual da matéria seca ruminal, apresentou efeito interativo entre tamanho e nível de fibra da forragem na dieta (Figura 5).

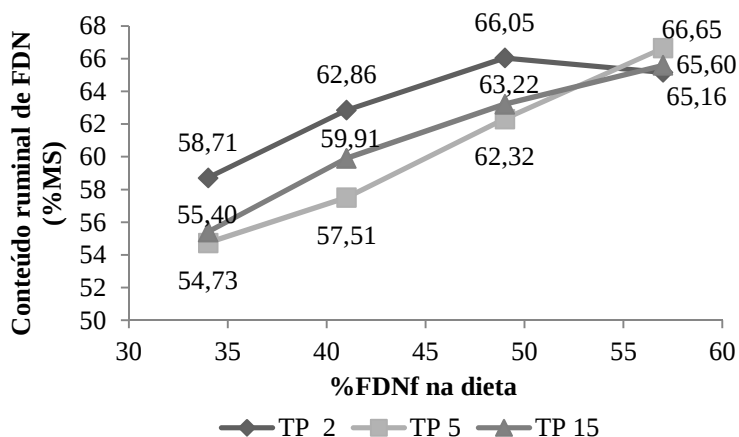


Figura 5 – Conteúdo ruminal de fibra em detergente neutro, %l da matéria seca, em função dos diferentes tamanhos de partícula e níveis de fibra da forragem na dieta.

Analisando a interação, percebe-se que animais consumindo tamanhos menores de partícula (2 cm) apresentaram a maior concentração de fibra no rúmen em níveis crescentes de FDNf. Ao passo que animais consumido partículas de tamanhos médio (5 m) e grande (15 cm) apresentaram concentrações menores de FDN no rúmen, em comparação aos animais recebendo tamanho de partículas menores, porém com valores crescentes nos diferentes níveis de FDNf. Apesar das diferenças entre os tamanhos de partícula, nota-se que no nível mais elevado de FDNf o percentual de fibra no rúmen referentes aos três tamanhos de partícula são muito próximos. Provavelmente, a maior concentração de fibra no rúmen de animais consumindo partículas de menor tamanho se deve a menor possibilidade de seleção por partes mais digestíveis e com menor quantidade de componentes fibrosos.

Deve-se considerar que a participação da lignina no rúmen foi constante, seja em $\ln(g.kg^{-1})$ ou em percentual da matéria seca no rúmen, não apresentando variação entre os níveis de fibra da forragem.

Na tabela 11 são apresentados o tempo médio de renovação da lignina e os tempos médios de renovação aparentes da matéria seca e da fibra em detergente neutro.

Tabela 11–Tempo médio de renovação da matéria seca e de componentes fibrosos no rúmen de cabras leiteira em função do tamanho partícula e nível de fibra da forragem

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
TMR MS (horas)	$Y = -2,6 + 0,4675 \text{ FDNf}^{***}$	0,83	20,73
TMR FDN (horas)	$Y = 8,446 + 0,323 \text{ FDNf}^{***}$	0,65	19,78
TMR LDA (horas)	$Y = 63,47$	--	34,26

TMR MS = tempo médio de renovação da matéria seca; TMR FDN = tempo médio de renovação da fibra em detergente neutro; TMR LDA = tempo médio de renovação da lignina em detergente ácido; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,0001.

O tempo médio de renovação da lignina não foi influenciado por qualquer um dos fatores estudados e apresentou valor médio de 63,47 horas. Já os tempos médios de renovação aparente da matéria seca e da fibra em detergente neutro apresentaram efeito linear crescente ($P<0,0001$) em função dos níveis crescentes de fibra da forragem na dieta, variando de 13,3 a 24 horas e de 19,4 a 27 horas, respectivamente. Deve-se observar que o tempo médio de renovação para a matéria seca e para a fibra em detergente neutro foram denominadas como “aparentes”, devido a possibilidade de sofrerem perda de massa no rúmen por digestão.

Apesar da ausência de efeito do nível de fibra da forragem sobre o tempo médio de renovação da lignina, nota-se numericamente (Figura 6) que o tempo para a renovação nos três primeiros níveis apresenta-se constante, e no último nível de fibra apresenta súbito aumento no número de horas.

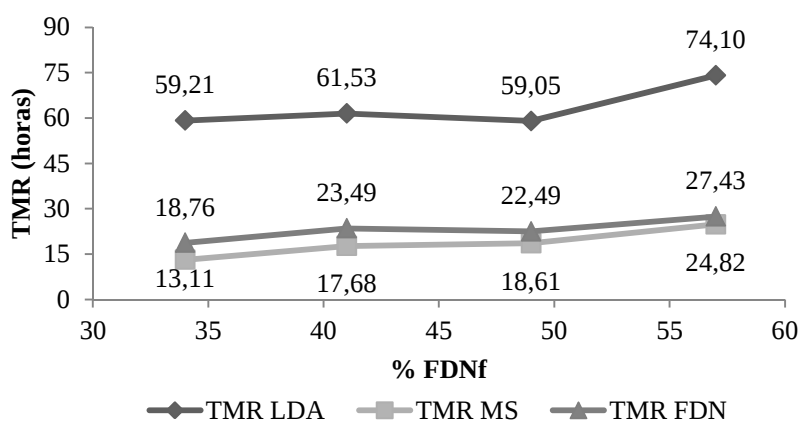


Figura 6 – Tempo médio de renovação, em horas, da lignina (TMR LDA), da matéria seca (TMR MS) e da fibra em detergente neutro (TMR FDN) em função dos diferentes níveis de fibra da forragem na dieta.

A produção e composição lácteas, bem como as eficiências de utilização da energia para produção de leite em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta, são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 –Produção e composição do leite e eficiência de utilização da energia para produção em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
PL (kg.d ⁻¹)	Y = 2,292 - 0,028 FDNf**	0,87	52,97
Gordura (%)	FDN x TP*	0,44	15,78
Proteína bruta (%)	Y = 3,25	--	10,29
Lactose (%)	Y = 4,15	--	8,26
Sólidos totais (%)	FDNf x TP*	0,44	6,74
Gordura (g.d ⁻¹)	Y = 79,267 - 0,967 FDNf**	0,75	54,57
Proteína bruta(g.d ⁻¹)	Y = 72,324 - 0,893 FDNf**	0,83	47,86
Lactose (g.d ⁻¹)	Y = 100,52 - 1,286 FDNf **	0,85	54,66
Sólidos totais (g.d ⁻¹)	Y = 273,73 - 3,418 FDNf**	0,82	51,27
k m+p	Y = 0,183 + 0,010 FDNf***	0,81	20,85
kl	Y = 0,467	--	61,5

PL = produção de leite; k m+p = eficiência bruta; kl = eficiência líquida; FDNf x TP = interação entre tamanho de partícula e nível de fibra da forragem; *P<0,05**P<0,01; ***P<0,0001.

A produção de leite apresentou efeito linear decrescente (P<0,01) em função do nível de fibra da forragem na dieta, com variações na produção de 1,34 a 0,696 kg.d⁻¹ de leite de acordo com o aumento nos níveis de FDNf. Tal efeito linear decrescente em função dos níveis de fibra da forragem também foi verificado nas quantidades de gordura, proteína, lactose e sólidos totais no leite, expressas em g.d⁻¹. Provavelmente, com a redução da quantidade de leite produzida, a quantidade de componentes, em g.d⁻¹, também diminuiu.

Não foi observado efeito de qualquer uma das variáveis sobre o percentual de proteína e lactose no leite. Ao passo que na gordura do leite houve efeito interativo entre tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta (Figura 7).

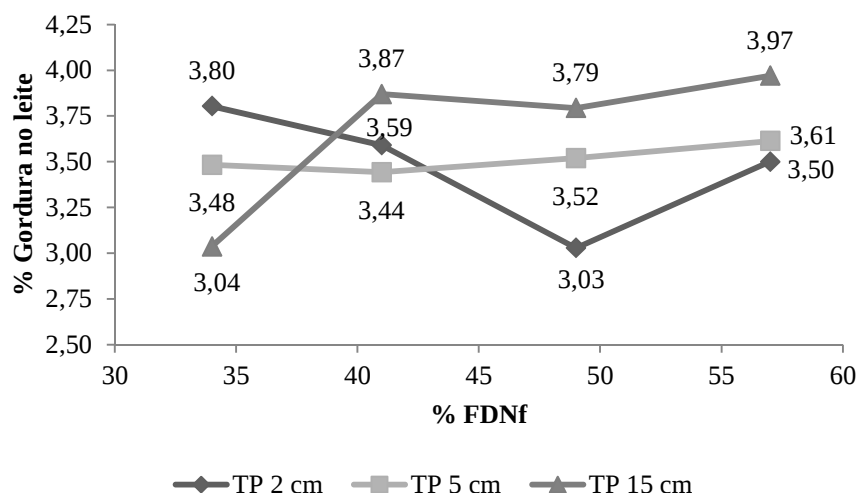


Figura 7 – Teor de gordura no leite em função do tamanho de partícula e níveis de fibra da forragem na dieta

É possível notar que animais consumindo o tamanho médio de partícula (5 cm) não apresentaram grande variação no teor de gordura no leite em diferentes níveis de fibra. Já animais consumindo menor tamanho de partícula apresentaram níveis reduzidos de gordura até o nível de 49% FDNf, apresentando ligeiro aumento no nível mais alto de fibra. O consumo de partículas grandes de feno apresentou cada vez maiores teores de gordura no leite, apresentando-se superior aos outros tamanhos de partícula em quase todos os níveis de fibra da forragem.

Lu (1987) verificou que o tamanho de partícula da forragem promoveu diferenças no teor de gordura no leite de cabras. O autor indica que provavelmente alterações na relação acetato:propionato poderiam ter ocasionado a mudança no teor de gordura no leite. No entanto, atualmente sabe-se que a redução de gordura no leite está relacionada a presença de ácidos graxos específicos no leite, como por exemplo o CLA *trans*-10 *cis*-12 18:2 e *trans*-10 18:1 (Palmquist e Mattos, 2006).

Foi verificado também efeito interativo entre as variáveis estudadas sobre o teor de sólidos totais no leite (Figura 8).

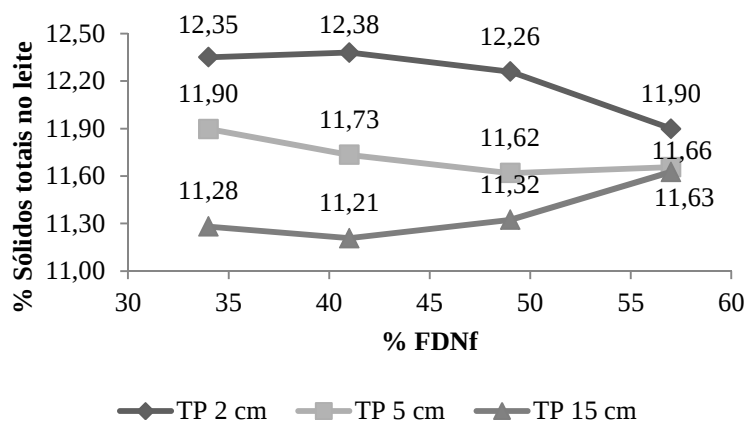


Figura 8 – Percentual de sólidos totais no leite em função do tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta

Verifica-se que nos diferentes níveis de fibra na dieta as concentrações de sólidos totais mesmo em conjunto com outros componentes sólidos do leite, como a lactose e a proteína, mantém a tendência de queda quando fornecidas partículas pequenas, a de aumento com partículas grandes, e constância quando partículas de tamanho intermediário são fornecidas.

As eficiências bruta e líquida de utilização da energia para produção de leite apresentaram, respectivamente, efeito linear crescente ($P < 0,0001$) e ausência de qualquer efeito, em níveis crescentes de fibra da forragem na dieta (Figura 9).

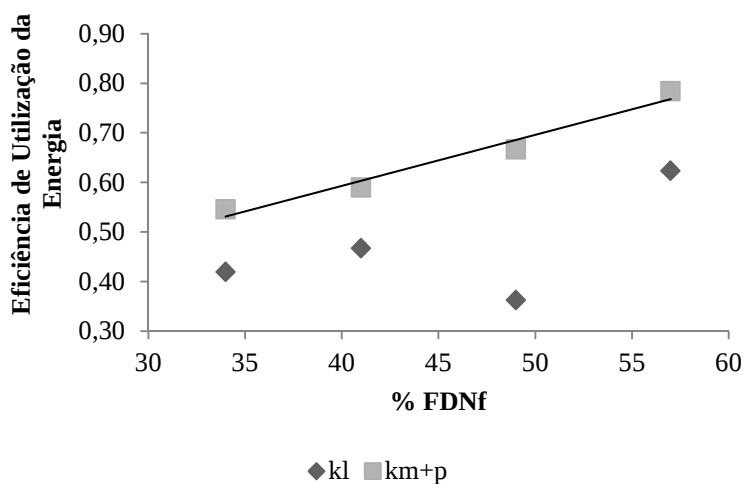


Figura 9 – Eficiência bruta (km+p) e líquida (kl) de utilização da energia metabolizável para produção de leite.

Nota-se que com a elevação dos níveis de fibra na dieta, a eficiência líquida de utilização da energia metabolizável aumentou numericamente. No entanto, a queda observada no nível de 49% de FDNf provavelmente mascarou a obtenção do efeito regressivo.

Discussão

Como observado na tabela 7 o tamanho de partícula da forragem não influenciou o consumo de matéria seca e de nutrientes pelos animais, expressos em $\ln(g.kg^{-1}.d^{-1})$. É curioso não haver qualquer efeito no consumo em função do tamanho de partícula. Zhao et al. (2011) trabalhando com o mesmo nível de fibra em efetividades físicas crescentes (aumentando o percentual de partículas grandes) em dietas de cabras, observou queda no consumo de matéria seca e atribuiu isso a menor taxa de passagem proporcionada por tamanho grandes de partícula. McSweeney and Kennedy (1992) observaram aumento no consumo quando partículas menores foram oferecidas aos animais.

O aumento dos níveis de fibra da forragem na dieta promoveu a redução linear do consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e carboidratos totais e não fibrosos, assim como de NDT. Tal redução no consumo dos nutrientes, em função do aumento nos níveis de fDNf, pode ter ocorrido devido ao volume ocupado pelos componentes estruturais da planta e por conseguinte, pelo conteúdo em parede celular no trato gastrointestinal dos animais (Van Soest, 1994).

Na nutrição de ruminantes assumimos que o consumo voluntário de alimentos ocorre até que a demanda energética do animal seja alcançada, a menos que a limitação física de consumo intervenha (Forbes, 1977). Dessa forma, é possível que quando dietas ricas em fibra e com baixa concentração de energia são fornecidas, como no caso do presente trabalho, o consumo seja limitado pela capacidade física do animal, tornando-se função característica da dieta (Mertens, 1994).

A recomendação da concentração mínima de fibra na dieta de bovinos é de 25% na dieta, respeitando-se a possível variação em função do potencial de produção dos animais. Não existem recomendações bem definidas quanto ao nível de fibra na dieta para maximizar o consumo de caprinos. Carvalho (2002) trabalhou com diferentes níveis de fibra da forragem na dieta de cabras leiteiras e observou que o consumo de matéria seca foi otimizado ao nível de 27% de FDN da forragem para cabras em lactação. Branco (2005) também trabalhou com níveis crescentes de fibra na dieta em maturidades diferentes de feno, e observou maior consumo de matéria seca ao nível de 28% com feno maduro, enquanto que com feno imaturo o consumo máximo de matéria seca não pôde ser indicado em função da queda no consumo

desde o primeiro nível de fibra testado, assim como ocorreu no presente experimento.

Em ambos os trabalhos, não parece ter havido efeito de repleção ruminal mesmo em níveis mais elevados de fibra, onde espera-se-ia que o consumo máximo de fibra seria atingido e mantido em níveis mais elevados de fibra na dieta, assim como foi observado no presente trabalho. A variação no consumo de fibra nestes trabalhos foram de 1,06 a 1,94% e 0,9 a 1,3% da massa animal, respectivamente para Carvalho (2002) e Branco (2005). Mertens (1994) indicou que a ingestão ótima de fibra em detergente neutro se dá quando o consumo não está sendo limitado nem pelo alcance da demanda energética e nem pela distensão do retículo-rúmen, sendo feita tal recomendação no valor de $1,2 \pm 0,1$ % da massa animal para bovinos (Mertens, 1994; NRC, 2001), valor muito próximo ao encontrado no presente trabalho em média de 1,28% da massa animal.

Quando o consumo de matéria seca é limitado pela distensão do retículo-rúmen, tal limitação parece resultar da taxa de remoção da digesta do retículo-rúmen por digestão, absorção e passagem. Dentre os principais limitantes do fluxo do retículo-rúmen estão o tamanho e densidade da partícula na digesta, a motilidade ruminal, características funcionais do orifício retículo-omasal e taxa de esvaziamento do abomaso (Allen, 1996).

Normalmente a distribuição do tamanho de partícula da digesta é dependente do tamanho de partícula inicial que foi oferecida, podendo ser quebrada através do uso de máquinas (como realizado no presente experimento), da mastigação durante a ingestão e ruminação, e pelo fluxo de pequenas partículas através do orifício retículo-omasal (Allen, 2000). Em situações em que a distensão ruminal limita o consumo, lançar mão de estratégias como a redução mecânica do tamanho de partícula oferecida poderia resultar em aumento no consumo de matéria seca se a densidade das partículas ou o tempo de ruminação aumentar. No entanto, segundo Allen (2000), poucos trabalhos têm reportado efeito significativo do tamanho de partícula sobre o consumo, assim como verificado no presente trabalho. No caso do presente trabalho, partículas oferecidas em tamanhos diferentes não promoveu qualquer efeito no consumo de matéria seca e nutrientes. Apenas o nível de fibra da forragem influenciou o consumo decrescente de matéria seca e nutrientes, porém sem afetar o consumo de fibra.

Beauchemin et al. (1994) reportou a existência de uma interação entre o tamanho de partícula da forragem (silagem picada em 0,5 e 1,0 cm) e a porcentagem de fibra na dieta (35 a 65%) sobre o consumo. Os autores verificaram que o consumo de matéria seca foi reduzido em cerca 3kg por dia quando o conteúdo de forragem foi aumentado de 35 para 65% com dietas contendo silagem de alfafa cortada em tamanhos grandes. No entanto a redução foi de menos do que 0,5 kg por dia quando o feno foi picado no menor tamanho.

Deve-se notar que em geral, diferenças no consumo de matéria seca promovidas por diferentes tamanhos de partícula acontecem quando compara-se a quebra grosseira do material moído, com opulverizado ou transformado em pellet (Welch, 1982; Woodford e Murphy, 1988; Kennedy et al. 1992; Hadjigeorgiou et al., 2003). No trabalho de Hadjigeorgiou et al. (2003) o maior tamanho utilizado pelos autores foi de 1,33 mm, ao passo que o menor tamanho de partícula utilizada no presente experimento foi de 1,85 mm.

Apesar da ausência de efeito no consumo de fibra, originalmente em g.d¹, deve-se observar que houve efeito interativo entre tamanho de partícula e nível de fibra da forragem sobre a concentração de fibra consumida (Figura 2). Tal interação nos permitiu visualizar a seleção por porções mais digestíveis (com menor participação de componentes fibrosos), quando partículas forrageiras de maior tamanho são oferecidas para os caprinos (Lu, 1987). Provavelmente o menor tamanho de partícula oferecido não permitiu a seleção dos animais por porções mais digestíveis, justificando assim o maior consumo de fibra em % da matéria seca. Outro fato que pode confirmar a seleção por partes mais digestíveis quando tamanhos de partícula maiores são oferecidos, foi o efeito de ambas variáveis estudadas sobre a concentração de lignina consumida (Tabela 7). Quanto maior o tamanho de partícula da fibra consumida, menor foi a quantidade de lignina consumida.

Na caracterização de um quadro de limitação física de consumo, o conteúdo ruminal de fibra em detergente do rúmen tem sido indicado como o principal determinante do enchimento ruminal ou repleção ruminal (Pond et al., 1988). Branco (2005) observou pequena variação (de 45,8 a 47,8%) na concentração de fibra no rúmen de cabras secas e fistuladas alimentadas com dietas variando de 19 a 48% de fibra da forragem. Tal autora cita que a pequena variação pode ser um indício de que os animais consomem até determinado limite. No presente trabalho, as concentrações de fibra no rúmen de cabras em lactação (outra condição fisiológica em comparação

ao trabalho anteriormente citado), apresentaram efeito interativo entre tamanho de partícula e nível de fibra da forragem na dieta de maneira similar a concentração de fibra consumida, porém em maior magnitude. O aumento dos níveis de FDNf na dieta promoveu a variação média de 56,28% a 65,8% de fibra no rúmen das cabras. Com relação a tamanha diferença entre os experimentos, podemos citar que Úden (1984) indica que vacas em lactação tem potencial para dobrar o peso seco do conteúdo ruminal, quando comparado a condição de manutenção, em resposta ao maior consumo de alimentos.

É interessante visualizar as interações entre tamanho de partícula e nível de fibra da forragem nas respostas de concentração de fibra consumida em % da MS (Figura 2), e concentração de fibra no rúmen (Figura 5). Nota-se que foram mantidos no rúmen os mesmos efeitos observados no consumo, porém em maior concentração de fibra provavelmente em função do acúmulo de material lentamente digestível, proveniente de refeições anteriores. O aumento da concentração de FDN no conteúdo ruminal em níveis crescente de FDNf pode ser comprovado, pelo aumento do tempo médio de renovação da FDN de 19,7 para 27 horas, entre o menor e o maior nível de FDNf.

Em geral, quando dietas ricas em forrageiras são fornecidas, a lenta fermentação e passagem de componentes fibrosos pelo retículo-rúmen reduzem a digestibilidade de outros componentes, ao passo que a da fibra é aumentada (Lu et al., 2005). No presente experimento, onde o menor nível de fibra da forragem proporcionou relação volumoso:concentrado de 56:44, verificou-se que apenas o nível de fibra da forragem influenciou a digestibilidade. Conforme elevou-se o nível de fibra da forragem na dieta, menores foram os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, CNF, CT e EE exceto o coeficiente de digestibilidade da fibra, que se manteve constante. Udén (1984) trabalhando com diferentes níveis de feno na dieta de vacas leiteiras mostrou que a digestibilidade da fibra aumenta de acordo com a maior participação de feno nas dietas em até cerca 50%. Depois disso houve a formação de um platô, onde mesmo em dietas com níveis maiores de feno, a digestibilidade da fibra apresentou-se constante.

Apesar do aumento numérico do tempo médio de renovação da lignina no rúmen de acordo com maiores níveis de fibra da forragem na dieta, não foi verificado efeito significativo sobre a variável. Já o tempo médio de renovação aparente da

matéria seca e da fibra foram crescentes de acordo com maiores níveis de FDNf. O maior tempo exigido para a renovação da fração fibrosa e sua conseqüente baixa taxa de passagem no rúmen podem ocupar espaço no trato gastrointestinal e inibir o consumo de novos materiais (Van Soest, 1994), assim como verificado neste trabalho.

Como o tamanho de partícula não promoveu mudança no tempo médio de renovação aparente da matéria seca e dos componentes fibrosos no rúmen. A realização de um estudo da dinâmica de passagem do feno em diferentes tamanhos e de líquidos pelo trato gastrointestinal dos animais com o uso de marcadores, poderia nos auxiliar na compreensão da real influência do tamanho de partícula em níveis de fibra da forragem sobre a dinâmica de passagem. Devendo ser este, objeto de futuros estudos a serem realizados.

Com o aumento do nível de fibra da forragem na dieta houve a redução no consumo e digestibilidade dos nutrientes (com exceção à fibra que se manteve constante em ambos), e aumento no tempo de renovação aparente da fibra no rúmen, podem indicar um aumento da massa ruminal de fibra. Fato realmente observado no experimento, onde a massa de fibra foi a única a ser alterada. Mediante aos efeitos observados, o consumo parece ter sido limitado pelo maior tempo de retenção de componentes lentamente digestíveis da dieta no trato gastrointestinal, impedindo o maior consumo de nutrientes para atender a demanda energética do animal. Nesse caso o não atendimento da demanda energética do animal pode ter comprometido a produção de leite dos animais, assim como verificado por Branco (2005).

Apesar do aumento numérico (Figura 9), os dados de eficiência líquida de utilização da energia metabolizável para produção de leite não diferiram estatisticamente. Provavelmente a maior eficiência de utilização em níveis mais altos de FDNf ocorreu em função da mobilização de reservas corporais dos animais (Figura 10). O baixo consumo de alimentos e a não satisfação da exigência de energia para a produção pode ter ocasionado a redução de massa dos animais consumindo dietas com níveis elevados de fibra da forragem. Ao passo que nos primeiros níveis de fibra pode-se verificar comportamento condizente das curvas de consumo, lactação e variação de peso tradicionalmente esperadas para o período de lactação, após o pico de lactação dos animais.

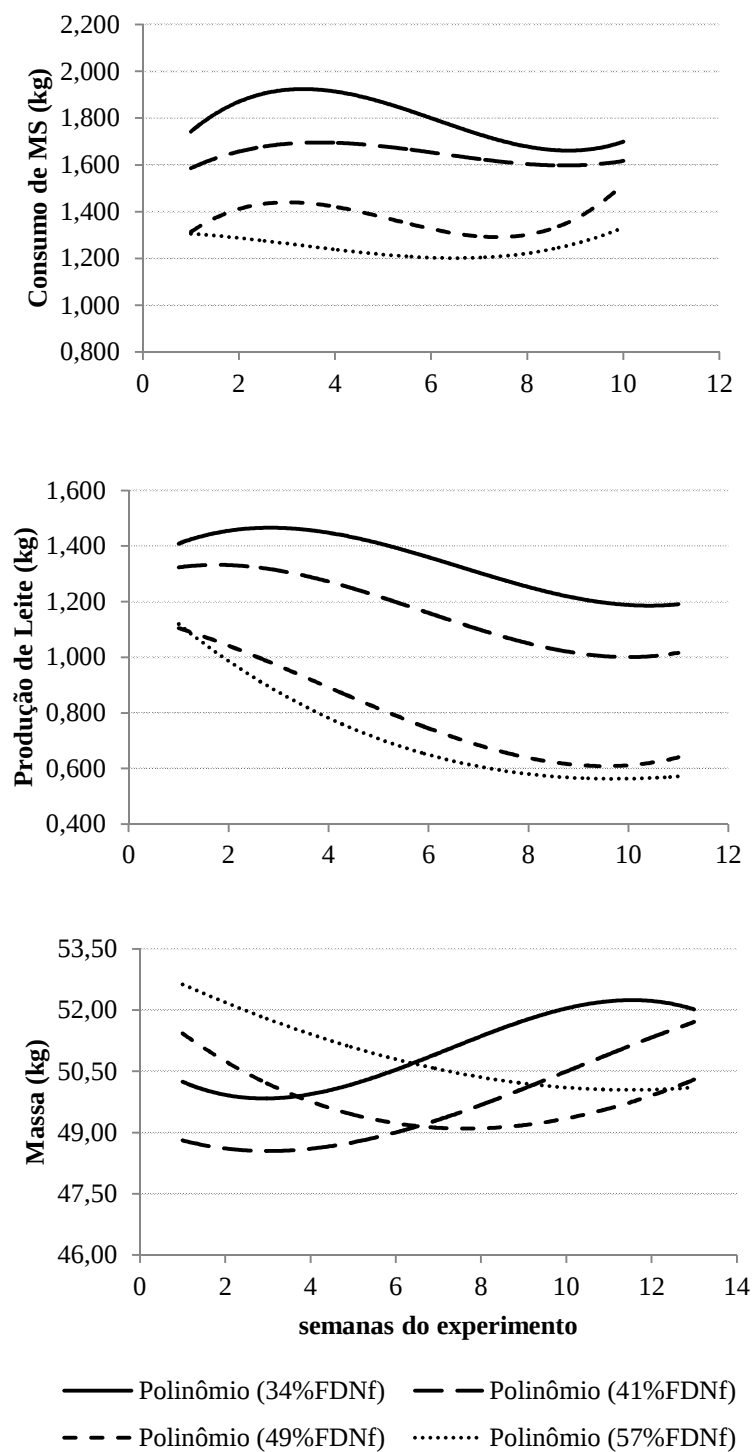


Figura 10 – Variação no consumo de matéria seca (kg), produção de leite (kg) e massa corporal (kg) dos animais consumindo dietas com diferentes níveis de fibra da forragem.

A descrição do desaparecimento do alimento do trato gastrointestinal requer a integração dos processos de digestão e passagem. Segundo Mertens e Ely (1982) a dinâmica da digestão pode ser dividida conceitualmente em três componentes que variam entre as forrageiras: o tamanho das frações potencialmente digestíveis, a taxa

de digestão e o *lag time*. A composição química da planta, sua morfologia, fatores limitantes a produção de enzimas por microrganismos, bem como fatores ligados ao animal, como o ambiente fermentativo alterado e a extrema redução da partícula pela mastigação, podem afetar a digestão. Segundo os mesmos autores, a dinâmica natural do processo digestivo implica que a extensão da digestibilidade está relacionada ao tempo que os alimentos permanecem no trato gastrointestinal, sendo assim o estágio fisiológico do animal, particularidades quanto a atividade ruminatória e a forma física da dieta podem influenciar o processo de passagem dos alimentos.

Mediante tais observações, esperar-se-ia que o tamanho de partícula da forragem oferecida pudesse apresentar qualquer influência sobre o tempo de renovação de componentes no trato gastrointestinal dos animais, a digestibilidade e a utilização de nutrientes. No entanto, o tamanho da partícula da forragem não ocasionou quaisquer mudanças nestas variáveis.

Alguns trabalhos tem sugerido que o tamanho de partícula é um importante fator a ser considerado em modelos de predição de consumo e digestibilidade da fibra em ruminantes (Lu, 1987; Woodford e Murphy, 1988; Kennedy et al., 1992; Bezerra et al., 2004; Bayat, 2010). No entanto, Shaver (1986) chama a atenção que em vacas, não devem ser encontradas diferenças na dinâmica de trânsito e no consumo de partículas se o feno utilizado for de boa qualidade e picado de forma grosseira ou grande, pois este fator físico pode ser eliminado pelos animais durante a mastigação.

Cogita-se a possibilidade de que a eficiência mastigatória apresentada pelos animais ao consumirem partículas de tamanhos diferentes, e que foi refletida no tamanho homogêneo de partículas no rúmen e nas fezes dos mesmos (dados apresentados no primeiro capítulo deste trabalho), tenha eliminado a diferença entre as partículas durante a ingestão. Como consequência, não foi verificado qualquer efeito do tamanho de partícula da forragem sobre a digestão, aproveitamento e trânsito da fibra, ou de qualquer outro nutriente. Os efeitos verificados sobre tais variáveis, foram ocasionados apenas por níveis diferentes de FDNf na dieta.

Conclusões

O tamanho da partícula da forragem oferecida aos animais, não influencia o consumo e aproveitamento dos nutrientes, bem como o desempenho dos caprinos, sendo estes alterados pela mudança dos níveis de fibra da forragem.

Referências

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford, UK: CAB international, 1993, 159p.
- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598-1624, 2000.
- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3063-3075, 1996.
- BAYAT, A.R.; RINNE, M.; KUOPPALA, K.; AHVENJÄRVI, S.; VANHATALO, A.; HUHTANEN, P. Ruminant large and small particle kinetics in dairy cows fed red clover and grass silages harvested at two stages of growth. **Animal feed science and technology**, v. 155, p. 86-98, 2010.
- BEATON, A. E.; TUKEY, J. W. The fitting of power series, meaning polynomials, illustrated on bandspectroscopic data. **Technometrics**, v. 16, n.2, p.147-185, 1974.
- BEAUCHEMIN, K.A.; FARR, B.I.; RODE, L.M.; SCHAALJE, G.B. Effects of alfalfa silage chop length and supplementary long hay on chewing and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p. 1326-1339, 1994.
- BEZERRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; BEZERRA, A.R.G.F.; PEREIRA, J.C.; PAULINO, M.F. Perfil granulométrico da fibra dietética sobre o tempo médio de retenção e a digestibilidade aparente de dietas para vacas leiteiras, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p. 2378-2386, 2004.
- BOMFIM, M.A.D. **Carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas de cabras leiteiras**. Viçosa: UFV, 2003. 119p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- BRANCO, R.H. **Avaliação da qualidade da fibra sobre a cinética ruminal, consumo e eficiência de utilização de nutrientes em cabras leiteiras**. Viçosa: UFV, 2005. 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- BRODY, S. **Bioenergetics and growth** - with special reference to the efficiency complex of domestic animals. New York: Reinhold Publishing Corporation, 1945. 1023p.
- CARVALHO, S. **Desempenho e comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra**. Viçosa: UFV, 2002. 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba, Ed. Livrocercos, 1979. 384 p.
- ELLIS, W.C. Determinants of grazed forage intake and digestibility. **Journal of Dairy Science**, v. 61, p.1826-1840, 1978.
- FORBES, J.M. Development of a model of voluntary food intake and energy balance in lactating cows. **Animal Production**, v. 24, p.203-214, 1977.

- HADJIGEORGIOU, I.E.; GORDON, I.J.; MILNE, J.A. Intake, digestion and selection of roughage with different staple lengths by sheep and goats. **Small Ruminant Research**, vol.47, p.117-132, 2003.
- KAWAS, J.R., LOPES, J., DANELON, D.L., LU, C.D. Influence of forage-to-concentrate ratios on intake, digestibility, chewing, and milk production of dairy goats. **Small Ruminant Research**, v.4, p.11–18, 1991.
- KENNEDY, P.M.; MCSWEENEY, C.S.; WELCH, J.G. Influence of dietary particle size on intake, digestion, and passage rate of digesta in goats and sheep fed wheaten (*Triticum aestivum*) hay. **Small Ruminant Research**, v.9, p.125-138, 1992.
- KLEIBER, M. **The Fire of Life - An Introduction to Animal Energetics**. 2.ed. New York: R.E. Krieger Publishing Co., 1975. 453p.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- LOPES, D.S. **Efetividade física da fibra para caprinos**. Viçosa: UFV, 2009. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- LU, C.D.; KAWAS, J.R.; MAHGOUB, O.G. Fibre digestion and utilization in goats. **Small Ruminant Research**, v.60, p.45–52, 2005.
- LU, C.D. Implication of forage particle length on milk production in dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v.70, p.1411–1416, 1987.
- LUO, J.; GOETSCH, A.L.; NSAHLAI, I.V. et al. Maintenance energy requirements of goats: predictions based on observations of heat and recovered energy. **Small Ruminant research**, v.53, p.221-230, 2004.
- McDONALD, P. Evaluation of foods (D) protein. In: McDONALD, P.; EDWARDS, R.; GREENHALGH, J.F.D. (Eds.). **Nutrition animal**. 4. Ed. Zaragoza: Acribia, 1993, p.29-57.
- McSWEENEY, C. S.; KENNEDY, P. M. Influence of dietary particle size on chewing activity and reticulo-ruminal motility in goats and sheep fed wheaten (*Triticum aestivum*) hay. **Small Ruminant Research**, v.9, p.107-115, 1992.
- MERTENS, D.R. Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy cows **Journal of Dairy Science**. 80: 1463-1481, 1997.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. et al. (Eds.) **Forage quality, evaluation and utilization**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of American and Soil Society of American, Madison, Wisconsin, p.450-493. 1994.
- MERTENS, D.R.; ELY, L.O. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization – A dynamic model evaluation. **Journal of Animal Science**, v.54, n.4, p.895-904, 1982.
- MOORE, J.E.; GOETSCH, A.L.; LUO, J. et al. Prediction of fecal crude protein excretion of goats. **Small Ruminant research**, v.53, p.275-292, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC)- **Nutrient requirements of dairy cattle** – 7th rev. ed Washington:, 2001. 333p.

- PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: Berchielli, T.T; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G.(Ed.) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.287-310.
- POND, K.R.; ELLIS, W.; MATIS, C. Compartment models for estimating attributes of digesta flow in cattle. **British Journal of Nutrition**, v.60, n.2, p. 571-595, 1988.
- SHAVER, R.D.; NYTES, A.J.; SATTER, L.D.; JORGENSEN, N.A. Influence of amount of feed intake and forage physical form on digestion and passage of prebloom alfalfa hay in day cows. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.1545-1559, 1986.
- SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos - Métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002, 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577. 1992.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS. User's Guide: Statistics. Version 8.0. NC: SAS INSTITUTE, 1999.
- ÚDEN, P. The effect of intake and hay:concentrate ratio upon digestibility and digesta passage. **Animal Feed Science and Technology**, v.11, p. 167-179, 1984.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J. Use of detergents in analyses of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Agricultural Chemists**, v.46, p.829-835, 1965.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VIEIRA, R.A.M.; TEDESCHI, L.O.; CANNAS, A. A generalized compartmental model to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum: 2. Integrating digestion and passage. **Journal of Theoretical Biology**. n. 255, p.357-368, 2008b.
- VIEIRA, R.A.M; TEDESCHI, L.O.; CANNAS, A.A generalized compartmental model to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum: 1. Estimating parameters of digestion. **Journal of Theoretical Biology**. n. 255, p. 345-356, 2008a.
- WELCH, J.G. Rumination, particle size and passage from the rumen. **Journal of Animal Science**, v.54, p.885-894, 1982.
- WOODFORD, S.T.; MURPHY, R. Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake, and rumen function of dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.71, p. 674-686, 1988.
- ZHAO, X. T.; ZHANG, M. XU; YAO, J.H. Effects of physically effective fiber on chewing activity, ruminal fermentation, and digestibility in goats. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 501-509, 2011.

Apêndice A

Tabela 1A - Relação de malha, abertura e espessura dos fios das peneiras padronizadas pela norma ISO – 3310/1

Malha	Abertura (mm)	Tolerância	Diâmetro do fio	Tolerância
4	4,75	4,60 a 4,90	1,6mm	1,3 a 1,9
8	2,36	2,28 a 2,44	1,0mm	0,85 a 1,15
16	1,18	1,14 a 1,22	0,63mm	0,54 a 0,72
18	1,0	0,97 a 1,03	0,56mm	0,48 a 0,64
25	0,7	0,685 a 0,735	0,45mm	0,38 a 0,52
50	0,300	0,288 a 0,312	0,20mm	0,17 a 0,23

Tabela 2A –Tamanho de partícula (TP), percentual de fibra oriunda da forragem (FDNf) e valores referentes ao consumo de matéria seca fisicamente efetiva, em g.dia⁻¹ (CMSfe), e em % da massa animal (CMSfe%M), de fibra em detergente neutro fisicamente efetiva, em g.dia⁻¹ (CFDNfe) e em % da massa animal (CFDNfe%M)

Cabra	Baia	TP	FDNf	CMSfe	CFDNfe	CMSfe%M	CFDNfe%M
3225	7	2	34	805	328	1,89	0,77
3894	17	2	34	819	332	1,67	0,68
3365	29	2	34	821	319	1,70	0,66
3303	34	2	34	453	187	0,63	0,26
3389	5	2	41	790	362	1,29	0,59
3788	9	2	41	709	330	1,75	0,81
3850	27	2	41	475	220	1,13	0,52
3349	30	2	41	1242	575	2,20	1,02
2858	12	2	49	862	456	1,21	0,64
3573	19	2	49	826	438	1,80	0,95
2837	26	2	49	560	298	1,00	0,53
3581	37	2	49	1053	558	2,16	1,15
2710	8	2	57	820	483	1,21	0,72
3842	15	2	57	684	405	1,65	0,98
3144	22	2	57	1229	731	2,15	1,28
3679	44	2	57	962	569	1,90	1,13
3563	14	5	34	1169	454	2,03	0,79
3846	23	5	34	852	328	1,86	0,72
3134	25	5	34	579	221	1,32	0,50
3165	33	5	34	682	254	1,26	0,47
3286	2	5	41	1097	490	2,28	1,02
3391	40	5	41	740	327	1,59	0,70
3146	41	5	41	1139	500	1,68	0,74
3302	43	5	41	721	311	1,85	0,80
3776	1	5	49	873	458	1,85	0,97
3532	11	5	49	833	440	1,43	0,75
3478	16	5	49	1286	675	2,46	1,29
3521	18	5	49	507	262	1,29	0,66
3779	10	5	57	742	439	1,68	0,99
3649	20	5	57	829	490	2,23	1,32
3645	35	5	57	640	377	1,21	0,72
3374	47	5	57	1130	666	1,92	1,13
3442	13	15	34	1059	388	2,05	0,75
3395	38	15	34	1102	413	2,20	0,83
3321	45	15	34	1139	441	2,14	0,83
3785	46	15	34	674	245	1,46	0,53
3672	6	15	41	1050	457	2,08	0,90
3178	21	15	41	1018	458	1,92	0,86
3543	32	15	41	1121	477	2,32	0,99
3552	42	15	41	1032	474	2,32	1,06
3345	31	15	49	562	280	1,31	0,65
3586	36	15	49	1318	697	2,89	1,53
2992	39	15	49	1321	685	2,70	1,40
3889	48	15	49	974	502	2,31	1,19
3530	3	15	57	1282	754	2,38	1,40
3016	4	15	57	1815	1067	3,83	2,26
3347	24	15	57	710	415	1,45	0,85
3355	28	15	57	951	555	1,87	1,09

Tabela 3A – Tamanho de partícula (TP), percentual de fibra oriunda da forragem (FDNf) e valores referentes ao tempo, em minutos por dia, em pé, deitada (D), bebendo água (H2O), comendo (C), ruminando (R), atividade mastigatória total (AM), em ócio (O) e número de refeições por dia (NR)

Cabra	Baia	TP	FDNf	Pé	D	H2O	NR	C	R	AM	O
3225	7	2	34	510	929	1,13	10	319	532	851	588
3894	17	2	34	680	760	2,17	4	225	386	611	827
3365	29	2	34	544	896	1,93	6	303	424	726	712
3303	34	2	34	343	1097	0,75	6	115	284	398	1041
3389	5	2	41	435	1005	9,67	8	274	402	676	755
3788	9	2	41	424	1016	2,17	3	138	475	613	825
3850	27	2	41	590	850	2,93	3	197	246	443	994
3349	30	2	41	618	822	5,20	11	322	548	870	565
2858	12	2	49	496	944	1,53	6	262	479	742	697
3573	19	2	49	621	819	3,45	8	252	367	618	818
2837	26	2	49	385	1055	1,87	5	170	505	675	763
3581	37	2	49	545	895	2,24	4	286	462	748	690
2710	8	2	57	506	934	3,78	8	250	500	749	687
3842	15	2	57	551	889	2,17	9	290	568	858	580
3144	22	2	57	539	901	2,17	7	326	601	927	511
3679	44	2	57	638	802	8,42	6	280	447	727	705
3563	14	5	34	474	966	2,87	9	303	385	688	749
3846	23	5	34	627	813	5,10	8	207	443	650	785
3134	25	5	34	578	862	2,20	5	210	252	462	976
3165	33	5	34	925	515	0,39	4	99	80	179	1260
3286	2	5	41	581	859	1,77	9	328	445	772	666
3391	40	5	41	578	862	3,45	6	262	395	657	779
3146	41	5	41	485	955	2,26	4	318	478	796	642
3302	43	5	41	869	571	3,22	8	258	267	525	912
3776	1	5	49	603	837	6,13	8	381	389	770	664
3532	11	5	49	469	971	5,62	7	370	482	852	583
3478	16	5	49	620	820	9,23	13	482	621	1103	328
3521	18	5	49	446	994	3,05	3	134	321	454	983
3779	10	5	57	572	869	1,38	7	345	371	715	722
3649	20	5	57	632	808	1,23	8	363	396	759	680
3645	35	5	57	1016	424	3,38	3	264	213	477	959
3374	47	5	57	486	954	1,93	4	222	552	775	663
3442	13	15	34	478	962	1,77	7	288	460	748	691
3395	38	15	34	684	756	7,25	5	448	381	829	604
3321	45	15	34	601	839	3,55	5	269	428	697	740
3785	46	15	34	559	881	2,58	5	284	203	487	950
3672	6	15	41	489	951	6,95	5	341	331	672	761
3178	21	15	41	615	825	4,07	5	283	466	748	688
3543	32	15	41	561	879	8,13	9	377	499	876	556
3552	42	15	41	586	854	2,86	3	257	369	626	811
3345	31	15	49	577	863	1,23	5	244	254	498	940
3586	36	15	49	652	788	3,52	4	294	481	775	662
2992	39	15	49	795	645	2,63	3	329	463	792	646
3889	48	15	49	672	768	1,61	5	326	428	754	684
3530	3	15	57	619	821	2,35	7	267	319	585	852
3016	4	15	57	565	875	8,77	7	474	523	997	434
3347	24	15	57	591	849	0,68	5	201	320	520	919
3355	28	15	57	539	901	16,02	5	317	406	723	701

Tabela 4A - Tamanho de partícula (TP), percentual de fibra oriunda da forragem (FDNf) e valores referentes as eficiências mastigatórias, comendo em min.kgMS^{-1} (CmMS) e em min.kgFDN^{-1} (CmFDN), ruminando em min.kgMS^{-1} (RmMS) e em min.kgFDN^{-1} (RmFDN), atividade mastigatória, em min.kgMS^{-1} (AMmMS) e em min.kgFDN^{-1} (AMmFDN)

Cabra	Baia	TP	FDNf	CmMS	CmFDN	RmMS	RmFDN	AMmMS	AMmFDN
3225	7	2	34	187	378	312	630	499	1008
3894	17	2	34	150	324	258	556	408	880
3365	29	2	34	151	338	212	473	364	810
3303	34	2	34	74	235	183	583	257	818
3389	5	2	41	211	406	309	596	520	1002
3788	9	2	41	130	245	446	843	576	1089
3850	27	2	41	268	504	334	629	603	1133
3349	30	2	41	126	240	215	409	341	650
2858	12	2	49	180	300	328	547	508	847
3573	19	2	49	271	412	395	601	665	1013
2837	26	2	49	282	447	841	1333	1123	1781
3581	37	2	49	225	322	362	519	587	842
2710	8	2	57	226	334	452	668	678	1002
3842	15	2	57	346	504	678	985	1024	1489
3144	22	2	57	200	286	368	527	567	813
3679	44	2	57	240	317	382	505	622	822
3563	14	5	34	140	322	178	409	319	730
3846	23	5	34	134	337	286	718	420	1055
3134	25	5	34	235	551	282	660	517	1211
3165	33	5	34	99	244	80	197	179	441
3286	2	5	41	206	422	279	572	485	994
3391	40	5	41	252	351	380	530	632	881
3146	41	5	41	272	263	408	394	681	657
3302	43	5	41	273	440	283	456	556	896
3776	1	5	49	347	590	355	603	702	1193
3532	11	5	49	324	541	423	706	747	1248
3478	16	5	49	261	444	337	571	598	1015
3521	18	5	49	291	487	699	1169	990	1656
3779	10	5	57	389	565	419	607	808	1172
3649	20	5	57	386	565	422	618	809	1183
3645	35	5	57	231	621	187	502	418	1124
3374	47	5	57	278	243	690	604	967	847
3442	13	15	34	152	366	243	585	396	951
3395	38	15	34	313	646	266	550	579	1196
3321	45	15	34	164	311	262	496	426	807
3785	46	15	34	126	749	90	534	217	1283
3672	6	15	41	240	513	233	499	473	1012
3178	21	15	41	192	371	317	611	510	982
3543	32	15	41	221	451	291	596	512	1048
3552	42	15	41	305	334	437	479	742	812
3345	31	15	49	384	662	399	689	783	1351
3586	36	15	49	173	296	284	486	458	782
2992	39	15	49	202	351	283	493	485	844
3889	48	15	49	171	512	224	671	396	1183
3530	3	15	57	264	395	316	472	580	867
3016	4	15	57	288	439	317	483	605	922
3347	24	15	57	264	398	420	634	684	1032
3355	28	15	57	311	468	398	599	709	1067

Tabela 5A - Tamanho de partícula (TP), percentual de fibra oriunda da forragem (FDNf) e valores referentes ao percentual de partículas fisicamente efetivas na ração fornecida (%feForn), na ração consumida (%feCon), no conteúdo ruminal (%feRum), no conteúdo omasal (%feOma), no conteúdo abomasal (%feAbo) e nas fezes (%feFez)

Cabra	Baia	TP	FDNf	%feForn	%feCon	%feRum	%feOma	%feAbo	%feFez
3225	7	2	34	42,44	45,82	50,55	32,19	27,73	36,32
3894	17	2	34	42,44	44,14	69,02	48,74	38,85	19,73
3365	29	2	34	42,44	41,56	68,62	9,81	42,57	24,90
3303	34	2	34	42,44	46,30	54,22	22,21	15,17	8,17
3389	5	2	41	49,41	51,05	70,95	45,62	21,05	12,29
3788	9	2	41	49,41	55,11	53,41	14,05	8,00	8,42
3850	27	2	41	49,41	54,18	59,99	28,73	14,68	12,24
3349	30	2	41	49,41	51,67	63,90	21,15	31,68	24,90
2858	12	2	49	57,38	59,65	57,23	28,61	5,72	26,15
3573	19	2	49	57,38	63,76	61,57	28,05	35,15	13,57
2837	26	2	49	57,38	61,29	59,87	32,82	28,37	17,12
3581	37	2	49	57,38	60,70	70,10	31,20	18,33	24,69
2710	8	2	57	64,96	71,06	60,35	31,55	19,29	8,58
3842	15	2	57	64,96	73,16	42,58	17,80	4,26	12,25
3144	22	2	57	64,96	70,00	63,03	28,98	23,79	30,24
3679	44	2	57	64,96	69,58	57,64	37,19	29,10	11,52
3563	14	5	34	48,64	47,39	59,67	30,92	38,58	34,84
3846	23	5	34	48,64	47,01	53,31	42,40	39,61	44,65
3134	25	5	34	48,64	47,04	69,46	54,49	36,79	22,31
3165	33	5	34	48,64	45,50	51,73	47,67	25,10	22,98
3286	2	5	41	56,89	56,61	55,47	32,21	28,33	13,88
3391	40	5	41	56,89	55,96	61,96	22,65	34,52	27,72
3146	41	5	41	56,89	54,97	58,21	2,98	15,88	24,92
3302	43	5	41	56,89	54,06	53,23	34,71	23,38	16,43
3776	1	5	49	66,31	68,66	61,18	25,30	15,16	17,01
3532	11	5	49	66,31	67,69	53,40	18,65	25,92	14,45
3478	16	5	49	66,31	67,25	55,91	45,90	15,21	11,23
3521	18	5	49	66,31	65,14	62,88	10,02	11,83	3,36
3779	10	5	57	75,35	79,83	54,02	29,43	29,14	26,83
3649	20	5	57	75,35	81,23	54,60	30,55	14,98	14,51
3645	35	5	57	75,35	81,55	66,96	29,32	15,15	15,44
3374	47	5	57	75,35	79,78	85,06	28,41	15,51	21,84
3442	13	15	34	58,31	53,61	62,23	28,23	24,85	17,18
3395	38	15	34	58,31	55,35	34,75	53,33	50,62	15,15
3321	45	15	34	58,31	56,51	61,38	29,48	17,36	16,56
3785	46	15	34	58,31	53,92	65,91	31,69	32,79	23,96
3672	6	15	41	68,55	65,93	60,81	37,70	31,74	21,77
3178	21	15	41	68,55	68,06	54,30	31,00	15,60	17,72
3543	32	15	41	68,55	65,26	60,48	26,93	28,02	25,47
3552	42	15	41	68,55	70,03	51,38	38,34	34,34	11,68
3345	31	15	49	80,24	75,55	47,57	25,04	26,11	11,52
3586	36	15	49	80,24	81,14	63,16	40,98	28,99	15,70
2992	39	15	49	80,24	79,34	59,53	36,30	24,05	30,15
3889	48	15	49	80,24	78,89	78,08	39,00	34,53	50,44
3530	3	15	57	91,56	93,94	62,38	23,66	10,69	22,31
3016	4	15	57	91,56	93,25	55,26	29,75	18,24	30,91
3347	24	15	57	91,56	93,18	59,47	12,01	11,47	17,21
3355	28	15	57	91,56	93,27	50,63	18,34	9,34	10,49

Tabela 6A - Tamanho de partícula (TP), percentual de fibra oriunda da forragem (FDNf) e valores referentes ao diâmetro geométrico médio das partículas na ração fornecida (DGMFro), na ração consumida (DGMCon), no conteúdo ruminal (DGM Rum), no conteúdo omasal (DGM Oma), no conteúdo abomasal (DGM Abo) e nas fezes (DGM Fez)

Cabra	Baia	TP	FDNf	DGMFor	DGMCon	DGM Rum	DGM Oma	DGM Abo	DGM Fez
3225	7	2	34	977	1093	1043	439	453	609
3894	17	2	34	977	1066	1365	628	496	365
3365	29	2	34	977	979	1807	516	614	566
3303	34	2	34	977	1149	1439	392	268	267
3389	5	2	41	1138	1220	2407	712	447	468
3788	9	2	41	1138	1394	1207	320	254	269
3850	27	2	41	1138	1356	1166	410	274	282
3349	30	2	41	1138	1250	1964	412	565	420
2858	12	2	49	1369	1494	1343	415	260	541
3573	19	2	49	1369	1676	1854	410	410	385
2837	26	2	49	1369	1573	1874	557	363	430
3581	37	2	49	1369	1568	2079	658	412	547
2710	8	2	57	1646	2000	1322	637	292	246
3842	15	2	57	1646	2112	1236	338	224	346
3144	22	2	57	1646	1948	2106	506	416	650
3679	44	2	57	1646	1939	1682	547	368	295
3563	14	5	34	1145	1136	1430	618	478	639
3846	23	5	34	1145	1119	2001	586	514	695
3134	25	5	34	1145	1139	2831	599	512	510
3165	33	5	34	1145	1079	1438	680	440	429
3286	2	5	41	1378	1415	1510	559	421	378
3391	40	5	41	1378	1404	2183	416	483	653
3146	41	5	41	1378	1342	1315	337	312	420
3302	43	5	41	1378	1297	1490	457	366	426
3776	1	5	49	1720	1869	1300	362	293	505
3532	11	5	49	1720	1832	1076	344	378	382
3478	16	5	49	1720	1801	1440	551	315	277
3521	18	5	49	1720	1681	1130	307	268	248
3779	10	5	57	2147	2469	1232	465	408	507
3649	20	5	57	2147	2581	1216	589	284	361
3645	35	5	57	2147	2634	1933	534	327	422
3374	47	5	57	2147	2463	2828	487	240	598
3442	13	15	34	1563	1403	1873	635	452	479
3395	38	15	34	1563	1481	1994	622	605	345
3321	45	15	34	1563	1535	1612	469	348	389
3785	46	15	34	1563	1408	1978	549	539	560
3672	6	15	41	2006	1892	1541	517	454	511
3178	21	15	41	2006	2044	1435	500	296	430
3543	32	15	41	2006	1891	1314	505	438	449
3552	42	15	41	2006	2160	1818	570	461	454
3345	31	15	49	2694	2387	916	432	358	198
3586	36	15	49	2694	2830	2055	539	397	380
2992	39	15	49	2694	2677	1913	584	387	564
3889	48	15	49	2694	2611	3110	598	628	613
3530	3	15	57	3620	3957	1841	428	327	505
3016	4	15	57	3620	3863	1592	442	340	727
3347	24	15	57	3620	3956	1400	287	295	446
3355	28	15	57	3620	3928	1182	344	263	288

Apêndice B

Tabela 1B – Tamanho de partícula (TP), Fibra em detergente neutro da forragem (FDNf), e valores referente ao consumo de matéria seca em g.d-1(CMS) e em percentual da massa animal (CMS%M), de matéria orgânica em g.d-1 (CMO), de fibra em detergente neutro em g.d-1 (CFDN) e em percentual da massa animal (CFDN%M)

Cabra	Baia	TP	FDNf	CMS	CMS%M	CMO	CFDN	CFDN%M
3225	7	2	34	1604	3,78	1478	667	1,57
3894	17	2	34	1697	3,47	1566	689	1,41
3365	29	2	34	1799	3,71	1662	699	1,44
3303	34	2	34	886	1,23	817	370	0,52
3389	5	2	41	1414	2,32	1308	650	1,07
3788	9	2	41	1188	2,91	1097	570	1,40
3850	27	2	41	807	1,94	745	376	0,90
3349	30	2	41	2185	3,85	2018	1020	1,80
2858	12	2	49	1322	1,86	1207	700	0,99
3573	19	2	49	1192	2,57	1091	658	1,42
2837	26	2	49	833	1,49	760	447	0,80
3581	37	2	49	1580	3,28	1442	845	1,75
2710	8	2	57	1055	1,58	963	628	0,94
3842	15	2	57	860	2,08	783	518	1,25
3144	22	2	57	1592	2,83	1453	973	1,73
3679	44	2	57	1265	2,50	1154	757	1,49
3563	14	5	34	2242	3,83	2073	879	1,50
3846	23	5	34	1639	3,59	1516	639	1,40
3134	25	5	34	1112	2,58	1025	425	0,99
3165	33	5	34	1357	2,52	1252	514	0,96
3286	2	5	41	1751	3,61	1617	780	1,61
3391	40	5	41	1190	2,57	1098	524	1,13
3146	41	5	41	1878	2,75	1730	824	1,21
3302	43	5	41	1209	3,15	1117	529	1,38
3776	1	5	49	1163	2,49	1063	613	1,31
3532	11	5	49	1124	1,95	1025	594	1,03
3478	16	5	49	1748	3,35	1592	916	1,76
3521	18	5	49	703	1,84	641	363	0,95
3779	10	5	57	849	1,85	776	510	1,11
3649	20	5	57	930	2,51	849	556	1,50
3645	35	5	57	714	1,38	648	422	0,81
3374	47	5	57	1295	2,23	1185	777	1,34
3442	13	15	34	1789	3,43	1651	680	1,30
3395	38	15	34	1808	3,66	1667	692	1,40
3321	45	15	34	1834	3,48	1700	719	1,36
3785	46	15	34	1133	2,46	1046	424	0,92
3672	6	15	41	1446	2,87	1335	637	1,27
3178	21	15	41	1363	2,59	1256	613	1,16
3543	32	15	41	1556	3,22	1435	675	1,40
3552	42	15	41	1331	3,01	1246	620	1,40
3345	31	15	49	666	1,56	603	330	0,77
3586	36	15	49	1483	3,23	1349	784	1,71
2992	39	15	49	1515	3,10	1377	786	1,61
3889	48	15	49	1125	2,66	1021	578	1,36
3530	3	15	57	1248	2,36	1134	739	1,40
3016	4	15	57	1768	3,76	1604	1041	2,21
3347	24	15	57	688	1,42	623	399	0,82
3355	28	15	57	923	1,83	834	533	1,06

Tabela 2B – Tamanho de partícula (TP), Fibra em detergente neutro da forragem (FDNf), e valores referente ao consumo de proteína bruta em g.d⁻¹(CPB), de extrato etéreo g.d⁻¹(CEE), de carboidratos totais em g.d⁻¹(CCT), de carboidratos não-fibrosos em g.d⁻¹(CCNF), de consumo de lignina em g.d⁻¹(CLIG)

Cabra	Baia	TP	FDNf	CPB	CEE	CCT	CCNF	CLIG
3225	7	2	34	243	35	1200	533	43
3894	17	2	34	256	40	1271	582	43
3365	29	2	34	276	40	1346	647	43
3303	34	2	34	137	18	662	291	20
3389	5	2	41	209	22	1066	416	41
3788	9	2	41	179	18	891	321	37
3850	27	2	41	121	13	605	229	24
3349	30	2	41	332	35	1635	615	63
2858	12	2	49	202	19	977	277	46
3573	19	2	49	182	17	883	225	42
2837	26	2	49	130	12	612	165	30
3581	37	2	49	242	23	1165	320	53
2710	8	2	57	155	14	784	156	41
3842	15	2	57	130	12	633	115	35
3144	22	2	57	239	21	1178	205	63
3679	44	2	57	186	18	938	181	49
3563	14	5	34	341	49	1683	805	55
3846	23	5	34	247	38	1231	592	39
3134	25	5	34	176	26	822	398	27
3165	33	5	34	212	30	1011	497	27
3286	2	5	41	266	28	1310	530	48
3391	40	5	41	182	19	888	364	32
3146	41	5	41	291	30	1394	570	50
3302	43	5	41	185	20	903	373	33
3776	1	5	49	175	17	863	250	40
3532	11	5	49	173	16	828	234	38
3478	16	5	49	269	26	1286	369	58
3521	18	5	49	109	10	517	154	23
3779	10	5	57	120	11	637	127	33
3649	20	5	57	138	12	689	134	37
3645	35	5	57	107	9	524	103	27
3374	47	5	57	181	18	974	197	50
3442	13	15	34	281	39	1330	650	40
3395	38	15	34	282	41	1344	652	41
3321	45	15	34	280	42	1378	660	43
3785	46	15	34	180	26	840	416	26
3672	6	15	41	218	23	1082	445	39
3178	21	15	41	209	22	1014	401	37
3543	32	15	41	239	26	1158	483	37
3552	42	15	41	196	23	1019	399	37
3345	31	15	49	109	10	480	149	22
3586	36	15	49	233	22	1084	300	48
2992	39	15	49	237	20	1109	323	51
3889	48	15	49	181	17	815	238	37
3530	3	15	57	184	17	922	182	48
3016	4	15	57	266	24	1298	257	67
3347	24	15	57	105	10	501	102	25
3355	28	15	57	144	12	668	136	35

Tabela 3B – Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao coeficiente de digestibilidade da matéria seca (%DMS), da matéria orgânica (%DMO), de fibra em detergente neutro (%FDN), de proteína bruta (%PB), de extrato etéreo (%DEE)

Cabra	Baia	TP	FDNf	%DMS	%DMO	%DFDN	%DPB	%DEE
3225	7	2	34	72,27	74,05	67,65	75,18	79,61
3894	17	2	34	74,24	75,87	67,51	75,72	82,52
3365	29	2	34	69,78	71,44	65,01	72,07	76,02
3303	34	2	34	75,01	77,26	69,34	76,81	73,03
3389	5	2	41	70,90	72,97	69,03	71,92	62,68
3788	9	2	41	72,49	74,12	69,16	76,50	66,82
3850	27	2	41	67,28	69,44	63,06	71,32	65,81
3349	30	2	41	69,77	71,52	67,01	72,92	65,59
2858	12	2	49	67,42	68,92	64,55	74,87	62,06
3573	19	2	49	68,57	70,45	68,54	74,65	61,82
2837	26	2	49	67,33	69,09	64,50	76,68	59,77
3581	37	2	49	70,72	72,23	70,39	77,37	62,71
2710	8	2	57	62,56	64,17	63,83	72,23	53,95
3842	15	2	57	66,27	67,99	68,55	73,99	52,01
3144	22	2	57	66,12	67,66	67,46	74,54	59,07
3679	44	2	57	62,05	64,20	64,21	70,63	45,15
3563	14	5	34	72,54	74,75	64,77	72,47	83,09
3846	23	5	34	75,05	77,23	70,36	74,59	85,57
3134	25	5	34	77,29	79,15	71,76	77,62	83,66
3165	33	5	34	72,59	74,61	66,25	74,00	76,40
3286	2	5	41	71,76	73,58	67,99	73,86	67,05
3391	40	5	41	71,12	73,25	68,10	73,82	67,39
3146	41	5	41	69,73	71,71	65,67	71,87	57,49
3302	43	5	41	72,40	74,32	68,98	75,26	70,11
3776	1	5	49	67,95	69,63	65,62	74,31	45,33
3532	11	5	49	67,66	69,34	67,24	73,53	61,85
3478	16	5	49	68,28	70,22	67,63	75,16	62,07
3521	18	5	49	73,30	75,50	72,94	78,06	61,13
3779	10	5	57	65,30	66,95	67,10	73,90	54,52
3649	20	5	57	66,46	67,80	67,09	77,64	59,19
3645	35	5	57	69,21	71,09	71,86	77,46	49,08
3374	47	5	57	63,50	65,81	66,32	73,16	57,52
3442	13	15	34	73,64	75,93	71,65	72,54	83,55
3395	38	15	34	73,39	75,04	69,40	75,80	81,41
3321	45	15	34	73,65	75,75	65,99	73,12	78,21
3785	46	15	34	70,25	72,22	65,47	69,59	76,33
3672	6	15	41	70,90	72,64	68,01	71,47	71,90
3178	21	15	41	70,37	71,90	65,90	72,94	75,95
3543	32	15	41	72,74	74,78	70,62	74,37	65,35
3552	42	15	41	71,82	73,55	68,74	73,22	65,13
3345	31	15	49	65,69	68,27	63,76	72,54	52,79
3586	36	15	49	68,25	70,11	66,87	73,91	57,11
2992	39	15	49	67,20	69,51	68,44	73,10	57,54
3889	48	15	49	68,44	70,80	62,08	74,92	62,72
3530	3	15	57	65,12	66,08	64,07	75,80	50,75
3016	4	15	57	61,58	62,95	62,52	72,05	43,21
3347	24	15	57	73,55	75,50	76,75	79,66	66,74
3355	28	15	57	68,42	70,73	70,79	76,39	56,87

Tabela 4B – Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao coeficiente de digestibilidade dos carboidratos totais (%DCT), dos carboidratos não-fibrosos (%DCNF), do consumo de nutrientes digestíveis totais em kg.d⁻¹(CNDT), de energia metabolizável em Mcal.d⁻¹(CEM),de energia líquida em Mcal.d⁻¹(CEL)

Cabra	Baia	TP	FDNf	%DCT	%DCNF	CNDT	CEM	CEL
3225	7	2	34	73,64	81,97	1,134	4,329	2,586
3894	17	2	34	75,70	84,51	1,224	4,660	2,780
3365	29	2	34	71,16	77,59	1,224	4,599	2,760
3303	34	2	34	77,48	87,33	0,647	2,489	1,482
3389	5	2	41	73,41	79,72	0,962	3,623	2,174
3788	9	2	41	73,73	80,62	0,817	3,104	1,859
3850	27	2	41	69,10	78,05	0,521	1,952	1,177
3349	30	2	41	71,33	77,86	1,455	5,480	3,294
2858	12	2	49	67,30	73,06	0,832	3,085	1,866
3573	19	2	49	69,33	71,32	0,771	2,872	1,732
2837	26	2	49	67,13	73,45	0,525	1,953	1,181
3581	37	2	49	70,93	72,22	1,046	3,919	2,358
2710	8	2	57	62,07	55,81	0,617	2,243	1,369
3842	15	2	57	66,46	58,95	0,533	1,962	1,189
3144	22	2	57	65,83	59,56	0,985	3,611	2,190
3679	44	2	57	62,53	56,87	0,739	2,685	1,639
3563	14	5	34	74,99	84,61	1,589	6,000	3,587
3846	23	5	34	77,55	84,65	1,207	4,586	2,732
3134	25	5	34	79,36	86,55	0,835	3,190	1,897
3165	33	5	34	74,70	83,43	0,963	3,638	2,174
3286	2	5	41	73,66	81,24	1,200	4,519	2,710
3391	40	5	41	73,25	80,46	0,812	3,061	1,836
3146	41	5	41	71,97	80,84	1,250	4,694	2,822
3302	43	5	41	74,20	81,40	0,840	3,165	1,895
3776	1	5	49	68,65	75,03	0,737	2,732	1,652
3532	11	5	49	68,14	70,07	0,713	2,654	1,603
3478	16	5	49	68,90	71,72	1,123	4,188	2,527
3521	18	5	49	74,86	78,55	0,485	1,827	1,095
3779	10	5	57	65,18	58,40	0,518	1,903	1,155
3649	20	5	57	65,30	59,08	0,575	2,117	1,283
3645	35	5	57	69,67	61,96	0,460	1,718	1,036
3374	47	5	57	63,85	55,16	0,779	2,848	1,732
3442	13	15	34	76,45	81,46	1,295	4,928	2,939
3395	38	15	34	74,67	79,91	1,290	4,896	2,924
3321	45	15	34	76,26	86,80	1,325	4,998	2,984
3785	46	15	34	72,68	78,96	0,776	2,910	1,746
3672	6	15	41	72,92	79,90	0,983	3,693	2,216
3178	21	15	41	71,58	79,61	0,914	3,439	2,066
3543	32	15	41	75,08	81,18	1,085	4,100	2,454
3552	42	15	41	73,79	81,21	0,927	3,445	2,065
3345	31	15	49	67,19	74,29	0,412	1,530	0,927
3586	36	15	49	69,13	74,23	0,947	3,536	2,135
2992	39	15	49	68,55	68,78	0,959	3,587	2,167
3889	48	15	49	69,65	86,01	0,723	2,690	1,624
3530	3	15	57	63,58	61,94	0,745	2,736	1,665
3016	4	15	57	60,74	54,29	1,005	3,657	2,238
3347	24	15	57	74,38	65,99	0,472	1,786	1,071
3355	28	15	57	69,16	63,60	0,589	2,207	1,332

Tabela 5B – Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao volume ruminal em litros (VR), ao conteúdo ruminal fresco em gramas (CRF), seco em gramas (CRS), líquido em gramas (CRL), de matéria orgânica em gramas (CRMO), de fibra em detergente neutro em gramas (CRFDN)

Cabra	Baia	TP	FDNf	VR (L)	CRF	CRS	CRL	CRMO	CRFDN
3225	7	2	34	8,109	8200	771	7429	731	436
3894	17	2	34	10,951	9676	1239	8437	1170	704
3365	29	2	34	8,625	8720	798	7922	747	480
3303	34	2	34	5,635	5590	588	5002	547	360
3389	5	2	41	8,623	9440	1039	8401	981	659
3788	9	2	41	9,027	7020	702	6318	661	432
3850	27	2	41	5,683	6540	707	5833	668	445
3349	30	2	41	6,125	14200	1532	12668	1444	972
2858	12	2	49	7,625	6910	568	6342	534	384
3573	19	2	49	7,082	9412	1132	8280	1071	757
2837	26	2	49	9,172	7147	721	6426	674	472
3581	37	2	49	8,409	12732	1371	11361	1286	880
2710	8	2	57	9,729	10430	1044	9386	985	705
3842	15	2	57	6,233	8738	1057	7681	998	706
3144	22	2	57	8,588	14680	1718	12962	1614	1069
3679	44	2	57	14,205	10720	1314	9406	1228	842
3563	14	5	34	12,620	8542	1049	7493	986	564
3846	23	5	34	8,798	8953	1137	7816	1070	692
3134	25	5	34	10,534	5686	637	5049	599	327
3165	33	5	34	6,265	6623	581	6042	545	307
3286	2	5	41	11,489	14020	1324	12696	1244	791
3391	40	5	41	7,610	9640	858	8782	795	471
3146	41	5	41	11,158	11401	1379	10022	1297	797
3302	43	5	41	8,484	6339	819	5520	768	472
3776	1	5	49	6,632	7960	904	7056	851	575
3532	11	5	49	9,488	9060	1011	8049	942	630
3478	16	5	49	7,272	16400	1830	14570	1719	1129
3521	18	5	49	12,835	6320	485	5835	453	299
3779	10	5	57	8,766	9260	810	8450	766	545
3649	20	5	57	8,961	8076	733	7343	696	495
3645	35	5	57	16,482	10951	1043	9908	979	697
3374	47	5	57	6,034	15264	1684	13580	1579	1094
3442	13	15	34	4,767	6778	749	6029	706	408
3395	38	15	34	10,526	7460	646	6814	611	401
3321	45	15	34	9,586	8194	1247	6947	1175	634
3785	46	15	34	10,762	8682	702	7980	654	381
3672	6	15	41	10,056	11260	1036	10224	984	642
3178	21	15	41	6,784	8056	808	7248	762	517
3543	32	15	41	15,161	11068	1285	9783	1205	720
3552	42	15	41	10,792	8402	1219	7183	1148	704
3345	31	15	49	9,205	4737	279	4458	261	186
3586	36	15	49	7,117	9320	1200	8120	1126	783
2992	39	15	49	9,814	9586	1091	8495	1023	670
3889	48	15	49	13,978	9522	932	8590	864	554
3530	3	15	57	12,099	12000	1119	10881	1053	731
3016	4	15	57	14,096	13279	1401	11878	1315	926
3347	24	15	57	7,315	8060	562	7498	522	369
3355	28	15	57	8,202	8230	980	7250	919	640

Tabela 6B – Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao conteúdo ruminal de lignina em gramas (CRLIG) e em percentual da massa animal (CRLIG%M), ao tempo médio de renovação da lignina em horas (TMRLIG), da matéria seca em horas (TMRMS) e da fibra em detergente neutro em horas (TMRFDN)

Cabra	Baia	TP	FDNf	CRLIG	CRLIG%M	TMRLIG	TMRMS	TMRFDN
3225	7	2	34	38	0,086	21,39	11,54	15,77
3894	17	2	34	127	0,236	70,78	17,53	24,56
3365	29	2	34	104	0,214	58,39	10,65	16,46
3303	34	2	34	58	0,083	68,25	15,91	23,16
3389	5	2	41	67	0,115	38,85	17,64	24,44
3788	9	2	41	49	0,122	31,74	14,18	18,19
3850	27	2	41	79	0,186	78,67	21,02	28,28
3349	30	2	41	164	0,270	62,93	16,83	22,87
2858	12	2	49	36	0,051	18,99	10,31	13,18
3573	19	2	49	118	0,241	66,70	22,81	27,85
2837	26	2	49	95	0,176	77,37	20,78	25,37
3581	37	2	49	143	0,278	64,77	20,84	25,16
2710	8	2	57	92	0,138	53,37	23,78	26,99
3842	15	2	57	136	0,349	91,97	29,48	32,38
3144	22	2	57	267	0,439	100,98	25,90	26,26
3679	44	2	57	185	0,349	90,60	24,94	26,73
3563	14	5	34	160	0,258	70,14	11,23	15,47
3846	23	5	34	117	0,236	71,78	16,66	26,13
3134	25	5	34	61	0,148	55,37	13,75	18,47
3165	33	5	34	60	0,109	52,97	10,27	14,25
3286	2	5	41	87	0,171	42,91	18,14	24,34
3391	40	5	41	119	0,235	88,32	17,29	21,55
3146	41	5	41	142	0,183	67,86	17,62	23,06
3302	43	5	41	98	0,255	71,07	16,25	21,33
3776	1	5	49	60	0,118	36,18	18,65	22,74
3532	11	5	49	77	0,133	48,36	21,57	25,47
3478	16	5	49	209	0,371	87,23	25,13	29,60
3521	18	5	49	75	0,209	78,13	16,56	19,77
3779	10	5	57	59	0,124	42,67	22,91	25,87
3649	20	5	57	80	0,220	52,41	18,94	21,37
3645	35	5	57	124	0,254	108,77	35,03	39,49
3374	47	5	57	245	0,394	116,71	31,21	34,13
3442	13	15	34	80	0,145	47,90	10,05	14,36
3395	38	15	34	70	0,129	41,02	8,58	13,89
3321	45	15	34	143	0,253	80,81	16,32	21,27
3785	46	15	34	79	0,171	71,74	14,86	21,34
3672	6	15	41	72	0,137	44,66	17,21	24,22
3178	21	15	41	89	0,171	58,05	14,24	20,26
3543	32	15	41	115	0,206	73,83	19,82	25,65
3552	42	15	41	124	0,258	79,42	21,97	27,65
3345	31	15	49	31	0,081	33,90	10,04	13,33
3586	36	15	49	116	0,231	57,52	19,42	23,96
2992	39	15	49	134	0,275	63,09	17,29	20,48
3889	48	15	49	117	0,275	76,34	19,89	22,92
3530	3	15	57	88	0,165	44,22	21,53	23,89
3016	4	15	57	88	0,182	31,77	19,03	21,37
3347	24	15	57	71	0,151	68,76	19,63	22,08
3355	28	15	57	126	0,252	87,02	25,47	28,56

Tabela 7B – Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes a produção de leite em L.d⁻¹(PL),leite corrigido para 3,5% de gordura em L.d⁻¹(PLCG 3,5%), leite corrigido para 4,0% de gordura em L.d⁻¹(PLCG 4,0%), a eficiência líquida de utilização da energia para produção (kl), a eficiência bruta de utilização da energia (km+p)

Cabra	Baia	TP	FDNf	PL	PLCG 3,5%	PLCG 4,0%	kl	km+p
3225	7	2	34	1,596	1,597	1,476	0,382	0,518
3894	17	2	34	1,428	1,606	1,483	0,372	0,517
3365	29	2	34	2,407	2,472	2,285	0,592	0,651
3303	34	2	34	0,298	0,313	0,289	0,992	0,789
3389	5	2	41	1,305	1,356	1,253	0,571	0,674
3788	9	2	41	0,786	0,863	0,797	0,364	0,556
3850	27	2	41	0,654	0,567	0,526	1,031	0,792
3349	30	2	41	1,878	1,986	1,835	0,371	0,506
2858	12	2	49	0,192	0,174	0,161	0,168	0,603
3573	19	2	49	0,522	0,526	0,486	0,309	0,565
2837	26	2	49	0,446	0,405	0,375	-7,124	0,884
3581	37	2	49	2,007	1,747	1,619	0,522	0,622
2710	8	2	57	0,613	0,569	0,527	-4,100	0,908
3842	15	2	57	0,619	0,694	0,641	1,252	0,826
3144	22	2	57	1,365	1,453	1,343	0,603	0,672
3679	44	2	57	0,446	0,395	0,366	0,340	0,604
3563	14	5	34	1,844	1,603	1,485	0,264	0,428
3846	23	5	34	1,382	1,538	1,420	0,345	0,495
3134	25	5	34	1,137	1,261	1,165	0,510	0,639
3165	33	5	34	0,355	0,319	0,296	0,122	0,449
3286	2	5	41	1,742	1,587	1,469	0,381	0,524
3391	40	5	41	0,703	0,760	0,702	0,374	0,581
3146	41	5	41	0,906	0,824	0,763	0,229	0,478
3302	43	5	41	0,747	0,793	0,733	0,320	0,520
3776	1	5	49	0,743	0,719	0,665	0,492	0,645
3532	11	5	49	0,893	0,878	0,812	0,914	0,776
3478	16	5	49	1,935	2,020	1,867	0,537	0,627
3521	18	5	49	0,233	0,238	0,220	0,402	0,683
3779	10	5	57	0,607	0,599	0,554	2,366	0,873
3649	20	5	57	0,664	0,683	0,631	0,675	0,712
3645	35	5	57	0,786	0,919	0,848	-4,383	1,158
3374	47	5	57	0,602	0,537	0,497	0,466	0,652
3442	13	15	34	0,885	0,687	0,637	0,151	0,376
3395	38	15	34	1,931	1,914	1,770	0,403	0,530
3321	45	15	34	1,547	1,670	1,543	0,354	0,503
3785	46	15	34	1,220	1,036	0,960	0,551	0,665
3672	6	15	41	1,636	1,596	1,476	0,547	0,646
3178	21	15	41	1,375	1,613	1,489	0,678	0,715
3543	32	15	41	1,197	1,273	1,177	0,364	0,529
3552	42	15	41	1,034	1,067	0,986	0,382	0,557
3345	31	15	49	0,377	0,420	0,388	-2,737	0,971
3586	36	15	49	0,611	0,645	0,596	0,243	0,481
2992	39	15	49	0,879	0,839	0,777	0,311	0,523
3889	48	15	49	0,711	0,762	0,704	0,453	0,622
3530	3	15	57	1,129	1,148	1,062	0,954	0,788
3016	4	15	57	1,046	1,096	1,013	0,395	0,550
3347	24	15	57	0,423	0,502	0,463	5,096	0,920
3355	28	15	57	0,436	0,462	0,427	0,800	0,750

Tabela 8B – Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao conteúdo de gordura no leite em percentual (%Gord) e em g.d⁻¹(Gord gd), de proteína em percentual (%Prot) e em g.d⁻¹(Prot gd), de lactose em percentual (%Lacto)

Cabra	Baia	TP	FDNf	% Gord	Gord gd	% Prot	Prot gd	% Lacto
3225	7	2	34	3,50	55,87	3,10	49,48	4,27
3894	17	2	34	4,25	60,76	3,51	50,16	4,51
3365	29	2	34	3,66	88,11	3,35	80,74	4,45
3303	34	2	34	3,80	11,34	3,36	10,03	3,96
3389	5	2	41	3,73	48,73	2,95	38,43	4,33
3788	9	2	41	4,09	32,15	3,30	25,94	4,37
3850	27	2	41	2,69	17,60	2,90	18,94	4,37
3349	30	2	41	3,85	72,26	2,97	55,81	4,37
2858	12	2	49	2,92	5,61	3,62	6,95	3,67
3573	19	2	49	3,54	18,50	3,57	18,66	4,11
2837	26	2	49	2,94	13,11	3,39	15,12	3,66
3581	37	2	49	2,71	54,38	2,80	56,25	4,06
2710	8	2	57	3,06	18,76	3,36	20,61	3,46
3842	15	2	57	4,24	26,26	3,38	20,90	4,10
3144	22	2	57	3,89	53,12	3,39	46,27	4,03
3679	44	2	57	2,80	12,50	3,20	14,26	4,21
3563	14	5	34	2,70	49,81	2,98	54,93	4,07
3846	23	5	34	4,18	57,82	3,10	42,81	4,59
3134	25	5	34	4,16	47,34	3,31	37,65	4,29
3165	33	5	34	2,88	10,24	3,90	13,87	3,24
3286	2	5	41	2,95	51,48	3,00	52,36	4,27
3391	40	5	41	3,99	28,05	3,54	24,85	4,33
3146	41	5	41	2,95	26,70	3,78	34,27	3,29
3302	43	5	41	3,88	28,95	3,44	25,68	4,68
3776	1	5	49	3,30	24,53	3,30	24,52	4,34
3532	11	5	49	3,39	30,30	2,91	26,04	4,07
3478	16	5	49	3,76	72,84	2,48	48,04	3,97
3521	18	5	49	3,62	8,43	2,81	6,55	4,39
3779	10	5	57	3,41	20,73	3,24	19,69	4,41
3649	20	5	57	3,67	24,37	3,02	20,04	3,90
3645	35	5	57	4,53	35,60	3,47	27,30	4,28
3374	47	5	57	2,84	17,08	3,27	19,65	3,86
3442	13	15	34	2,14	18,89	3,57	31,62	3,49
3395	38	15	34	3,45	66,52	2,95	56,87	4,46
3321	45	15	34	3,98	61,63	3,30	51,01	4,44
3785	46	15	34	2,58	31,49	2,73	33,36	4,16
3672	6	15	41	3,35	54,77	2,86	46,80	4,23
3178	21	15	41	4,55	62,57	3,31	45,53	4,38
3543	32	15	41	3,89	46,52	3,41	40,86	4,43
3552	42	15	41	3,69	38,16	3,00	31,03	4,22
3345	31	15	49	4,18	15,78	3,75	14,14	4,70
3586	36	15	49	3,83	23,43	4,10	25,07	3,75
2992	39	15	49	3,22	28,33	3,32	29,18	3,93
3889	48	15	49	3,93	27,99	2,99	21,30	4,13
3530	3	15	57	3,60	40,66	2,98	33,67	4,40
3016	4	15	57	3,79	39,65	3,25	34,00	4,28
3347	24	15	57	4,63	19,57	3,50	14,79	4,31
3355	28	15	57	3,86	16,82	3,44	14,97	4,09

Tabela 9B – Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao conteúdo de lactose em g.d⁻¹(Lacto gd), de sólidos totais em percentual (%Solid) e em g.d⁻¹(Solid gd), valor energético do leite em Mcal.kg⁻¹ (VEL)

Cabra	Baia	TP	FDNf	Lacto gd	% Solid	Solid gd	VEL
3225	7	2	34	68,22	11,81	188,55	0,664
3894	17	2	34	64,35	13,13	187,44	0,765
3365	29	2	34	107,25	12,36	297,62	0,699
3303	34	2	34	11,82	12,10	36,11	0,693
3389	5	2	41	56,53	11,93	155,69	0,679
3788	9	2	41	34,37	12,65	99,44	0,733
3850	27	2	41	28,55	10,92	71,43	0,581
3349	30	2	41	82,03	12,09	227,11	0,692
2858	12	2	49	7,04	11,28	21,65	0,614
3573	19	2	49	21,45	12,19	63,61	0,687
2837	26	2	49	16,32	11,07	49,34	0,603
3581	37	2	49	81,45	10,59	212,61	0,565
2710	8	2	57	21,19	10,98	67,35	0,605
3842	15	2	57	25,37	12,65	78,26	0,741
3144	22	2	57	55,06	12,27	167,52	0,706
3679	44	2	57	18,77	11,20	49,92	0,602
3563	14	5	34	74,99	10,77	198,53	0,574
3846	23	5	34	63,44	12,72	175,77	0,739
3134	25	5	34	48,79	12,67	143,99	0,738
3165	33	5	34	11,53	11,17	39,70	0,609
3286	2	5	41	74,33	11,20	195,07	0,607
3391	40	5	41	30,44	12,75	89,64	0,735
3146	41	5	41	29,79	11,16	101,05	0,611
3302	43	5	41	34,93	12,83	95,85	0,733
3776	1	5	49	32,21	11,88	88,20	0,659
3532	11	5	49	36,38	11,36	101,51	0,635
3478	16	5	49	76,89	10,21	197,56	0,642
3521	18	5	49	10,24	11,73	27,35	0,663
3779	10	5	57	26,81	11,99	72,79	0,669
3649	20	5	57	25,90	11,58	76,94	0,660
3645	35	5	57	33,65	13,17	103,46	0,780
3374	47	5	57	23,20	11,01	66,23	0,595
3442	13	15	34	30,89	10,34	91,53	0,532
3395	38	15	34	86,21	11,76	227,17	0,657
3321	45	15	34	68,65	12,60	194,91	0,726
3785	46	15	34	50,79	10,49	128,00	0,554
3672	6	15	41	69,20	11,39	186,46	0,634
3178	21	15	41	60,21	13,10	180,17	0,777
3543	32	15	41	53,04	12,62	151,02	0,723
3552	42	15	41	43,66	11,86	122,56	0,674
3345	31	15	49	17,74	13,45	50,75	0,779
3586	36	15	49	22,88	12,69	77,50	0,729
2992	39	15	49	34,56	11,48	100,97	0,636
3889	48	15	49	29,35	12,00	85,36	0,692
3530	3	15	57	49,75	11,90	134,37	0,672
3016	4	15	57	44,70	12,24	127,98	0,699
3347	24	15	57	18,24	13,30	56,28	0,791
3355	28	15	57	17,81	12,33	53,74	0,708

Tabela 10B – Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao nitrogênio consumido em g.d⁻¹ (NC), excretado nas fezes em g.d⁻¹ (NExFe), metabólico fecal em g.d⁻¹ (NMetFe), indigerido em g.d⁻¹ (NInd), urinário em g.d⁻¹ (NU), urinário endógeno em g.d⁻¹ (NUEnd)

Cabra	Baia	TP	FDNf	NC	NExFe	NMetFe	NInd	NU	NUEnd
3225	7	2	34	39,31	9,76	6,39	3,36	12,61	1,52
3894	17	2	34	48,04	11,67	8,03	3,63	18,29	1,71
3365	29	2	34	52,05	14,54	8,67	5,87	7,48	1,70
3303	34	2	34	25,75	5,97	4,28	1,69	14,41	2,30
3389	5	2	41	34,43	9,67	5,76	3,91	14,94	2,00
3788	9	2	41	33,90	7,97	5,64	2,33	15,35	1,48
3850	27	2	41	19,16	5,49	3,16	2,33	9,36	1,54
3349	30	2	41	59,45	16,10	9,89	6,21	20,29	1,88
2858	12	2	49	30,43	7,65	4,89	2,75	14,72	2,20
3573	19	2	49	30,17	7,65	4,82	2,83	13,87	1,63
2837	26	2	49	21,30	4,97	3,37	1,60	10,05	1,93
3581	37	2	49	45,14	10,22	7,22	3,00	14,07	1,69
2710	8	2	57	27,34	7,59	4,56	3,04	14,37	2,14
3842	15	2	57	24,75	6,44	4,13	2,31	11,72	1,52
3144	22	2	57	38,59	9,83	6,34	3,49	17,36	1,90
3679	44	2	57	31,59	9,28	5,21	4,07	11,50	1,74
3563	14	5	34	56,13	15,45	9,33	6,12	17,37	1,91
3846	23	5	34	42,15	10,71	7,05	3,66	17,29	1,61
3134	25	5	34	31,55	7,06	5,14	1,92	11,91	1,60
3165	33	5	34	43,65	11,35	7,25	4,10	21,76	1,84
3286	2	5	41	44,86	11,73	7,53	4,19	15,98	1,66
3391	40	5	41	31,38	8,22	5,24	2,97	15,32	1,59
3146	41	5	41	51,99	14,63	8,63	5,99	21,72	2,08
3302	43	5	41	35,64	8,82	5,92	2,89	14,73	1,41
3776	1	5	49	25,97	6,67	4,17	2,51	11,70	1,54
3532	11	5	49	28,66	7,59	4,58	3,01	12,92	1,96
3478	16	5	49	48,11	11,95	7,64	4,31	19,83	1,83
3521	18	5	49	19,30	4,24	3,07	1,16	9,60	1,42
3779	10	5	57	21,82	5,70	3,63	2,06	9,11	1,66
3649	20	5	57	26,29	5,88	4,38	1,50	14,07	1,41
3645	35	5	57	16,83	3,79	2,82	0,98	8,77	1,80
3374	47	5	57	34,68	9,31	5,80	3,51	17,98	1,93
3442	13	15	34	50,21	13,79	8,21	5,58	9,84	1,74
3395	38	15	34	57,69	13,96	9,44	4,52	25,31	1,69
3321	45	15	34	45,97	12,36	7,59	4,77	19,08	1,78
3785	46	15	34	32,23	9,80	5,30	4,50	11,01	1,65
3672	6	15	41	38,58	11,01	6,41	4,60	13,62	1,76
3178	21	15	41	39,01	10,56	6,44	4,12	15,37	1,82
3543	32	15	41	44,23	11,33	7,24	4,09	12,68	1,66
3552	42	15	41	25,93	6,94	4,33	2,62	8,65	1,52
3345	31	15	49	22,50	6,18	3,58	2,60	10,95	1,59
3586	36	15	49	41,19	10,75	6,39	4,36	15,67	1,61
2992	39	15	49	41,27	11,10	6,47	4,63	17,48	1,70
3889	48	15	49	38,44	9,64	5,92	3,73	16,17	1,49
3530	3	15	57	30,76	7,44	4,95	2,49	14,05	1,79
3016	4	15	57	43,71	12,22	7,20	5,01	21,15	1,66
3347	24	15	57	21,89	4,45	3,60	0,85	8,36	1,71
3355	28	15	57	33,73	7,96	5,34	2,62	11,16	1,72

Tabela 11B – Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes ao nitrogênio urinário exógeno em g.d-1 (NUExo), nitrogênio do leite em g.d-1 (NLeite), balanço de nitrogênio em g.d-1 (BN), nitrogênio verdadeiramente digerido em g.d-1 (NVD), valor biológico real em percentual (VBR%), relação entre NUE e NVD

Cabra	Baia	TP	FDNf	NUExo	NLeite	BN	NVD	VBR%	NUE/NVD
3225	7	2	34	11,09	3,54	21,32	35,95	69,15	30,85
3894	17	2	34	16,57	8,73	19,10	44,41	62,68	37,32
3365	29	2	34	5,78	6,22	34,18	46,18	87,48	12,52
3303	34	2	34	12,11	6,41	5,54	24,06	49,65	50,35
3389	5	2	41	12,94	5,80	11,78	30,52	57,59	42,41
3788	9	2	41	13,87	8,65	9,05	31,57	56,07	43,93
3850	27	2	41	7,82	6,80	2,20	16,83	53,51	46,49
3349	30	2	41	18,41	3,21	31,63	53,24	65,43	34,57
2858	12	2	49	12,51	5,03	10,13	27,68	54,78	45,22
3573	19	2	49	12,25	4,42	10,67	27,35	55,20	44,80
2837	26	2	49	8,12	5,15	6,43	19,70	58,77	41,23
3581	37	2	49	12,38	0,97	28,80	42,14	70,62	29,38
2710	8	2	57	12,23	4,87	7,21	24,30	49,70	50,30
3842	15	2	57	10,20	9,51	2,73	22,44	54,53	45,47
3144	22	2	57	15,46	4,56	15,09	35,11	55,97	44,03
3679	44	2	57	9,76	11,70	6,06	27,52	64,54	35,46
3563	14	5	34	15,45	7,72	26,83	50,00	69,09	30,91
3846	23	5	34	15,68	1,03	21,78	38,49	59,26	40,74
3134	25	5	34	10,31	2,48	16,83	29,63	65,19	34,81
3165	33	5	34	19,92	4,36	15,27	39,55	49,63	50,37
3286	2	5	41	14,32	6,66	19,69	40,67	64,79	35,21
3391	40	5	41	13,73	8,85	5,83	28,41	51,67	48,33
3146	41	5	41	19,64	8,23	18,13	46,00	57,31	42,69
3302	43	5	41	13,33	2,69	16,72	32,74	59,29	40,71
3776	1	5	49	10,16	6,70	6,60	23,46	56,68	43,32
3532	11	5	49	10,96	2,70	12,00	25,65	57,29	42,71
3478	16	5	49	17,99	2,63	23,17	43,80	58,92	41,08
3521	18	5	49	8,18	2,18	7,79	18,14	54,91	45,09
3779	10	5	57	7,45	12,78	-0,48	19,75	62,28	37,72
3649	20	5	57	12,65	9,64	2,49	24,79	48,95	51,05
3645	35	5	57	6,97	2,18	6,70	15,85	56,02	43,98
3374	47	5	57	16,04	7,16	7,97	31,17	48,54	51,46
3442	13	15	34	8,10	2,19	34,34	44,64	81,85	18,15
3395	38	15	34	23,62	1,44	28,12	53,17	55,58	44,42
3321	45	15	34	17,30	4,21	19,69	41,20	58,01	41,99
3785	46	15	34	9,36	3,47	14,90	27,73	66,26	33,74
3672	6	15	41	11,86	8,92	13,20	33,98	65,10	34,90
3178	21	15	41	13,55	11,09	10,25	34,89	61,18	38,82
3543	32	15	41	11,01	4,54	24,59	40,14	72,56	27,44
3552	42	15	41	7,12	3,36	12,82	23,31	69,44	30,56
3345	31	15	49	9,36	7,96	2,59	19,90	53,00	47,00
3586	36	15	49	14,06	5,35	17,42	36,83	61,83	38,17
2992	39	15	49	15,77	4,50	16,37	36,64	56,94	43,06
3889	48	15	49	14,68	2,40	17,63	34,71	57,71	42,29
3530	3	15	57	12,26	6,78	9,23	28,26	56,63	43,37
3016	4	15	57	19,50	7,48	11,72	38,70	49,62	50,38
3347	24	15	57	6,65	3,48	10,90	21,04	68,37	31,63
3355	28	15	57	9,44	4,59	17,07	31,11	69,65	30,35

Tabela 12B - Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes a pesagem dos animais dia 16/11 (P1), dia 21/11 (P2), dia 28/11 (P3), dia 05/12 (P4), dia 12/12 (P5)

Cabra	Baia	TP	FDNf	P1 16/11	P2 21/11	P3 28/11	P4 5/12	P5 12/12
3225	7	2	34	40,50	42,50	41,40	41,50	40,80
3894	17	2	34	45,50	47,80	48,00	39,40	47,00
3365	29	2	34	48,90	47,00	47,50	49,00	47,50
3303	34	2	34	72,00	66,70	69,10	72,40	71,50
3389	5	2	41	66,50	64,80	63,70	64,00	57,60
3788	9	2	41	40,80	40,00	41,00	42,30	41,10
3850	27	2	41	42,50	44,20	40,50	42,80	40,90
3349	30	2	41	50,50	53,70	52,80	57,00	53,00
2858	12	2	49	73,50	70,50	71,00	72,00	70,50
3573	19	2	49	49,50	48,70	48,90	47,50	45,00
2837	26	2	49	63,70	49,20	57,10	59,50	56,60
3581	37	2	49	50,00	49,40	47,20	47,40	45,90
2710	8	2	57	73,50	71,50	72,00	67,00	65,00
3842	15	2	57	45,70	41,50	44,10	44,00	42,80
3144	22	2	57	57,00	60,50	60,40	57,80	55,50
3679	44	2	57	47,50	48,90	49,30	49,70	50,00
3563	14	5	34	51,00	50,50	52,80	58,00	56,00
3846	23	5	34	44,50	43,50	43,10	42,70	43,10
3134	25	5	34	48,50	48,10	46,30	45,30	41,60
3165	33	5	34	54,50	54,50	54,00	50,50	56,60
3286	2	5	41	44,00	45,60	47,50	50,20	46,60
3391	40	5	41	44,50	45,10	44,20	45,80	45,20
3146	41	5	41	62,50	59,80	60,00	65,30	64,50
3302	43	5	41	42,90	40,50	40,50	40,50	40,20
3776	1	5	49	47,30	47,50	46,50	45,80	45,10
3532	11	5	49	63,00	60,50	61,20	60,20	59,20
3478	16	5	49	50,00	48,80	49,00	47,10	52,20
3521	18	5	49	49,50	47,50	48,50	36,10	36,00
3779	10	5	57	34,00	35,00	32,80	47,50	46,20
3649	20	5	57	38,50	38,40	36,50	38,00	37,10
3645	35	5	57	60,00	59,00	59,00	56,50	52,50
3374	47	5	57	60,50	58,00	56,10	55,50	54,50
3442	13	15	34	50,50	45,90	49,40	51,00	49,20
3395	38	15	34	50,00	49,40	47,20	48,40	48,60
3321	45	15	34	53,80	50,50	50,00	53,00	51,70
3785	46	15	34	48,00	47,50	46,80	48,00	46,80
3672	6	15	41	50,00	51,00	45,00	49,20	49,50
3178	21	15	41	55,70	54,30	51,80	54,50	52,80
3543	32	15	41	43,50	42,20	44,50	37,90	45,50
3552	42	15	41	44,50	42,00	43,10	43,00	41,60
3345	31	15	49	46,50	45,20	45,60	45,20	45,10
3586	36	15	49	43,30	39,20	43,10	44,30	44,60
2992	39	15	49	47,00	49,20	47,80	46,20	49,70
3889	48	15	49	40,00	42,20	39,10	42,00	51,20
3530	3	15	57	60,00	57,00	57,00	56,80	52,50
3016	4	15	57	48,50	48,20	46,80	49,30	47,20
3347	24	15	57	54,80	53,00	51,10	50,50	48,20
3355	28	15	57	53,00	54,00	53,00	54,00	50,80

Tabela 13B - Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes a pesagem dos animais dia 18/12 (P6), dia 24/12 (P7), dia 2/1 (P8), dia 10/1 (P9), dia 16/1 (P10)

Cabra	Baia	TP	FDNf	P6 18/12	P7 24/12	P8 2/1	P9 10/1	P10 16/1
3225	7	2	34	42,20	42,40	44,20	44,50	44,00
3894	17	2	34	49,30	49,00	50,70	51,00	51,00
3365	29	2	34	48,90	49,20	48,70	48,50	47,70
3303	34	2	34	73,00	71,00	72,90	74,00	70,40
3389	5	2	41	60,60	62,20	62,00	58,50	59,00
3788	9	2	41	40,50	41,20	42,30	40,30	40,00
3850	27	2	41	42,80	41,00	41,20	42,70	42,00
3349	30	2	41	56,00	57,30	56,40	59,00	57,50
2858	12	2	49	69,00	71,10	73,20	69,80	69,00
3573	19	2	49	46,00	43,10	44,50	44,50	45,50
2837	26	2	49	57,70	54,20	57,30	53,40	54,40
3581	37	2	49	48,50	46,80	47,60	48,70	47,20
2710	8	2	57	66,40	67,00	66,10	66,10	66,00
3842	15	2	57	42,00	42,00	40,40	40,00	39,30
3144	22	2	57	56,70	58,50	59,30	59,50	58,00
3679	44	2	57	50,50	47,00	51,20	52,00	50,20
3563	14	5	34	57,20	57,20	60,00	57,50	59,50
3846	23	5	34	45,50	46,60	47,30	48,40	46,50
3134	25	5	34	45,00	43,10	42,50	43,20	43,00
3165	33	5	34	54,10	51,90	54,50	55,50	52,20
3286	2	5	41	47,30	47,20	46,90	48,90	48,50
3391	40	5	41	44,70	43,70	45,10	47,50	46,00
3146	41	5	41	64,10	65,60	69,30	68,00	70,40
3302	43	5	41	37,90	38,20	40,20	40,00	30,00
3776	1	5	49	42,80	45,00	45,60	47,00	49,00
3532	11	5	49	59,00	58,20	52,40	57,70	56,00
3478	16	5	49	54,00	53,50	55,10	54,00	51,20
3521	18	5	49	38,30	35,00	37,40	37,20	37,00
3779	10	5	57	47,30	47,80	50,00	44,00	47,50
3649	20	5	57	38,20	37,40	35,60	36,10	35,50
3645	35	5	57	52,60	50,40	50,90	52,00	50,00
3374	47	5	57	58,00	57,40	57,20	60,00	60,30
3442	13	15	34	50,50	52,90	53,30	52,40	54,50
3395	38	15	34	48,50	48,20	48,20	52,30	50,00
3321	45	15	34	52,00	50,80	53,60	56,20	52,60
3785	46	15	34	47,00	44,20	45,60	45,50	46,30
3672	6	15	41	51,00	52,20	52,10	51,20	51,50
3178	21	15	41	53,50	52,00	53,00	53,70	54,00
3543	32	15	41	47,50	49,80	49,70	51,80	50,70
3552	42	15	41	42,20	42,10	43,70	46,00	46,70
3345	31	15	49	44,70	43,00	42,40	42,20	39,60
3586	36	15	49	45,30	41,30	46,10	48,50	48,20
2992	39	15	49	48,90	49,70	48,30	51,00	49,80
3889	48	15	49	41,10	40,30	41,00	42,50	39,50
3530	3	15	57	52,40	51,00	51,40	54,40	51,00
3016	4	15	57	47,20	47,60	46,60	46,70	45,50
3347	24	15	57	49,20	49,00	48,50	46,00	47,40
3355	28	15	57	49,50	51,50	51,70	49,50	48,80

Tabela 14B - Tamanho de partícula (TP), fibra em detergente neutro da forragem (FDNf) e valores referentes a pesagem dos animais dia 23/1 (P11), dia 30/1 (P12), dia 6/2 (P13), dia 13/2 (P14)

Cabra	Baia	TP	FDNf	P11	P12	P13	P14
				23/1	30/1	6/2	13/2
3225	7	2	34	44,00	42,70	40,80	44,80
3894	17	2	34	49,50	53,60	51,00	54,00
3365	29	2	34	49,80	48,40	48,40	48,50
3303	34	2	34	72,00	73,50	72,20	69,60
3389	5	2	41	59,60	59,80	61,10	58,00
3788	9	2	41	39,50	40,20	39,80	40,10
3850	27	2	41	43,10	41,40	40,50	42,50
3349	30	2	41	57,90	60,70	58,50	61,00
2858	12	2	49	70,00	72,10	72,50	71,50
3573	19	2	49	46,50	48,00	36,70	49,00
2837	26	2	49	53,50	55,80	54,10	54,10
3581	37	2	49	49,80	50,80	50,50	51,50
2710	8	2	57	65,50	67,30	66,50	66,50
3842	15	2	57	39,80	40,30	39,50	39,00
3144	22	2	57	58,70	39,30	58,90	60,80
3679	44	2	57	51,50	52,40	55,20	53,00
3563	14	5	34	60,00	62,60	61,70	62,00
3846	23	5	34	47,50	46,80	47,00	49,50
3134	25	5	34	38,10	43,40	43,10	41,50
3165	33	5	34	53,70	55,60	55,00	55,50
3286	2	5	41	49,20	52,50	49,50	50,60
3391	40	5	41	46,70	48,40	52,50	50,60
3146	41	5	41	72,20	75,20	76,80	77,80
3302	43	5	41	38,00	38,20	40,00	38,50
3776	1	5	49	48,50	48,80	50,80	50,60
3532	11	5	49	55,60	57,80	57,90	58,30
3478	16	5	49	49,00	55,20	55,00	56,50
3521	18	5	49	36,20	39,20	37,50	36,00
3779	10	5	57	46,20	46,40	47,00	47,60
3649	20	5	57	37,40	37,20	37,40	36,40
3645	35	5	57	50,20	51,00	45,90	48,90
3374	47	5	57	60,20	60,00	62,00	62,20
3442	13	15	34	52,00	54,40	53,90	54,80
3395	38	15	34	50,80	52,50	51,60	54,10
3321	45	15	34	52,80	55,10	54,90	56,60
3785	46	15	34	44,70	45,60	45,20	46,20
3672	6	15	41	49,50	52,70	50,70	52,60
3178	21	15	41	52,00	52,00	51,10	52,20
3543	32	15	41	51,00	53,70	52,80	55,80
3552	42	15	41	46,00	47,30	47,10	47,90
3345	31	15	49	40,00	42,10	40,40	38,00
3586	36	15	49	47,10	49,50	49,00	50,00
2992	39	15	49	48,00	50,00	50,00	48,60
3889	48	15	49	41,00	43,20	45,10	42,50
3530	3	15	57	51,00	53,90	52,60	53,60
3016	4	15	57	46,10	47,80	46,60	48,50
3347	24	15	57	46,00	46,80	47,90	46,60
3355	28	15	57	49,30	47,50	48,20	50,00