

**UFRRJ  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Pó de Malte na Dieta de Ovinos**

**Elizabeth dos Santos Moura**

**2011**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**PÓ DE MALTE NA DIETA DE OVINOS**

**ELIZABETH DOS SANTOS MOURA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Mirton José Frota Morenz**

*e Co-orientação dos Professores*  
**Carlos Elysio Moreira da Fonseca**  
**Fernando César Ferraz Lopes**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes.

Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2011

636.3085

M929p

T

Moura, Elizabeth dos Santos, 1981-  
Pó de malte na dieta de ovinos /  
Elizabeth dos Santos Moura - 2011.  
35 f.: il.

Orientador: Mirton José Frota  
Morenz.

Dissertação (mestrado) -  
Universidade Federal Rural do Rio  
de Janeiro, Curso de Pós-Graduação  
em Zootecnia.

Bibliografia: f. 21-25.

1. Ovino - Alimentação e rações  
- Teses. 2. Ovino - Nutrição -  
Teses. 3. Malte - Teses. I. Morenz,  
Mirton José Frota, 1971-. II.  
Universidade Federal Rural do Rio  
de Janeiro. Curso de Pós-Graduação  
em Zootecnia. III. Título.

## **DEDICATÓRIA**

Agradeço a Deus por permitir a realização desse sonho,  
Aos meus pais pela força e confiança.

Ao meu namorado Eduardo que sempre me incentivou e acreditou fielmente na minha capacidade, me encorajando todos os dias para realização de mais uma etapa no decorrer de minha caminhada, meu eterno agradecimento.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por permitir que pessoas maravilhosas pudessem fazer parte da minha vida, aos meus amigos que contribuíram direta ou indiretamente para concretização de mais uma etapa no decorrer do meu itinerário, amizades foram conquistadas ao longo desse período e tornaram essa fase, mas amena no decorrer da elaboração desse trabalho.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e ao programa de pós-graduação em Zootecnia pelas condições de realização do programa de pós-graduação.

À coordenação de apoio a pesquisa (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu orientador Mirton pela orientação, paciência e dedicação.

Ao Prof. Carlos Elysio que teve contribuição relevante para que eu ingressasse na iniciação científica. Sou grata pela sua co-orientação no mestrado.

Ao pesquisador Fernando César pela co-orientação e apoio.

Ao meu namorado, que foi acima de tudo meu amigo, companheiro e parceiro, tenha a certeza que você foi o melhor presente que Deus me deu, todos os dias agradeço a Deus por você fazer parte da minha vida.

Aos estagiários que auxiliaram neste experimento: Karla, Paulo, Danilo, Túlio, Carla, Daniel, Felipe, Alessandra, Bruna, Thaísa, todos contribuíram, se dedicaram e juntos assumimos o compromisso para execução desse trabalho.

Ao prof. Augusto responsável pelo laboratório de bromatologia da UFRRJ, aos funcionários do laboratório Marcos, Felipe, Alice e Evandro que foram sempre prestativos.

Aos meus amigos que mesmo de longe não deixaram de torcer por mim: Rose, Rayssa, tia Edna, Bruno.

Minhas amigas de alojamentos que permitiram momentos de alegres, risadas e descontração: Danúbia, Paula Pool, Érica, Tatiana, Kely, Patrícia, Laís, Izabel e Joice.

Minha amiga Karla que sempre me apoiou me consolou nos momentos difíceis, saiba: que ser amigo não é fácil requer dedicação, carisma, afeto, respeito, enfim... Características únicas que você conquistou ao longo do tempo.

Meus pais e irmã que sempre apoiaram e incentivaram meus estudos.

## **BIOGRAFIA**

**Elizabeth dos Santos Moura**, natural de Santa Izabel do Pará-PA, nascida em vinte e quatro de julho de mil novecentos e oitenta e um, filha de José Gonçalves Moura e Valdecir do Socorro dos Santos Moura; concluiu o curso de magistério na Escola Estadual de Ensino Médio Antonio Lemos – PA em 2002; cursou o curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro de 2004 a 2009, durante os anos de 2007-2008 foi bolsista de iniciação científica; e concluiu o Curso de Mestrado em Zootecnia no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 2011 com bolsa concedida pela CAPES.

## RESUMO

MOURA, Elizabeth dos Santos. **Pó de malte na dieta de ovinos**. 2011. 35 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Objetivou-se determinar a composição químico-bromatológica e as frações de carboidratos e compostos nitrogenados de dietas contendo pó de malte, e avaliar o consumo, a digestibilidade e os parâmetros de fermentação ruminal em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição de feno de coastcross pelo pó de malte. Os tratamentos consistiram nos níveis 0; 5; 10; 15 e 20% (base da MS) de inclusão do pó de malte em substituição ao feno de coastcross. As dietas foram formuladas de modo a serem isoproteicas, respeitando-se relação volumoso: concentrado de 70:30, tendo como volumoso o feno de coastcross (*Cynodon dactylon spp*). Foram utilizados cinco borregos mestiços (SRD x Santa Inês) com peso inicial médio de 17,8±2,6 Kg, distribuídos em quadrado latino 5 x 5. Cada período de avaliação teve duração de 14 dias, sendo os sete primeiros de adaptação às dietas. As coletas de amostras de alimentos (oferecido e sobra) e de fezes foram realizadas do 8º ao 13º dia de cada período de avaliação. O líquido ruminal dos animais foi coletado no 14º dia de cada período experimental. As análises químico-bromatológicas compreenderam a determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), e lignina (LIG) e cálculos dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida de manutenção (ELm). Os compostos nitrogenados foram fracionados em: fração A, B1+B2, B3 e C. Os carboidratos foram divididos em: carboidratos não fibrosos (A+B1), fração B2 e fração C. Os resultados foram interpretados utilizando-se estatística descritiva, com base nas médias e coeficientes de variação, das amostras obtidas em cada período. O pó de malte apresentou teores de 47,8% de CNF e fração B2 50,0% e com baixo teor de fração C (2,2%). O pó de malte se destaca por apresentar em suas frações nitrogenadas maiores proporções de frações de rápida e média degradação 47,2% fração A e 37% na PB para fração B1+B2. Para todas as dietas houve predominância da fração B2 dos carboidratos e da fração B1+B2 dos compostos nitrogenados em relação às demais. Não houve diferença ( $p>0,05$ ) para consumo diário de MS, MO, PB, EE e carboidratos totais (CT), NDT e ELm preditos e observados, coeficientes de digestibilidade dos nutrientes (MS, PB, MO, EE, FDN e CNF) e para as concentrações de pH e N-NH<sub>3</sub>. A análise de regressão demonstrou comportamento linear ( $p<0,05$ ) positivo e negativo para os consumos de FDN e carboidratos não fibrosos, respectivamente. O pó de malte pode ser utilizado como substituto do volumoso em até 20% sem comprometer o consumo e a digestibilidade dos nutrientes.

**Palavras-chave:** Co-produto. Consumo. Digestibilidade. Parâmetros ruminais.

## ABSTRACT

MOURA, Elizabeth dos Santos. **Dust malt in diets for sheep**. 2011. 35p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

This work aimed to evaluate the effects of the coastcross hay replacement by dust malt in diets for lambs on nutrients intake and digestibility, rumen fermentation parameters, and chemical composition and nitrogenous and carbohydrate fractions of the diets. Were evaluate the levels 0, 5, 10, 15 and 20 % (DM basis) of dust malt inclusion in diets. The diets were formulated to be isoproteic, with ratio roughage:concentrate of 70:30, using coastcross hay (*Cynodon dactylon* spp) as roughage. Were used five lambs crossbred with initial weight of  $17.8 \pm 2.6$  Kg kg, distributed in a 5 x 5 Latin Square, kept in metabolic cage with device for total feces collection. Each trial period lasted 14 days, with the first seven days for diet adaptation. Daily, from 8<sup>th</sup> to 13<sup>th</sup> day, were weighed feed, orts and faeces, and collected a sample from each fraction, in each experimental period. Ruminal parameters were evaluated at 14<sup>th</sup> day. Were evaluated the dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), ash, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and lignin and estimate the TDN and energy for the maintenance (ELm). For the carbohydrates fractions determined were: total carbohydrate (CT), fraction "C", fraction "B" and no-fiber carbohydrate (CNF), for nitrogen compounds fractions were: fraction "A", fraction "B1+B2", fraction "B3" and fraction "C". The results were interpreted according to descriptive statistics with based on averages and coefficients of variation of samples from each period. The dust mal showed 47.8% and 50.0 for CNF and B2 carbohydrates fractions respectively, and short C fraction (2.2%). The dust malt feature more fraction A (47.2% CP basis) and fraction B1+B2 (37% CP basis) for nitrogen fractions. For all diets the predominant was fraction B2 carbohydrate and fraction B1 + B2 compounds nitrogen in relation to others. There was not effect ( $p > 0.05$ ) in levels inclusion of dust malt at the diets on intake of DM, organic matter, CP, EE, CT, TDN and ELm, apparent digestibility of DM, CP, OM, EE, NDF and CNF as well as for pH and NH<sub>3</sub>-N contents in rumen fluid. The regression analyses there was linear effect ( $p < 0.05$ ) for intake FDN and CNF. The dust malt can replace the hay up to 20% in diets for lambs, without causing changes in nutritional patterns.

**Key words:** By product. Intake. Digestibility. Ruminal parameters.



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Composição centesimal das dietas para borregos contendo níveis de substituição de feno de coastcross por pó de malte. ....	6
<b>Tabela 2</b> - Composição químico-bromatológica média dos ingredientes e das dietas experimentais. ....	7
<b>Tabela 3</b> - Valores das frações de carboidratos dos alimentos. ....	13
<b>Tabela 4</b> - Teores das frações dos compostos nitrogenados nos ingredientes. ....	14
<b>Tabela 5</b> - Valores das frações nitrogenadas e de carboidratos das dietas experimentais. ....	15
<b>Tabela 6</b> - Consumo de nutrientes por borregos em dietas contendo diferentes níveis de substituição de feno por pó de malte. ....	16
<b>Tabela 7</b> - Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes com respectivas equações de regressão, segundo cada nível de inclusão de pó de malte na dieta. ....	17
<b>Tabela 8</b> - Médias e coeficientes de variação (CV%) em dietas para ovinos contendo níveis de substituição de feno de coastcross por pó de malte. ....	18
<b>Tabela 9</b> - pH e nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ) expresso em mg de N-NH <sub>3</sub> /100mL em dietas para ovinos contendo níveis de substituição do feno por pó de malte. ....	18

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Cordeiros mantidos em gaiolas para ensaio de metabolismo com bolsas coletoras para coleta total de fezes. .... 8
- Figura 2** - Coleta de líquido ruminal com auxílio de bomba a vácuo e sonda esofágica, aferição do pH em potenciômetro digital e filtragem de líquido ruminal com dupla camada de gases com posterior acondicionamento em recipientes hermeticamente fechados..... 10

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>6</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>20</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>21</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A alimentação de ruminantes no Brasil é baseada em forrageiras, as quais em determinado período do ano, devido às condições climáticas, apresentam redução na qualidade nutricional e na disponibilidade de massa de forragem, resultando em baixos índices de produtividade dos rebanhos. Neste contexto, faz-se necessária a suplementação da dieta, seja por meio de forragens conservadas (feno ou silagem) ou pela utilização de suplementos concentrados, os quais são formulados à base de alimentos concentrados energéticos e proteicos, principalmente, milho e farelo de soja. No entanto, a elevação e a oscilação dos preços destes alimentos concentrados nem sempre permitem a formulação de dietas de modo a manter a competitividade dos sistemas de produção. Dessa forma, o estudo de alimentos alternativos é importante, promovendo redução nos custos de produção, sem que ocorram decréscimos nos níveis de produção do rebanho.

Dentre os produtos alternativos, destacam-se aqueles oriundos da indústria cervejeira, como o resíduo úmido de cervejaria, amplamente utilizado na pecuária leiteira, e o pó de malte, ainda pouco conhecido. O pó de malte é um resíduo composto basicamente de casca e radículas de malte, resultantes do processo de maltagem dos grãos. Este resíduo apresenta tamanho de partículas reduzido e elevado teor de fibra em detergente neutro (FDN), o que o caracteriza como sendo fonte de fibra não forrageira. Devido ao reduzido tamanho de partículas e, conseqüentemente, a baixa efetividade da fibra, pode ocasionar diminuição do tempo de retenção da digesta no rúmen, da digestibilidade da FDN, da taxa de mastigação e salivação, resultando em alterações nos padrões de fermentação ruminal.

A utilização desses alimentos alternativos deve ser empregada com cautela, visto que para a sua eficiente utilização é necessário observar fatores importantes, como: disponibilidade, valor nutritivo, preço, custo de transporte, facilidade de armazenamento, presença de fatores antinutricionais e/ou tóxicos, características físicas, taxa de degradação ruminal e capacidade de manter as funções ruminais.

Assim, objetivou-se com este estudo, avaliar o consumo, a digestibilidade aparente, os parâmetros ruminais, as frações dos compostos nitrogenados e de carboidratos dos alimentos, em ovinos alimentados com dietas com diferentes níveis de substituição de feno por pó de malte.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A agroindústria investe no aumento da capacidade de produção e, conseqüentemente, geram quantidade de subprodutos que podem ocasionar impactos ambientais negativos. Portanto, é importante a geração de tecnologias que permitam dar a estes resíduos um destino adequado, onde uma alternativa promissora é a inclusão desses subprodutos na alimentação animal, com a vantagem de minimizar os custos de produção. No entanto, para isto se faz necessário conhecer o valor nutricional dos ingredientes para a formulação de rações que atendam às exigências dos animais.

O objetivo principal da avaliação do valor nutricional do alimento é ajustar a quantidade e qualidade da dieta tendo como base as exigências dos animais (CARDOSO et al., 2000). Uma forma de se avaliar a qualidade do alimento é por meio dos valores de digestibilidade, que são influenciados pela composição e preparo dos alimentos e da dieta, além de fatores inerentes aos animais e ao nível nutricional, em especial quanto à densidade energética da ração (ALVES et al., 2003). A digestibilidade do alimento, basicamente, é sua capacidade de permitir que o animal utilize em maior ou menor escala os nutrientes. Essa capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente em questão, sendo uma característica do alimento (COELHO DA SILVA & LEÃO, 1979).

Para rações de alta digestibilidade (acima de 66%), ricas em concentrados (acima de 75%) e com baixo teor de FDN (abaixo de 25%), o consumo será menor quanto maior o valor de digestibilidade do alimento e, em rações de baixa qualidade (acima de 75% de FDN), o consumo será maior quanto melhor for a digestibilidade do alimento (MERTENS, 1994; VAN SOEST, 1994). Ambos, consumo e digestibilidade são importantes parâmetros que auxiliam nas avaliações de alimentos para animais ruminantes, e, portanto, para o desenvolvimento de sistemas de alimentação (VAN SOEST, 1994).

Vários fatores estão envolvidos no controle da ingestão de alimentos em bovinos. Sniffen et al. (1992) e Mertens (1994) os dividem em três mecanismos: o psicogênico, que envolve a resposta animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento e ao ambiente; o fisiológico, no qual o controle é feito pelo balanço nutricional da ração, relacionado à manutenção do equilíbrio energético; e o físico, associado à capacidade de distensão do rúmen e ao teor de FDN da ração.

O teor de fibra na dieta de ruminantes está relacionado à ingestão de alimentos em função de sua lenta degradação e baixa taxa de passagem pelo rúmen. Freitas et al. (2000) relataram que o teor de FDN pode ser utilizado como indicador de consumo de alimentos. Deste modo, para não ocorrer alterações no consumo e manter os padrões ruminais estáveis, o teor de FDN da ração não deve ser inferior a 25% da MS (MERTENS, 1992). Os sistemas nutricionais mais recentes, como o *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* (CNCPS) para bovinos (FOX et al., 2004) e ovinos (CANNAS et al., 2004) estabeleceram exigências mínimas para níveis de FDN fisicamente efetiva nas dietas (entre 20 e 24,5 % de FDN<sub>fe</sub>), abaixo dos quais a fermentação e a síntese de proteína microbiana no rúmen seriam negativamente alterados, principalmente por reduzir o pH ruminal a níveis abaixo de 6,0. Com redução para a faixa de 5,5 a 5,0, ocorre diminuição do número de microrganismos fibrolíticos, como também da taxa de crescimento microbiano, podendo causar redução na digestão da fibra (HOOVER, 1986).

O uso de subprodutos fibrosos (fonte de fibras não forrageira - FFNF) para atender parte do teor de FDN total da ração representa opção importante na alimentação de bovinos, principalmente, quando a quantidade e/ou qualidade da forragem limitam sua inclusão na ração. Essas FFNF são frequentemente adicionadas à ração para substituir parte da FDN da forragem. No entanto, diferenças na composição química, nas características físicas (tamanho de partícula) e nas taxas de digestão e passagem devem ser consideradas e avaliadas quando essa estratégia for adotada (NUSSIO et al., 2006).

O pó de malte é um subproduto da indústria cervejeira, que pode ser caracterizado como fonte de fibra não forrageira por apresentar em sua constituição elevados teores de FDN, mas com tamanho de partícula reduzido, o que lhe confere baixa efetividade da FDN (FDNef). O pó de malte é obtido na etapa final da maltagem da cevada, que se refere à eliminação dos brotos formados na germinação por uma operação denominada clivagem, haja vista que esta fração contém grande quantidade de proteínas e outras substâncias que podem prejudicar a cerveja se não forem removidas. O malte pode ser polido para a remoção do pó e para melhorar a sua apresentação. Assim, o pó de malte é constituído basicamente de brotos de cevada e da casca desprendida após o polimento.

Pouco são os trabalhos utilizando o pó de malte na alimentação animal. No entanto, Mazete et al. (2008) encontraram teores de 15% de PB e 60% de FDN. Simonato et al. (2006), avaliando os efeitos da inclusão do malte em pó peletizado na alimentação de coelhos concluíram que é possível incluir o pó de malte em até 10% na ração comercial, aumentando o ganho de peso dos animais, diminuindo o consumo da ração convencional sem afetar significativamente seu desempenho. Martins et al. (2004) estudaram os efeitos da substituição do milho por pó de malte sobre o desempenho de novilhos da raça holandesa, e concluíram que houve redução no ganho de peso médio diário dos animais.

Por ser o pó de malte um ingrediente alternativo na alimentação de ruminantes e ainda pouco estudado, é importante a caracterização deste, de forma a entender sua utilização pelos animais. O conhecimento da composição química, bem como das frações nitrogenadas e de carboidratos, é fundamental para o eficiente uso deste ingrediente na formulação de dietas balanceadas.

O fracionamento de compostos nitrogenados e de carboidratos (SNIFFEN et al., 1992), utilizado no modelo *Cornell Net Carbohydrate and Protein System-CNCPS*, tem por objetivo sincronizar a utilização dessas frações no rúmen de forma a aumentar a eficiência energética das dietas. O CNCPS permite simular os efeitos da ingestão do alimento, fermentação ruminal, digestão intestinal, absorção e metabolismo sobre a utilização do nutriente e o desempenho animal. Trata-se de um modelo com base mecanicista, ou seja, baseado em teorias ou princípios biológicos, químicos ou físicos conhecidos, com o objetivo de melhorar os modelos de predição da resposta animal, bem como otimizar o uso de recursos disponíveis nas propriedades e reduzir o impacto ao meio ambiente, tais como excesso de nutrientes excretados no solo (FOX et al., 1992; RUSSEL et al., 1992; SNIFFEN et al., 1992).

Este modelo divide carboidratos e compostos nitrogenados em frações distintas, de acordo com sua taxa de degradação no rúmen. Segundo Sniffen et al. (1992), as frações nitrogenadas são divididas em: fração A, constituída de nitrogênio não proteico (NNP), que é de alta digestibilidade no rúmen; fração B<sub>1</sub>, proteína solúvel no rúmen; fração B<sub>2</sub>, a qual apresenta taxa de degradação intermediária; fração B<sub>3</sub>, que refere-se à proteína associada à parede celular, sendo de degradação lenta; e a fração C que é composta de proteínas insolúveis em detergente ácido, considerada indigerível. Os carboidratos são divididos em: fração A, referente a açúcares solúveis prontamente degradados, com taxa de digestão de 250 a 500%/h; fração B<sub>1</sub>, que compreende os carboidratos não-fibrosos (amido e pectina) com fermentação intermediária de 30 a 70%/h; fração B<sub>2</sub>, que compreende os carboidratos fibrosos, celulose e hemicelulose, com lenta taxa de degradação (3 a 20%/h); e fração C, parte indigerível, composta, principalmente, pelas ligninas.

Alimentos com altas proporções das frações nitrogenadas A e B<sub>1</sub> podem ocasionar grandes perdas de amônia, quando não suplementados com fontes de carboidratos de rápida degradação ruminal (CNF). Nesse sentido, para que ocorra eficiente síntese microbiana no rúmen, torna-se necessário bom sincronismo na fermentação de compostos nitrogenados, com o objetivo de se obter melhorias no desempenho animal (NOCEK & RUSSELL, 1988).

Em adição, na avaliação de alimentos para ruminantes, é importante o estudo dos parâmetros de fermentação ruminal, como a concentração de N-NH<sub>3</sub> e o pH do líquido ruminal.

A concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) no rúmen é indispensável para o crescimento bacteriano, desde que associada a fontes de energia e estar diretamente relacionada à solubilidade da proteína dietética e à retenção de N pelo animal (COELHO DA SILVA & LEÃO, 1979). Segundo Stern e Hoover (1979), para variadas situações, 40 a 100% do nitrogênio microbiano podem ser derivados do N-NH<sub>3</sub>.

A amônia ruminal é originada da degradação proteica da dieta, da hidrólise de fontes de nitrogênio não proteico, da ureia reciclada no rúmen e da lise da proteína microbiana. Sua concentração é utilizada como indicador da degradação proteica, da eficiência de utilização do nitrogênio da dieta e do crescimento microbiano (SATTER & SLYTER, 1974; LENG & NOLAN, 1984; RUSSELL et al., 1992). Elevadas concentrações de amônia ruminal resultam em maior absorção líquida de nitrogênio amoniacal pelas papilas ruminais, sendo convertida em ureia (ciclo da ureia), com conseqüente perda de energia. Neste contexto, tem-se buscado formular dietas que permitam a sincronização das taxas de degradação de compostos nitrogenados e de carboidratos, potencializando o crescimento microbiano e reduzindo as perdas energéticas e nitrogenadas nos processos de digestão e absorção. Além disso, há a questão ambiental, sendo crescente a preocupação na redução da excreção de compostos nitrogenados no meio ambiente, uma vez que compostos como os óxidos de nitrogênio são fontes causadoras de danos na atmosfera e nos lençóis freáticos.

No que se refere ao pH ruminal, este está diretamente relacionado aos produtos finais da fermentação, bem como à taxa de crescimento dos microrganismos ruminais. Isto pode ser demonstrado pelo uso de dietas ricas em volumosos, quando, geralmente, o pH ruminal é mais elevado, o qual permite o crescimento de bactérias celulolíticas (CHURCH, 1979). O pH ruminal pode influenciar a degradação da proteína em virtude das alterações ocorridas na atividade microbiana.

Em condições normais, o pH ruminal é mantido em limites fisiológicos (6,6 a 7,2), condição esta desejável para a máxima digestão da fração fibrosa. Entretanto, algumas condições dietéticas (elevada quantidade de amido, moagem, redução de tamanho de partículas), tendem a propiciar o acúmulo de íons  $H^+$  e a redução do pH ruminal, que promove redução da eficiência de síntese microbiana e, conseqüentemente, da digestão da fibra (RUSSELL et al., 1992).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Programa de Sanidade Animal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica (RJ). Foram utilizados cinco borregos sem raça definida com peso inicial médio de  $17,8 \pm 2,6$  kg, distribuídos em quadrado latino (QL) 5 x 5 (14 dias x 5 período) totalizando 70 dias. Cada período de avaliação teve duração de 14 dias, sendo os sete primeiros de adaptação às dietas. Os animais foram mantidos em gaiolas para ensaio de metabolismo, providas de bebedouro e comedouro individuais.

As dietas foram isoproteicas, respeitando a relação volumoso: concentrado de 70:30 (base MS), tendo como volumoso feno de capim-coastcross (*Cynodon dactylon spp*). Os suplementos concentrados foram compostos por milho moído e farelo de soja. Foi fornecido 30g de sal mineral comercial por animal por dia. O pó de malte foi incluído na dieta nos níveis de 0; 5; 10; 15 e 20% (base da MS), em substituição ao feno de coastcross. O feno de coastcross foi moído em moinho elétrico para grãos, utilizando-se peneira com diâmetro de furo de 5 mm, com o objetivo de reduzir as perdas de feno.

As dietas foram fornecidas na forma de mistura total, a fim de minimizar a seleção pelos animais. As dietas foram balanceadas e ajustadas no início de cada período, acrescidas de 10% às necessidades de manutenção e produção, segundo preconizado pelo NRC (2007), de forma, a atender suas exigências nutricionais. As amostras de alimentos e fezes foram coletadas antes do fornecimento das dietas. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 7:00hs e 17:00h.

Os animais foram vermífugados e receberam complexo vitamínico (vitaminas A, D e E) antes do início do experimento. Os animais foram pesados em jejum no início e no final de cada período experimental. A composição centesimal das dietas de borregos contendo níveis de substituição de feno por pó de malte é apresentada na Tabela 1. A composição químico-bromatológica das dietas e dos ingredientes utilizados na alimentação de borregos recebendo dietas com níveis crescentes de substituição do feno por pó de malte são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 1** – Composição centesimal das dietas para borregos contendo níveis de substituição de feno de coastcross por pó de malte

	Inclusão de pó de malte na dieta (%MS)				
	0	5	10	15	20
Feno	71,2	67,2	63,4	60,1	56,5
Pó de malte	0,0	3,6	7,0	10,7	14,2
Milho	21,2	23,1	23,5	24,2	24,7
Farelo de Soja	7,6	6,1	6,1	5,0	4,6

**Tabela 2** - Composição químico-bromatológica média dos ingredientes e das dietas experimentais

Nutriente	Feno de Coastcross	Pó de malte	Milho	Farelo de soja	
MS <sup>1</sup> (%)	84,5	88,7	85,5	86,6	
MO <sup>2</sup> (%MS)	92,7	93,6	97,8	92,6	
PB <sup>3</sup> (%MS)	10,4	17,3	8,5	52,1	
MM <sup>4</sup> (%MS)	7,3	6,4	2,2	7,4	
EE <sup>5</sup> (%MS)	1,4	1,8	6,7	2,0	
FDN <sub>p</sub> <sup>6</sup> (%MS)	77,4	41,6	13,5	16,4	
FDA <sup>7</sup> (%MS)	32,5	17,5	3,3	12,7	
Cel <sup>8</sup> (%MS)	25,1	11,5	2,1	10,3	
Lig <sup>9</sup> (%MS)	7,1	3,9	1,3	3,0	
CT <sup>10</sup> (%MS)	80,8	74,5	82,5	38,5	
CNF <sup>11</sup> (%MS)	7,3	35,6	70,7	26,7	
NDT <sup>12</sup> (%)	62,1	73,3	91,7	80,2	
	Inclusão de pó de malte (%)				
	0	5	10	15	20
MS <sup>1</sup> (%)	84,9	85,0	85,2	85,3	85,4
MO <sup>2</sup> (%MS)	93,8	93,9	94,0	94,0	94,1
PB <sup>3</sup> (%MS)	13,2	12,8	13,0	12,8	12,8
MM <sup>4</sup> (%MS)	6,2	6,1	6,0	6,0	5,9
EE <sup>5</sup> (%MS)	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8
FDN <sub>p</sub> <sup>6</sup> (%MS)	59,2	57,6	56,2	55,1	53,7
FDA <sup>7</sup> (%MS)	24,8	24,0	23,4	22,8	22,2
Cel <sup>8</sup> (%MS)	19,1	18,4	17,8	17,3	16,8
Lig <sup>9</sup> (%MS)	5,6	5,4	5,3	5,1	5,0
CT <sup>10</sup> (%MS)	77,9	78,4	78,2	78,4	78,4
CNF <sup>11</sup> (%MS)	18,8	20,8	22,1	23,5	24,7
NDT <sup>12</sup> (%)	69,8	70,4	70,9	71,4	71,8

<sup>1</sup>MS- matéria seca (%); <sup>2</sup>MO- matéria orgânica (%MS); <sup>3</sup>PB- proteína bruta (%MS); <sup>4</sup>MM- matéria mineral (%MS); <sup>5</sup>EE- extrato etéreo (%MS); <sup>6</sup>FDN<sub>p</sub>- fibra em detergente neutro corrigido para proteína (%MS); <sup>7</sup>FDA- fibra em detergente ácido (%MS); <sup>8</sup>Celulose (%MS), <sup>9</sup>Lignina (%MS), <sup>10</sup>CT- carboidratos totais (%MS); <sup>11</sup>CNF- carboidratos não fibrosos (%MS); <sup>12</sup>NDT (%) nutrientes digestível totais.

As coletas de amostras de alimentos (oferecido e sobra) e de fezes, para a determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes foram realizadas do 8<sup>o</sup> ao 13<sup>o</sup> dia de cada período de avaliação. Para facilitar a coleta total de fezes foi acoplada bolsa de napa na porção posterior dos ovinos, que foi inserida no 7<sup>o</sup> dia e permaneceu até 14<sup>o</sup> dia de cada período experimental. As amostras de fezes foram coletadas diretamente da bolsa de napa, duas vezes ao dia, antes do fornecimento das dietas (Figura 1).



**Figura 1** - Cordeiros mantidos em gaiolas para ensaio de metabolismo com bolsas coletoras para coleta total de fezes

A produção total de fezes foi pesada diariamente e, do total, foi retirada alíquota de, aproximadamente, 40% para a composição de amostras compostas, para cada animal em cada período de avaliação. Cada amostra foi devidamente identificada com auxílio de etiqueta que estava fixada nos sacos plásticos referentes a cada animal. Em seguida, as amostras foram congeladas (-18°C). Ao final do período experimental, as amostras foram descongeladas e pré-secadas em estufa de ventilação forçada (55°C; 72 h) e moídas em moinho tipo *Willey* com peneira com abertura de malha de 1 mm.

As análises químico-bromatológicas foram realizadas de acordo com o Silva e Queiroz (2002), para determinação dos teores de matéria seca a 105°C, nitrogênio total, extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e dos componentes da parede celular (fibra em detergente neutro - FDN, fibra em detergente ácido - FDA e lignina - LIG).

O fracionamento dos compostos nitrogenados foi realizado de acordo com o protocolo descrito por Malafaia e Vieira (1997), adaptado por Morenz (2004).

Para o fracionamento dos compostos nitrogenados, a fração A (nitrogênio não-proteico, NNP) foi determinada pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel em ácido tricloroacético (TCA). O nitrogênio insolúvel em TCA foi obtido por meio da incubação de 500 mg da amostra com 50 mL de água destilada por 30 minutos, com posterior adição de 10 mL de TCA a 10% e incubação por 30 minutos (LICITRA et al., 1996). O resíduo remanescente foi filtrado em papel de filtro (Whatman, nº 54), lavado com água, sendo determinado o teor de nitrogênio. A fração B3 foi calculada pela diferença entre o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA). A fração C foi considerada como sendo o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), e a fração B2 foi determinada pela diferença entre o nitrogênio total e as frações A, B1, B3 e C.

Todas as análises de N foram realizadas pelo método de Kjeldahl e para conversão em proteína bruta, foi utilizado o fator de correção 6,25.

Os carboidratos totais (CT) foram determinados pela seguinte expressão: %CT = 100 - (%PB + %EE + %MM), (SNIFFEN et al., 1992). Os carboidratos não fibrosos (A+B1) foram determinados pela seguinte expressão: %CNF = 100 - (%PB + %EE + %FDN<sub>CP</sub> + %MM), em que FDN<sub>CP</sub> (B2) equivale à parede celular corrigida para cinzas e proteínas. A fração C foi obtida através da equação preditiva para o potencial de degradação da FDN sendo C

$$C (\%MS) = FDN (\%MS) * 0,01 * Lignina (\%FDN) * 2,4 \text{ (SNIFFEN et al., 1992).}$$

A determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes foi realizada, utilizando-se o método direto, a partir da determinação dos teores de MS, PB, EE, MM, FDN e FDA nas amostras de alimentos (oferecido e sobra) e fezes. O coeficiente de digestibilidade aparente (DA) foi determinado utilizando-se a equação descrita por Coelho da Silva e Leão (1979), descrita a seguir:

$$DA = ((No - Nr - Ne)/(No - Nr))*100.$$

Onde No=quantidade do nutriente oferecido (g); Nr=quantidade do nutriente rejeitado (g); Ne=quantidade do nutriente excretado (g).

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) observado foi obtido, segundo a fórmula descrita por Sniffen et al. (1992):

$$NDT = PBD + 2,25*EED + CHOTD$$

Onde: PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível, CHOTD = carboidratos totais digestíveis

Com base na composição químico-bromatológica dos alimentos avaliados foram estimados os valores de NDT das dietas, conforme equação descrita por Weiss et al. (1998), utilizando a seguinte equação:

$$NDT = 0,98*(100-FDNn-PB-MM) + EXP(-0,012*NIDA)*PB + 2,25*(EE-1) + 0,75*(FDNn-LIG)*[1-(LIG/FDN)^{0,667}]-7$$

Onde: FDNn = Fibra em detergente neutro livre de nitrogênio; PB = Proteína bruta; MM = Cinzas; NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; EE = Extrato etéreo; LIG = Lignina; FDN = Fibra em detergente neutro

Para converter NDT em Energia Líquida (ELM) foi usada a equação de Moe e Tyrrel (1976):

$$ELM (Mcal/Kg) = 0,0245*NDT - 0,12$$

Foi realizada coleta de líquido ruminal dos animais no último dia (14º) de cada período experimental. A coleta foi realizada pela manhã, três horas após o fornecimento das dietas (ZEOULA et al., 2003), com auxílio de sonda esofágica de silicone conectada a uma bomba a vácuo, coletando - se uma amostra de, aproximadamente, 50 mL de líquido de cada animal (Figura 2).



**Figura 2** - Coleta de líquido ruminal com auxílio de bomba a vácuo e sonda esofágica, aferição do pH em potenciômetro digital e filtragem de líquido ruminal com dupla camada de gazes com posterior acondicionamento em recipientes hermeticamente fechados

A determinação do pH foi realizada imediatamente após a coleta do líquido ruminal, utilizando-se potenciômetro digital calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Em seguida, o líquido ruminal foi filtrado por dupla camada de gazes e acondicionado em recipientes hermeticamente fechados e identificados. Adicionou-se oito gotas de ácido sulfúrico (50% v/v) à alíquota de 10 mL do filtrado e congelou-se a  $-18^{\circ}\text{C}$  para posterior determinação de N-  $\text{NH}_3$ . A determinação da concentração de N- $\text{NH}_3$  foi obtida pela destilação de 2 mL do líquido ruminal adicionado de 10 mL de solução KCl 15% e 250 mg de Óxido de Magnésio (p.a.) em aparelho de destilação micro Kjeldahl, e titulado com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (0,01 N), conforme metodologia descrita por Preston (1995)

Cálculo:

$$N - \text{NH}_3 / 100 \text{ mL} = \frac{(V_2 - V_3) \times N \times 0,014007 \times 1.000 \times 100}{V_1}$$

Onde: N- $\text{NH}_3$ /100mL = Concentração de Nitrogênio Amoniacal em 100 mL de amostra de Líquido Ruminal.

$V_1$  = volume de Líquido Ruminal empregado na análise, em mililitros.

$V_2$  = volume de Ácido sulfúrico gasto na titulação da amostra, em mililitros.

$V_3$  = volume de Ácido sulfúrico gasto na titulação do “branco”, em mililitros.

N = normalidade do sulfúrico.

Os resultados das frações nitrogenadas e de carboidratos foram interpretados utilizando-se estatística descritiva, com base nas médias e coeficientes de variação, das amostras obtidas em cada período. Enquanto os resultados do consumo, digestibilidade e parâmetros de fermentação ruminal foram interpretados de acordo com a análise de variância, sendo as variáveis avaliadas por meio de análise de regressão, utilizando-se o teste “t” a 5% de significância, conforme modelo estatístico:

$$Y = \mu + T_i + P_j + A_k + \epsilon_{ijk}$$

onde:

Y= variável resposta;

$\mu$  = efeito médio geral;

T= efeito do tratamento i;

P= efeito do período j;

A= efeito do animal K;

i= nível de inclusão (0, 5, 10, 15 e 20%) de pó de malte;

j= período (1, 2, 3, 4, e 5);

k= animal (1, 2, 3, 4, e 5);

$\epsilon_{ijk}$  = erro aleatório, suposto NID (0,  $\delta^2$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição químico-bromatológica média do feno de coastcross, pó de malte, milho e farelo de soja utilizados nas dietas para borregos contendo diferentes níveis de substituição de feno por pó de malte são apresentados na Tabela 2.

O teor de PB para o feno de coastcross foi de 10,4%, sendo superior aos observados por Franzolin et al. (2000), Ítavo et al. (2002), embora os teores de FDN, FDA e lignina estejam próximos aos dos referidos autores. O teor de PB esteve na faixa dos teores de feno de coastcross cortados aos 42 (12,8%) e 63 dias (8,5%), conforme apontados por Santos et al. (2001) e o teor de lignina está acima do encontrado aos 63 dias, que foi de 7,1%. Embora ocorram erros decorrentes da técnica de determinação da lignina, esse composto ainda sofre influência direta das condições de manejo da área de fenação (adubação, idade de corte), condições climáticas, estação do ano.

O pó de malte apresentou teores de PB e MM próximos aos relatados por Mazete et al. (2008), e os teores de FDN e lignina foram inferiores aos reportados pelos referidos autores (60,6% e 5,2% respectivamente). No entanto, é importante ressaltar que por ser um coproduto industrial este pode sofrer variações quanto à sua composição. Esta pode sofrer efeitos dos inúmeros processos (hídricos, térmicos e mecânicos) que a matéria prima sofre ao longo da industrialização, pelas características da semente de cevada utilizada (grau de germinação, teor de pureza, cultivar), além de diferenças entre lotes de produção e condições de armazenamento. Mesmo assim, o pó de malte apresenta características em sua composição que o torna propício para ser utilizado na nutrição animal, principalmente nos aspectos relacionados aos teores de PB, FDN e NDT.

Na determinação das frações de carboidratos dos ingredientes (Tabela 3), o feno de coastcross apresentou o maior teor para a fração B2 (78,3%). O valor obtido foi próximo dos 71% relatados por Zeoula et al. (2003), e dos 76,6% reportados por Malafaia et al. (1998), sendo superior aos 65% encontrados por Hashimoto et al. (2007). A fração B2 necessita de maior tempo de retenção para ser degradada, devido ser constituída, basicamente, pelos componentes da parede celular vegetal que são de degradação lenta. Esse maior teor para o feno é devido ao elevado teor de FDN presente nas gramíneas. Alimentos com elevado teor de fração B2, segundo Russell et al. (1992), demandam NNP para atender aos requisitos em N dos microrganismos fermentadores de carboidratos. No entanto, a utilização de fontes proteicas de rápida degradação ruminal, em dietas à base de alimentos com elevado teor da fração B2 dos carboidratos, pode promover elevada fermentação dos aminoácidos e peptídeos resultantes e acúmulo de N-NH<sub>3</sub>, que será excretada através da urina. Isto decorre da lenta taxa de degradação da fração B2 no rúmen, fazendo com que a proteína dietética seja utilizada para produção de energia, em vez de produção de biomassa. Dessa forma, a utilização de fontes proteicas de lenta degradação no rúmen pode trazer benefícios e aumentar a eficiência de utilização de N pelo animal (CABRAL et al., 2004).

**Tabela 3** - Valores das frações de carboidratos dos alimentos

Alimento	Fração de Carboidratos (% CT)		
	CNF	B2	C
Feno de coastcross	9,0	78,3	12,7
Pó de malte	47,8	50,0	2,2
Milho	85,6	14,3	0,1
Farelo de soja	69,3	30,2	0,5

O pó de malte apresentou teores de CNF e da fração B2 de 47,8% e 50,0%, respectivamente, e com baixo teor de fração C (2,2%), o que caracteriza o pó de malte como um alimento intermediário entre volumosos e concentrados. Esse equilíbrio entre CNF e B2 é interessante para os padrões de degradação ruminal, desde que haja compostos nitrogenados de rápida degradação e de degradação intermediária. Assim, espera-se que ocorra crescimento de ambos os grupos de microrganismos fermentadores de carboidratos, os que degradam CNF e os que degradam carboidratos fibrosos. Geralmente, os microrganismos que fermentam carboidratos fibrosos (celulose e hemicelulose) crescem mais lentamente, e utilizam amônia como preferencial fonte de nitrogênio para síntese de proteína microbiana. Em contraste, os microrganismos que fermentam carboidratos não-fibrosos (amido, pectina e açúcares) crescem mais rapidamente e podem utilizar amônia e aminoácidos como fontes de nitrogênio (RUSSELL et al., 1992 e SNIFFEN et al., 1992).

Nas frações de carboidratos do milho, o CNF foi a maior fração, compreendendo 85,6%. Esse resultado foi similar aos encontrados na literatura (HASHIMOTO et al., 2007; ZEOULA et al., 2003; BACKES et al., 2000) que observaram valores de 86,5%, 87,1% e 82,5% respectivamente.

O farelo de soja apresentou teores de 69,3% (CNF), 30,2% (B2) e 0,5% (C) para as frações de carboidratos, sendo esse resultado próximo aos da literatura. (GERON et al., 2007; HASHIMOTO et al., 2007).

Os valores das frações A, B1+B2, B3 e C dos compostos nitrogenados dos alimentos são apresentados na Tabela 4.

O feno de coastcross, o milho e o farelo de soja destacaram-se por apresentar maior fração B1+B2 (45,5; 49,3 e 76,6% na PB, respectivamente). A fração B1+B2, por apresentar rápida taxa de degradação ruminal relativa à B3, tende a ser extensivamente degradada no rúmen (SNIFFEN et al., 1992), contribuindo para o atendimento dos requisitos em N dos microrganismos deste compartimento. A fração B3 foi relativamente elevada (22,8% na PB) para o feno de coastcross e baixa para o farelo de soja. Esta fração é representada pelas extensinas, proteínas de ligação da parede celular que apresentam lenta taxa de degradação e, portanto, são digeridas principalmente nos intestinos (CABRAL et al., 2004).



**Tabela 4** - Teores das frações dos compostos nitrogenados nos ingredientes

Alimento	Fração Compostos Nitrogenados							
	A	B1+B2	B3	C	A	B1+B2	B3	C
	(%MS)				(%PB)			
Feno de coastcross	1,8	4,8	2,3	1,5	16,9	45,5	22,8	14,7
Pó de malte	8,2	6,4	2,3	0,4	47,2	37,0	13,3	2,4
Milho	2,7	4,2	1,3	0,3	31,2	49,3	15,5	4,0
Farelo de soja	7,5	39,9	3,5	1,1	14,5	76,6	6,8	2,0

Para o feno de coastcross os valores da fração A da PB são inferiores aos obtidos por Ribeiro et al. (2001) para o cv. Tifton 85 (22,1%, 25,1 e 35,5%) cortado com 35 dias, 42 e 56 de idade, respectivamente. Gonçalves et al. (2001) encontraram valores de 31% a 31,6%, para os cultivares do gênero *Cynodon* cortados com idades entre 21 e 63 dias. Os resultados são próximos aos relatados por Malafaia e Vieira (1997), que encontraram 17,3% para a fração A do cv. Tifton 85, cortado com 60 dias. Para a fração C, o feno de coastcross apresentou 14,7% na PB, resultado este semelhante ao encontrado por Cabral et al. (2004) para o feno de capim Tifton-85 (16,2% na PB). Malafaia e Vieira (1997) registraram valor de 17% para o Tifton 85 com 60 dias de idade, enquanto que Gonçalves et al. (2001) obtiveram valores para cultivares de *Cynodon* de 22 a 25,7% para as idades de 21 e 42 dias, respectivamente. Essa variabilidade na fração C pode ser explicada, entre outros fatores, pelas mudanças nos fatores ambientais, avanço na idade fisiológica da planta ou por alterações químicas durante o processo de confecção dos fenos (ROTZ & MUCK, 1994; VAN SOEST, 1994).

O pó de malte se destaca por apresentar maiores proporções de frações de rápida e média degradação (47,2 e 37% na PB para fração A e fração B1+B2, respectivamente), e baixos teores da fração C (2,4% na PB). Segundo Nocek e Russell (1988), alimentos com elevadas proporções das frações nitrogenadas A e B1, com respectivas taxas de digestão elevadas, podem ocasionar maiores perdas de amônia, quando não suplementados com fontes de carboidratos de rápida degradação ruminal. Necessita-se, assim, de bom sincronismo na fermentação de compostos nitrogenados, para eficiente síntese microbiana no rúmen e consequente melhoria no desempenho animal.

Os valores das frações nitrogenadas e de carboidratos das dietas experimentais estão descritos na tabela 5.

Houve aumento nos teores de CNF com a adição de pó de malte, fato esse resultante da maior proporção de CNF no pó de malte em relação ao feno. Para as frações de carboidratos B2 e C, houve redução nos teores com a adição de pó de malte às dietas, devido ao feno conter maiores teores dessas frações quando comparado com o pó de malte. Essa mudança no perfil de carboidratos com a adição de pó de malte é interessante, pois evidencia substituição de carboidratos indigeríveis por carboidratos de rápida degradação, que pode favorecer o crescimento dos microrganismos fermentadores de CNF, que aumentam a demanda em proteína degradada no rúmen para atender aos requisitos em N desta população (CABRAL et al., 2004).

Para todas as dietas houve predominância da fração B2 dos carboidratos, isto é decorrente da elevada relação volumoso: concentrado 70:30 (base MS) utilizada.

No entanto, ocorreu predominância nas dietas de alimentos volumosos, consequentemente maior quantidade de FDN pode ter influenciado diretamente a fração B2 conforme relatado por Malafaia et al. (1998), estudos realizado por esses autores com diversos alimentos, ficou evidenciado que as gramíneas foram os volumosos com os maiores valores da fração B2, em decorrência de seus mais altos valores de FDN.

**Tabela 5** - Valores das frações nitrogenadas e de carboidratos das dietas experimentais

Fração	Nível de Substituição <sup>1</sup> (%)					Média	CV (%)
	0	5	10	15	20		
<b>Carboidratos</b>							
CNF (%CT)	29,8	31,8	33,4	34,7	36,2	33,2	7,5
B2 (%CT)	61,0	57,7	56,4	55,8	54,8	57,2	4,2
C (%CT)	9,1	8,7	8,3	7,9	7,5	8,3	7,4
<b>Compostos Nitrogenados</b>							
A (%MS)	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	2,8	11,0
B1+B2 (%MS)	7,3	6,9	6,9	6,6	6,5	6,8	4,9
B3 (%MS)	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	1,3
C (%MS)	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1	6,5
A (%PB)	19,7	21,1	22,2	23,5	24,6	22,2	8,6
B1+B2 (%PB)	48,7	48,0	47,7	47,1	46,7	47,6	1,6
B3 (%PB)	20,0	19,8	19,4	19,2	18,9	19,5	2,3
C (%PB)	11,5	11,0	10,5	10,2	9,7	10,6	6,5

<sup>1</sup>0, 5, 10, 15 e 20: respectivamente, níveis de substituição do feno de coarstcross por pó de malte nas dietas experimentais.

Para as frações nitrogenadas, na fração A ocorreu aumento em função da adição de pó de malte, enquanto que para as frações B3 e C houve redução nos teores. Em todas as dietas houve maior proporção da fração B1+B2 em relação às demais. Essas frações propiciam disponibilidade de nitrogênio solúvel e peptídeos no rúmen.

Esse perfil de compostos nitrogenados das dietas com maior proporção de compostos degradáveis no rúmen e redução da fração C torna o uso do pó de malte um co-produto promissor a ser utilizado na alimentação de ruminantes, pois, consegue-se conciliar com o perfil das frações de carboidratos favorecendo assim o crescimento dos microrganismos fermentadores de CNF, sem que ocorram perdas energéticas e/ou de compostos nitrogenados.

Foi observado efeito ( $P < 0,05$ ) da inclusão do pó de malte apenas sobre os consumos de FDN e CNF. Os valores médios relativos aos consumos diários de nutrientes, e as equações de regressão são apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6** - Consumo de nutrientes por borregos em dietas contendo diferentes níveis de substituição de feno por pó de malte

		Inclusão de pó de malte (% da MS)					Equação	R <sup>2</sup>	CV (%)
		0	5	10	15	20			
MS <sup>1</sup>	(g/dia)	794	795	792	799	797	$\hat{Y} = 796$	-	2,3
	(g/KgPV <sup>0,75</sup> )	81	78	77	82	91	$\hat{Y} = 82$	-	12,3
	(%PV)	3,8	3,6	3,5	3,9	4,4	$\hat{Y} = 3,8$	-	16,0
MO <sup>2</sup>	(g/dia)	876	864	868	875	877	$\hat{Y} = 872$	-	2,5
PB <sup>3</sup>	(g/dia)	124	123	124	120	124	$\hat{Y} = 123$	-	4,2
EE <sup>4</sup>	(g/dia)	19,6	20,4	20,4	20,0	20,2	$\hat{Y} = 20,1$	-	6,3
FDN <sup>5</sup>	(g/dia)	573	554	551	544	532	A	93,7	3,3
	(%PV)	2,7	2,5	2,5	2,7	3,0	$\hat{Y} = 2,7$	-	16,7
CNF <sup>6</sup>	(g/dia)	210	216	220	239	245	B	93,5	2,6

<sup>1</sup>materia seca, <sup>2</sup>materia orgânica, <sup>3</sup>proteína bruta, <sup>4</sup>extrato etéreo, <sup>5</sup>fibra em detergente neutro, <sup>6</sup>carboidratos não fibrosos.  $\hat{A}\hat{Y} = 558,5 - 9,3X$ ;  $\hat{B}\hat{Y} = 198,0 + 9,3X$ .

As rações experimentais atenderam às exigências de consumo MS e PB, segundo o NRC (2007), que propõe valores de 700 g/dia ou 3,5% do peso vivo para o consumo de MS, e de 112 g/dia para o consumo de PB, para borregos com 20 kg de peso, com ganho de peso médio diário de 200 g/dia .

O consumo de MS diverge dos resultados reportados por Neiva et al. (2005), que relataram que a utilização de suplementos concentrados contendo farelo de glúten de milho em dietas para ovinos não influenciou o consumo de MS, com média de 5,1% PV. Souza et al. (2004) estudaram a adição de casca de café em substituição ao milho no concentrado para ovinos, utilizando relação volumoso:concentrado de 60:40 e não observaram efeito do nível de inclusão no consumo de MS, que foi de 3,03%PV. Essa divergência entre os resultados é dada pelas diferenças físicas, químicas e nutricionais entre os alimentos utilizados e os da literatura, idade e estágio fisiológico dos diferentes animais e condições experimentais diferentes. Segundo Mertens (1994), os fatores que atuam no controle ou inibição do consumo de matéria seca são limitados pelo alimento, animal ou pelas condições de alimentação. A redução nos teores de FDN nas dietas com a inclusão do pó de malte poderia refletir no aumento no consumo de MS. No entanto, tal fato não foi observado, provavelmente devido as dietas não terem sido fornecidas *ad libitum*. No entanto, vale ressaltar que as dietas contendo pó de malte foram capazes de atender às exigências nutricionais dos animais.

Os consumos de MO, PB e EE não foram influenciados pela substituição de feno por pó de malte, haja vista que o consumo de MS se manteve igual e as composições das dietas continham teores desses nutrientes em valores muito similares.

Os consumos de FDN e CNF apresentaram comportamento linear negativo e positivo ( $P < 0,05$ ), respectivamente, em função da inclusão do pó de malte na dieta. Esse fato é devido ao teor de FDN do pó de malte ser muito inferior ao do feno de coastcross. No entanto, quando o consumo foi expresso em função ao peso dos animais, não houve efeito no consumo de FDN das dietas. A utilização do consumo em função do peso dos animais parece ter sido apropriada, pois retirou o efeito da diferença do peso corporal dos animais. Ressalta-se que a capacidade do retículo-rúmen está linearmente associada ao peso vivo do animal (ALLEN, 1996). Entretanto, o maior ou menor limite de consumo de FDN deve estar relacionado, além das características dos animais, à qualidade da FDN das dietas. Ben-Ghedalia et al. (1989) verificaram elevada digestibilidade da FDN da dieta contendo polpa cítrica quando avaliaram

o efeito do amido ou da pectina sobre a digestão de ovinos. Esses autores atribuíram esse efeito à qualidade da parede celular da polpa cítrica. Restle et al. (2004) também observaram que o consumo de FDN, por si só, não foi suficiente para explicar a variação no consumo, sendo necessário considerar fatores como a digestibilidade e as taxas de degradação e passagem desta fração.

No presente trabalho, o baixo nível de concentrado utilizado manteve o teor de FDN das dietas elevado, o que, certamente, influenciou o consumo de FDN, quando expresso em %PV. Outro aspecto que possivelmente contribuiu para o elevado consumo de FDN refere-se ao fato da FDN do pó de malte não apresentar o mesmo comportamento no trato gastrointestinal que a FDN oriunda do feno, devido ao tamanho das partículas serem menores, e a digesta apresentar maior taxa de passagem, aliado ao fato de toda a dieta ter sido moída em partículas menores, reduzindo assim o efeito de repleção. Outro aspecto importante refere-se à seleção exercida pelos animais. Foi observado que os animais consumiam todo o pó de malte junto com o concentrado ofertado na dieta, deixando no cocho apenas sobras referentes aos talos do feno. Essa hipótese é corroborada pelo fato que um aumento na ingestão de alimentos é geralmente observado quando a digestibilidade dos volumosos é aumentada, ou quando o tamanho das partículas do alimento é reduzido (FAVERDIN & BAREILLE, 1999)

O aumento do consumo de CNF em função da inclusão do pó de malte na dieta era esperado, haja vista que o pó de malte contém maior teor de CNF que o feno. Os níveis de CNF mantiveram-se superior ao sugerido pelo NRC (2001), que limita em 43% os teores de CNF na dieta. Os CNF são prontamente degradados no rúmen, favorecendo o crescimento microbiano e o aporte de energia para os animais ruminantes, gerando maior produção de ácidos graxos voláteis no rúmen.

A inclusão do pó de malte às dietas não influenciou os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes avaliados. Embora tenha ocorrido alteração no consumo de FDN e do CNF, essa não foi capaz de modificar a digestibilidade desses nutrientes, com a substituição de feno de coastcross por pó de malte. Os CNF normalmente são totalmente degradados no rúmen ou digeridos ao longo do trato gastrointestinal dos ruminantes (KOZLOSKI et al., 2006).

Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, bem como as equações de regressões das dietas contendo diferentes níveis de substituição de feno por pó de malte são apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7** - Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes com respectivas equações de regressão, segundo cada nível de inclusão de pó de malte na dieta

Nutrients	Dust malt inclusion <sup>1</sup> (%)					Mean	CV (%)
	0	5	10	15	20		
MS <sup>2</sup>	0.615	0.620	0.617	0.621	0.611	0.617	2.1
MO <sup>3</sup>	0.660	0.665	0.670	0.690	0.660	0.670	3.4
PB <sup>4</sup>	0.746	0.739	0.764	0.724	0.731	0.741	3.4
EE <sup>5</sup>	0.750	0.760	0.770	0.752	0.772	0.762	5.6
FDN <sup>6</sup>	0.574	0.574	0.573	0.597	0.559	0.575	5.0
CNF <sup>7</sup>	0.911	0.912	0.927	0.904	0.930	0.917	2.32

<sup>1</sup>0, 5, 10, 15 e 20: respectivamente, níveis de substituição do feno de coastcross por pó de malte nas dietas; <sup>2</sup>matéria seca; <sup>3</sup>matéria orgânica; <sup>4</sup>proteína bruta; <sup>5</sup>extrato etéreo; <sup>6</sup>fibra em detergente neutro; <sup>7</sup>carboidato não fibroso

Não foi observado efeito da inclusão do pó de malte sobre os teores e o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida de manutenção (ELm). Os valores médios para estas variáveis são apresentados na Tabela 8.

Os teores de NDT e ELm estimado foram em média, de 75,79% e 1,74 Mcal/g respectivamente. O consumo de NDT estimado foi, em média, 12,65% superior ao NDT estimado. Weiss et al. (1986) comentaram que, para forragens, os modelos que estimam o NDT a partir da FDN, lignina, PB e cinzas, apresentam acurada estimativa. Entretanto, para forragens que sofreram tratamento térmico, subprodutos de alimentos e para a maioria dos concentrados, uma análise mais completa se faz necessária para melhor precisão, recomendando analisar extrato etéreo (EE), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN). É importante considerar que os valores de NDT observados foram obtidos com ovinos, enquanto as equações utilizadas foram desenvolvidas para estimar a energia disponível dos alimentos para bovinos, no nível de manutenção.

**Tabela 8** - Médias e coeficientes de variação (CV%) em dietas para ovinos contendo níveis de substituição de feno de coastcross por pó de malte

Variável	Nível de Substituição <sup>1</sup> (%)					Média	CV (%)
	0	5	10	15	20		
NDT <sup>2</sup> (%)	75,16	74,87	75,93	77,90	75,10	75,79	3,48
ELm <sup>3</sup> (Mcal/g)	1,72	1,72	1,74	1,79	1,72	1,74	3,68
CoNDT <sup>4</sup> (g/dia)	596,96	503,06	604,14	621,32	597,58	602,61	3,96
CoELm <sup>5</sup> (Mcal/g)	14,50	14,41	14,68	15,10	14,52	14,64	4,00

<sup>1</sup>0, 5, 10, 15 e 20: respectivamente, níveis de substituição do feno de coastcross por pó de malte nas dietas; <sup>2</sup>NDT: NDT estimado (Sniffen et al., 1992); <sup>3</sup>ELm = Energia líquida para manutenção estimada; <sup>4</sup>CoNDT: consumo de NDT estimado (Sniffen et al., 1992); <sup>5</sup>CoELm = consumo de Energia líquida para manutenção estimada.

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) para as concentrações de pH e N-NH<sub>3</sub> (tabela 9). Devido ao elevado teor de FDN das dietas, que foram capazes de estimular a ruminação e, conseqüentemente, houve grande produção de saliva, agindo como tampão natural do fluido ruminal. No presente trabalho os riscos de contaminação por saliva do líquido ruminal coletado foram mínimos, pois de acordo com Oliveira et al. (2005), a concentração de pH inferiores a sete, indicam reduções na contaminação do fluido ruminal com saliva. Outro fator que favoreceu a manutenção do pH foi a elevada relação volumoso:concentrado utilizada. Os valores de pH e os teores de NH<sub>3</sub> no líquido ruminal são apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9** - pH e nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) expresso em mg de N-NH<sub>3</sub>/100mL em dietas para ovinos contendo níveis de substituição do feno por pó de malte

	Nível de inclusão de pó malte (%)					Média	CV (%)
	0	5	10	15	20		
pH	6,59	6,64	6,58	6,73	6,67	6,67	4,36
N-NH <sub>3</sub> (mg/100 mL)	26,37	24,11	24,11	24,11	25,24	24,79	20,4

A concentração de amônia no fluido ruminal tem relação com a atividade microbiana e a digestão da MS e da FDN, podendo estar relacionada não só à variação na proporção volumoso:concentrado, mas também na composição do concentrado das dietas. A manutenção das concentrações de N-NH<sub>3</sub> no rúmen pode ter favorecido o crescimento das bactérias fibrolíticas, ajudando a manter a digestão da fibra, uma vez que essas bactérias têm preferência por N-NH<sub>3</sub> como fonte de nitrogênio (RUSSEL et al., 1992). Segundo Satter e Slyter (1974), para que haja a manutenção da fermentação microbiana a concentração mínima necessária é de 5 mg de N-NH<sub>3</sub>/100mL de líquido ruminal. Por outro lado, de acordo com Leng (1990), em condições tropicais, o nível de N-NH<sub>3</sub> deve ser superior a 10 mg/100mL para melhora da digestão ruminal da matéria seca e superior a 20 mg/100mL para aumento da ingestão de matéria seca. Enquanto que para se atingir o máximo de síntese microbiana, Mehrez et al. (1977) preconizaram a concentração de 23 mg de N-NH<sub>3</sub>/100 mL. Neste experimento os teores de N-NH<sub>3</sub> encontram-se entre os limites preditos pelos autores supracitados, sendo assim, acredita-se que a ingestão de matéria seca não tenha sido afetada por deficiência de N.

Zeoula et al. (2002) utilizaram casca de mandioca, raspa de mandioca e farinha de varredura em substituição total ao milho e também não observaram diferença no pH do líquido ruminal de novilhos da raça Holandesa, sendo o valor máximo de pH de 6,8 e o mínimo de 5,9 para a ração com farinha de varredura. No entanto, no presente trabalho o valor médio de pH 6,6 no líquido ruminal, não prejudicou a degradação da fibra pelos microrganismos do rúmen estando dentro da faixa considerada favorável à digestão da fibra.

## 5 CONCLUSÕES

O pó de malte é um produto caracterizado por ser intermediário entre alimentos concentrados e volumosos, que apresenta em sua composição maiores teores de frações de degradação intermediária tanto de carboidratos quanto de compostos nitrogenados.

O pó de malte apresenta potencial para substituir o feno de coastcross em dietas para ruminantes, melhorando o sincronismo entre as frações nitrogenadas e de carboidratos, o que permite reduzir as perdas energéticas e nitrogenadas durante o processo de digestão.

O pó de malte pode ser utilizado como substituto do volumoso em até 20% sem comprometer o consumo e a digestibilidade dos nutrientes.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3063-3075, 1996.
- ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C.; et al. Níveis de energia em dietas para ovinos santa inês: digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1962-1968, 2003.
- BACKES, A.A.; SANCHEZ, L.M.B.C.; GONÇALVES, M.B.F. et al. Determinação das frações da proteína e carboidratos de alguns alimentos conforme metodologia do CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. (CD-ROM).
- BEN-GHEDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J.; et al. The effects of starch and pectin rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 24, n. 3-4, p. 289-298, 1989.
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; et al. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-elefante, o feno de capim-tifton-85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1573-1580, 2004.
- CANNAS, A.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G. et al. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal Animal Science**, v.82, p. 149-169, 2004.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin X Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000.
- CHURCH, D.C. **Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol. 1 - Digestive Physiology**. 3. ed. Oxford Press Inc. 350p, 1979.
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Editora Livrocere.380p, 1979.
- FAVERDIN, P., BARLEILLE, N. Lipostatic regulation of feed intake in ruminants. In: HEIDE, D. et al.(Eds). Regulation of feed intake. CAB International, p.89-102,1999.
- FOX, D.G., SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal Animal Science**, 70(12): 3578-3596. 1992.
- FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; TYLUTKI, T.P. et al. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, v.112, p.29-78, 2004.



FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M. H. T.; GOMIDE, C. A.; et al. Efeitos de dietas com polpa cítrica em substituição ao milho em grãos no concentrado sobre a degradabilidade e a fauna ruminal em bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2109-2118, 2000.

FREITAS, T.S.; PRATES, E.R.; BARCELLOS, J.O.J. et al. Relação entre o consumo por ovinos de gramíneas e leguminosas com o conteúdo de FDN. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. CD-ROOM.

GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; et al. Caracterização, fracionamento protéico, degradabilidade ruminal e digestibilidade in vitro da matéria seca e proteína bruta do resíduo de cervejaria úmido e fermentado. **Acta Scientiarum**, v. 29, n. 3, p. 291-299, 2007.

GONÇALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. et al. Determinação das frações de proteína e de carboidratos de gramíneas do gênero *Cynodon* em idades ao corte. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.789-794, 2001.

HASHIMOTO, J. H.; ALCALDE, C. R.; ZAMBOM, M. A. et al. Desempenho e digestibilidade aparente em cabritos Boer x Saanen em confinamento recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.174-182, 2007.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal Dairy Science**, v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.

ÍTAVO, L. C. V.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, F. F.; et al. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.1024-1032, 2002.

KOZLOSKI, G. V.; TREVISAN, L. M.; BONNECARRÈRE, L. M.; et al. Níveis de fibra em detergente neutro na dieta de cordeiros: consumo, digestibilidade e fermentação ruminal. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 893- 900, 2006.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research and Review**, v.3, n.3, p.277-303, 1990.

LENG, R.A.; NOLAN, J.V. Nitrogen-metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.5, p.1072-1089, 1984.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Anim.Feed Sci. Technol.**, v.57, p.347-358, 1996.

MACDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D. et al. **Animal nutrition**. 4.ed. Zaragoza: Acribia, 442p, 1993.

MALAFAIA, P.A.M., VALADARES FILHO, S.C., VIEIRA, R.A.M. et al. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27 (4), p.790-796, 1998.

MALAFAIA, P.A.M., VIEIRA, R.A.M. Técnicas de determinação e avaliação dos compostos nitrogenados em alimentos para ruminantes. **Simpósio Internacional de Digestibilidade em Ruminantes**, Lavras-MG, p. 29-54, 1997.

MARTINS, A. S.; MOLLETA, J. L.; BICHINSKI JUNIOR, J. A.; et al. Substituição do milho pelo resíduo de cervejaria (Pó de malte) sobre o desempenho de novilhos da raça holandesa. In. 41ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004, Campo Grande – MS. **Anais...** 41ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004, Campo Grande – MS.

MAZETE, B. C. G.; FARIAL, B. M.; ALONSO, M. P.; MOREZ, D. A & MOREZ, J. F. Composição químico-bromatológica do resíduo úmido de cervejaria e do pó de malte. In XVIII Jornada de Iniciação Científica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008, Serópedica. **Anais...** XVIII Jornada de Iniciação Científica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008. (CD ROM).

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.1-32, 1992.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed). Forage quality, evaluation and utilization. Madison: **American Society of Agronomy**, p.450-493, 1994.

MOE, P.W.; TYRRELL, H.F. Estimating metabolizable and net energy of feeds. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FEED COMPOSITION, ANIMAL NUTRIENT REQUIREMENTS, AND COMPUTERIZATION OF DIETS, 1., 1967, Logan. **Proceedings...** Logan: Utah State University, 1976. p.232-237.

MORENZ, M.J.F. **Avaliação do modelo CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) na estimativa do consumo de matéria seca e da produção de leite de vacas mestiças em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum schum.*, cv. napier).** 2004. 221f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goytacases, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle.** Washington: National Academic Press, 387p, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and New World camelids.** Washington, DC, National Academy Press, 2007.

NEIVA, J. N. M., SOARES, A. N., MORAES, S. A. Farelo de glúten de milho em dietas para ovinos em confinamento. **Revista Ciência Agrônômica**, Vol. 36, No1, jan. - abr.,p. 111 – 117, 2005:

NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and energy as an integrated system: relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2070-2107, 1988.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In. BERCHIELLI, T.T.; PIREZ, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. 1.ed. Jaboticabal: FUNEP, p.183-228, 2006.

OLIVEIRA, M. V. M.; LANA, R. P.; FREITAS, A. W. P. et al. Parâmetros ruminais, sanguíneo e urinário e digestibilidade de nutrientes em novilhas leiteiras recebendo diferentes níveis de monensina. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.6, p.2143-2154, 2005

ØRSKOV, E.R. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v.13, p.128-136, 2000.

PRESTON, T. R. Biological and chemical analytical methods. In. PRESTON, T.R. (Ed.) **Tropical animal feeding: a manual for research workers**. Rome: FAO, 1995. p.191-264.

RESTLE, J.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D.C. et al. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1009-1015, 2004.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Caracterização das frações que constituem as proteínas e os carboidratos, e respectivas taxas de digestão, do feno de capim-Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.589-595, 2001.

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, p.828-860, 1994.

RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.2551-3561, 1992.

SANTOS, G. D. G. T.; JOBIM, C. C.; DAMASCENO, U. C. J. C.; et al. Determinação das frações de proteína e de carboidratos de gramíneas do gênero *Cynodon* em idades ao corte. **Acta Scientiarum**,v. 23, n.4, p. 789-794, 2001.

SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. **British Journal Nutrition**, v.32, p.199-208, 1974.

SILVA, J.D.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa: Imprensa Universitária. 156p. 2002.

SIMONATO, M. T.; PERALI, C.; ARONOVICH, M.; et al. Avaliação da inclusão do malte em pó peletizado na alimentação de coelhos (*Oryctolagus cuniculus*). In. 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, João Pessoa – PB. **Anais...** 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, João Pessoa – PB.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II – Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, A. L.; GARCIA, R.; BERNARDINO .F .S et al. Casca de café em dietas de carneiros: consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2170-2176, 2004.

STERN, M.D., HOOVER, W.H. Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis: a review. **Journal Animal Science**, v. 49, p.1590-1603, 1979.

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

WEISS, W.P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. **Animal Feed Science Technology**, v.81, p.830-839, 1998.

WEISS, W.P., CONRAD, H.R., SHOCKEY, W.L. Digestibility of nitrogen in heat-damaged alfafa. **Journal Dairy Science**, v. 69, p. 2658-2670, 1986.

ZEOULA, L. M.; CALDAS, S. F.; BRANCO, A. F.; et al. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentrações de N-NH<sub>3</sub> e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1582-1593, 2002.

ZEOULA, L.M., CALDAS, S.F., GERON, L.J. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*manihot esculentacrantz*) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.491-502, 2003.