

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SUPLEMENTAÇÃO DE FENO COM NÍVEIS
CRESCENTES DE MILHO EM DIETAS NÃO LIMITANTES EM PROTEÍNA
DEGRADÁVEL NO RÚMEN**

FÁBIO SCHULER MEDEIROS
Médico Veterinário – UFSM

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Zootecnia
Área de Concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2004

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela concessão de bolsa para realização do curso de mestrado;

À Cooperativa Tritícola Sãoborjense LTDA e ao convênio de pesquisa COTRISAL/UFRGS de monitoramento do campo nativo na região de São Borja pelo apoio a realização dos experimentos;

Ao proprietário da Cabanha Sant'Ana, Cacequi – RS, Luiz Alberto Carvalho Spindola pela colaboração e fornecimento dos animais;

Aos Dr. Flávio Schenkel e Dr. José Braccini Neto, pelo valioso auxílio nas análises estatísticas;

A equipe do Laboratório de Nutrição Animal (Mônica, Débora, Ângela, Marcelo e Felipe) pela colaboração e compreensão;

À Zootecnista Eloísa Arns e aos colegas do laboratório de Nutrição de Ruminantes André, Giovanni, Marcelo, Marcos, Nilton, Bernardo, Cassio e Maricelda, pelo apoio;

Ao Prof. Harold Ospina Patino, pela confiança, por sua amizade e orientação;

À minha namorada Monique, por sua paciência (compreensão), carinho e colaboração;

A meus pais, Fernando e Gladis, por seu incentivo, paciência, carinho e colaboração em todos os momentos e por seu exemplo de vida;

A todos os professores do Departamento de Zootecnia, por seus ensinamentos e exemplo de vida e dedicação a Zootecnia e a arte de ensinar.

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SUPLEMENTAÇÃO DE FENO COM NÍVEIS CRESCENTES DE MILHO EM DIETAS NÃO LIMITANTES EM PROTEÍNA DEGRADÁVEL NO RÚMEN¹

Autor: Fábio Schuler Medeiros

Orientador: Prof. Harold Ospina Patino

RESUMO

Foram realizados dois experimentos para avaliar o efeito de níveis crescentes de suplementação com milho moído em dieta baseada em feno de Azevém (*Lolium multiflorum*) (5,87 % de proteína bruta; 66,23 % de fibra em detergente neutro) fornecido à vontade. Os tratamentos foram: T1- feno + 0,2 % PC de farelo de soja e minerais; T2- T1+ 0,4 % PC de milho; T3 – T1+ 0,8 % PC de milho e T4 – T1+ 1,2 % PC de milho. Os tratamentos foram ajustados para que a relação entre o consumo de proteína degradável no rúmen e o consumo de matéria orgânica digestível não fosse limitante (CPDR:CMOD). No experimento de digestibilidade convencional foram utilizados 8 novilhos Angus, castrados, com 12 meses de idade, peso médio de 260 kg, num delineamento completamente casualizado. No experimento de degradabilidade e parâmetros ruminais foram utilizados 4 novilhos Hereford, inteiros, fistulados no rúmen, com idade aproximada de 30 meses, pesando 311 kg, em um delineamento em quadrado latino 4x4. A relação quadrática observada entre o nível de suplementação com milho e a digestibilidade da matéria orgânica, associada ao aumento linear no consumo de matéria orgânica resultaram em um aumento linear no CMOD. O Efeito quadrático observado sobre a digestibilidade da matéria orgânica do feno, pode ser explicado em função das menores taxas de degradação da matéria orgânica do mesmo e aos menores valores de pH do líquido ruminal, visto que os níveis de amônia não foram limitantes. Os bons resultados da suplementação energética com volumoso de baixa qualidade dependem de que sejam atendidas as exigências nutricionais dos microorganismos ruminais para maximizar o aproveitamento da fração fibrosa da dieta.

¹ Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, (137p). Março, 2004.

NUTRITIONAL EVALUATION OF HAY SUPPLEMENTATION WITH INCREASING LEVELS OF CORN IN NON LIMITING RUMINAL DEGRADABLE PROTEIN DIETS²

Author: Fábio Schuler Medeiros
Adviser: Prof. Harold Ospina Patino

ABSTRACT

Two experiments were conducted to evaluate the effect of increasing levels of cracked corn supplementation to a diet based on hay (*Lolium multiflorum*), (5,87% crude protein; 66,23 neutral detergent fiber) fed *ad libitum*. Experimental treatments were T1- Hay + 0,2 % body weight (BW) of soybean meal + minerals; T2 – T1+ 0,4 % BW of cracked corn (CC); T3 – T1+ 0,8 % BW of CC; T4 – T1 + 1,2 % BW CC. Treatments were adjusted to contain a similar relation between ruminal degradable protein and digestible organic matter intake (DIP:DOMI), by the inclusion of urea. In the conventional digestibility trial, eight 12 months old Red Angus steers, averaging 260 kg were used in a completely randomized design. In the ruminal degradability and pH trial, four ruminal cannulated 2 years old Hereford bulls averaging 311 kg were used in a Latin square 4x4 design. The quadratic relationship found between the level of corn intake and the organic matter digestibility (OMD) associated to the linear effect over the DOMI, produced a linear increase in DOMI. The quadratic relation of hay OMD and level of corn observed maybe as a result of lower hay degradation rates and values of ruminal fluid pH observed, since ammonium levels were non limiting. Profitable results of low quality hay supplementation, demand an adequate nutritional balance, in order to supply microbial requirements to optimize fiber digestion.

² Master of Science Dissertation in Animal Science – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, (137p). March, 2004.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 4 |
| 2.1 A suplementação de ruminantes | 4 |
| 2.2. Efeitos associativos na suplementação energética | 6 |
| 2.2.1. Os efeitos associativos e a qualidade do volumoso..... | 10 |
| 2.2.2. Os efeitos associativos e o nível de suplementação..... | 13 |
| 2.2.3. Os efeitos associativos e o tipo de suplemento energético utilizado | 15 |
| 2.3 Mecanismos que podem ajudar a explicar o aparecimento dos efeitos associativos na suplementação energética | 17 |
| 2.3.1 pH do líquido ruminal | 17 |
| 2.3.2 Disponibilidade de nutrientes a nível ruminal..... | 21 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS | 28 |
| 3.1. Ensaio de digestibilidade convencional (Experimento 1)..... | 28 |
| 3.1.1 Local e duração do experimento | 28 |
| 3.1.2 Animais experimentais | 28 |
| 3.1.3 Tratamentos..... | 29 |
| 3.1.4 Alimentos e alimentação | 30 |
| 3.1.5 Condução do experimento | 31 |
| 3.1.6 Preparação das amostras | 33 |
| 3.1.7 Análises laboratoriais e determinações..... | 34 |
| 3.1.8 Delineamento experimental e análises estatísticas..... | 37 |
| 3.2. Ensaio de digestibilidade <i>in situ</i> e parâmetros ruminais (Experimento 2)..... | 39 |
| 3.2.1 Local e duração do experimento | 39 |
| 3.2.2 Animais experimentais | 39 |
| 3.2.3 Tratamentos | 40 |
| 3.2.4 Alimentos e alimentação | 40 |
| 3.2.5 Condução do experimento | 40 |
| 3.2.6 Preparação das amostras | 42 |
| 3.2.7 Amostragem do líquido e determinação do pH ruminal | 42 |
| 3.2.8 Digestibilidade <i>in situ</i> | 43 |
| 3.2.9 Análises laboratoriais | 46 |
| 3.2.10 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas | 47 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 51 |
| 4.1 Coeficientes de digestibilidade | 51 |

| | |
|--|-----|
| 4.2 Digestibilidade verdadeira da matéria orgânica, excreção fecal metabólica e pH fecal. | 61 |
| 4.3 Consumo de nutrientes..... | 66 |
| 4.4 Consumo de matéria orgânica digestível..... | 71 |
| 4.5 Ensaio de parâmetros ruminais e degradabilidade do volumoso | 76 |
| 4.6 pH ruminal | 78 |
| 4.7 Amônia ruminal..... | 82 |
| 4.8 Degradabilidade da matéria orgânica e da parede celular do feno | 86 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 94 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 95 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 96 |
| 8. APÊNDICES..... | 103 |
| 9. VITA..... | 137 |

RELAÇÃO DE TABELAS

- Tabela 1 Composição dos concentrados utilizados em cada tratamento, nível de oferta expresso em percentagem do peso corporal (% PC, como fornecido) e composição química média dos suplementos utilizados, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), equivalente protéico em nitrogênio não protéico (EPNNP), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) 31
- Tabela 2 Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica (DMO); estimado da matéria orgânica do feno (DMOfeno); da fibra em detergente neutro (DFDN); da celulose (DCEL) e da hemicelulose (DHEMI) expressos em percentagem (%). 52
- Tabela 3 Digestibilidade verdadeira estimada da matéria orgânica (DVMO) expressa em percentagem, excreção fecal metabólica expressa como percentual do consumo de matéria orgânica (EFM) e pH fecal médio (pH fecal) 62
- Tabela 4 Consumo de matéria orgânica (CMO), consumo de matéria orgânica do feno (CMOfeno), expressos em percentagem do peso corporal (%PC), coeficientes de substituição, percentual de concentrado na dieta e consumo de matéria orgânica digestível expresso em gramas por unidade de tamanho metabólico (CMOD g/UTM). 67
- Tabela 5 Consumo de matéria orgânica (CMO); consumo de matéria orgânica do feno (CMOfeno) expressos em percentagem do peso corporal (%PC) percentual de concentrado na dieta.77
- Tabela 6 - Distribuição dos resultados obtidos nas leituras de pH ruminal em diferentes faixas, acima de 6,6; entre 6,5 e 6,2 e abaixo de 6,2; valores mínimos de pH observados, máximos e média dos horários de avaliação81
- Tabela 7 – Valores médios de amônia ruminal observados para os diferentes tratamentos e horários, expressos em mg/dl.83
- Tabela 8 - Fração solúvel (a); fração insolúvel e potencialmente degradável (b) expressos em percentagem, taxa de degradação (c) e taxa de passagem estimada (Kpe), expressas em percentagem por hora e degradabilidade efetiva estimada (DEe) expressa em percentagem para a matéria orgânica do feno.87

| | |
|--|----|
| Tabela 9 - Fração solúvel (a), fração insolúvel e potencialmente degradável (b) expressos em percentagem, taxa de degradação (c) e taxa de passagem estimada (Kpe), expressas em percentagem por hora e degradabilidade efetiva estimada (DEe) expressa em percentagem para a FDN do feno..... | 91 |
|--|----|

RELAÇÃO DE FIGURAS

- Figura 1 - Regressão relacionando o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica da dieta (DMO), expressa em percentagem (%) e o nível de suplementação com milho, expresso em percentagem do peso corporal (% PC) 53
- Figura 2 - Regressão relacionando os coeficientes de digestibilidade aparente calculados da matéria orgânica do feno expressos em percentagem (DMOfeno) e o nível de suplementação com milho expresso em percentagem do peso corporal (% PC)..... 55
- Figura 3 - Regressão relacionando os valores calculados de excreção fecal metabólica como percentagem do consumo de matéria orgânica EFM (% CMO) e o consumo de matéria seca do milho expresso em percentagem do peso corporal (CMS milho % PC) 64
- Figura 4 - Regressão relacionando os valores observados para consumo de matéria orgânica (CMO) e o consumo de matéria seca (CMS) de milho expressos em percentagem do peso corporal (%PC)..... 67
- Figura 5 - Regressão relacionando os valores observados de consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) expresso em gramas por unidade de tamanho metabólico (g/UTM) e o consumo de matéria seca de milho (CMS milho) expresso em percentagem do peso corporal (%PC)..... 72
- Figura 6 - Valores médios de pH ruminal observados para os diferentes horários de avaliação, dados em relação ao horário de alimentação matinal 78
- Figura 7 - Valores médios de amônia ruminal observados para os diferentes horários de avaliação, dados em relação ao horário de alimentação matinal.....85
- Figura 8 - Regressão relacionando a degradabilidade efetiva da matéria orgânica do feno, expressa em percentagem e o nível de suplementação com milho, expresso em percentagem do peso corporal (%PC).....90
- Figura 9 - Desaparecimento *in situ* da FDN do feno nos diferentes níveis de suplementação estudados.....92

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as pressões econômicas e sociais sobre o setor primário bem como a redução das margens de lucro na atividade pecuária têm levado a cadeia produtiva da carne a buscar eficiência através da otimização no uso dos recursos forrageiros, sem dúvida nenhuma, a alternativa alimentar com a maior viabilidade econômica e com as características ecológicas demandadas pelo mercado consumidor.

O Brasil vem consolidando uma posição competitiva internacional como país produtor de novilhos em pastejo, o denominado boi verde-amarelo. Algumas estimativas mostram que dos 5 milhões de animais terminados intensivamente em 2002, aproximadamente 69 % provinham de sistemas pastoris e destes aproximadamente 47 % foram terminados utilizando suplementação (FNP, 2003).

No Rio Grande do Sul (RS), a exploração da pecuária de corte é realizada quase que exclusivamente sobre pastagens nativas, as quais ocupam aproximadamente 10,5 milhões de hectares ou 48,3 % da área do estado (IBGE, 1996). Porém a cada ano, maiores áreas de campo nativo são destinadas à agricultura em função da busca dos produtores por uma atividade de maior rentabilidade em relação à pecuária. Das 667 mil cabeças terminadas

em sistemas intensivos aproximadamente 87 % são oriundas de sistemas pastoris com e sem suplementação (FNP, 2003).

Sob condições de pastejo, o principal fator limitante à obtenção de elevado desempenho na terminação de bovinos de corte é a disponibilidade de energia. Para contornar este problema alguns trabalhos têm indicado a utilização da suplementação com alimentos energéticos como alternativa para melhorar o aproveitamento das pastagens e o desempenho dos animais, principalmente em pastagens de alta qualidade. Porém, alguns dados de pesquisa têm mostrado que a utilização de suplementos energéticos, formulados com alimentos ricos em amido, gera alterações no ambiente ruminal que prejudicam a disponibilidade de nutrientes metabolizáveis e, portanto, o desempenho dos animais, especialmente em situações onde são utilizados volumosos de média e baixa qualidade, sendo estas respostas conhecidas como efeitos associativos.

As alterações do ambiente ruminal relacionadas com o aparecimento dos efeitos associativos, geralmente, têm sido associadas à queda no pH ruminal, influenciando negativamente a atividade dos microorganismos celulolíticos e o aproveitamento da fibra contida nos volumosos. Um outro fator importante a ser considerado concomitantemente com o pH ruminal é a otimização do ambiente ruminal quanto ao suprimento e relações entre nutrientes chaves para o crescimento microbiano (amônia, peptídeos, aminoácidos, minerais, etc.).

Apesar de existirem evidências experimentais demonstrando que a adequação na disponibilidade e relação de nutrientes pode reverter os efeitos

associativos negativos da suplementação energética, ainda existem algumas dúvidas quanto ao nível de suplementação que, sob condições de um adequado suprimento de proteína degradável no rúmen (PDR), permite maximizar o consumo de energia e portanto o desempenho animal.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta animal medida em termos de digestibilidade, consumo, parâmetros ruminais e degradabilidade da fibra da dieta frente a níveis crescentes de suplementação energética, sob condições onde a disponibilidade de PDR não foi um fator limitante.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A suplementação de ruminantes

A suplementação de ruminantes pode ser definida como a adição de quantidades catalíticas de nutrientes estratégicos à dieta basal a fim de aumentar a eficiência de utilização dos nutrientes (Cronjé, 1990). Já do ponto de vista produtivo a suplementação é definida como o ato de complementar ou suprir nutrientes num processo composto por três unidades: o animal, a pastagem e o manejo, tendo como objetivo a obtenção de maior desempenho físico e econômico (Cibilis et al., 1997).

Durante muito tempo, os argumentos levantados para justificar a utilização da suplementação como prática estratégica de manejo alimentar nos sistemas de produção a pasto, estiveram relacionados com a melhora de eficiência bioeconômica. Recentemente, alguns autores têm ressaltado a necessidade de incorporar a suplementação como uma prática estrutural nos sistemas de produção, visto a sua relação com aspectos tão importantes como a sustentabilidade dos ecossistemas pastoris, diminuição do impacto ambiental e qualidade da carne para o consumo humano (Ospina et al., 2002).

A importância da suplementação no Brasil, pode ser dimensionada ao observar-se que entre 1995 e 2003 houve um aumento de 287 % no número de animais suplementados (715.000 vs 2.772.000 cabeças) ainda que corresponda a menos de 1,5 % do rebanho bovino (FNP, 2003).

A suplementação de ruminantes vem sendo amplamente utilizada com diferentes objetivos de produção, seja para aumentar o nível de produção individual, para aumentar a produção por área ou ainda para suprir carências nutricionais inerentes à estacionalidade na qualidade e produção das pastagens nativas.

A abordagem da suplementação como o simples fornecimento de alimentos aos animais, sejam eles volumosos ou concentrados têm sido a causa de resultados aquém do nível de investimento, e grande parte desta variabilidade na resposta animal é decorrente da presença dos denominados efeitos associativos.

Estes insucessos poderiam ser evitados, ou pelo menos atenuados se durante a formulação dos suplementos, além da preocupação com o fornecimento de alimentos adicionais ao animal, fossem observadas as necessidades nutricionais dos microorganismos ruminais para maximizar o aproveitamento da fração fibrosa da dieta, vantagem competitiva do ruminante na natureza.

Recentemente Bodine & Purvis II (2003) demonstraram como a utilização de suplementos energéticos com novilhos mantidos em pastagens de média qualidade pode gerar respostas bastante expressivas em termos do

ganho de peso (0,73 kg/animal/dia) quando comparadas a suplementos energéticos formulados empiricamente (0,24 kg/animal/dia).

2.2. Efeitos associativos na suplementação energética

O fornecimento de suplementos, especialmente os energéticos, produz efeitos sobre o consumo e a digestibilidade do volumoso como resultado de alterações provocadas no ambiente ruminal e na população microbiana, que afetam os fatores determinantes da digestão ruminal, o fluxo da digesta para fora do rúmen e a disponibilidade de nutrientes para a absorção no intestino (Ospina & Medeiros, 2003).

Estas alterações, via de regra, não produzem efeitos aditivos em termos do consumo e digestibilidade da pastagem. Pelo contrario, as respostas obtidas são não aditivas, como consequência dos efeitos associativos existentes entre os ingredientes que compõem a dieta do animal. Estes efeitos manifestam-se na forma de relações entre o animal, a pastagem e o suplemento, que determinam a resposta animal, sendo esta última fortemente influenciada pela disponibilidade de pastagem e a carga animal.

Moore et al. (1999) definem os efeitos associativos como os desvios entre o desempenho esperado e observado, decorrentes dos efeitos da suplementação sobre o consumo e a disponibilidade total de nutrientes na dieta do animal.

Os efeitos associativos podem ser classificados da seguinte maneira (Lange, 1980):

Adição - é aquele que ocorre quando o consumo do suplemento combinado com o volumoso é superior ao consumo do volumoso fornecido individualmente.

Adição com estímulo – é observado quando o suplemento administrado fornece os nutrientes que estão limitando o consumo ou a digestibilidade do volumoso, fazendo com que o fornecimento do suplemento aumente o consumo de matéria orgânica acima do obtido com sua incorporação à dieta. Suplementos deste tipo são estimulantes da função ruminal e o exemplo mais claro desta resposta é a utilização de uma fonte de N rapidamente fermentável (proteína verdadeira ou NNP) combinado ou não com uma fonte de carboidratos também rapidamente fermentáveis na suplementação de volumosos de baixa qualidade. Mallmann et al. (2003) trabalhando com novilhos alimentados com feno de Tifton (*Cynodon dactylon* L.) (3,7 % PB e 84,6 % FDN) suplementado com sais proteinados, observaram um aumento de 25 % no consumo de matéria orgânica digestível em relação ao consumo de animais que não receberam suplementação.

Substituição- Ocorre quando o consumo de volumoso e concentrado é igual ao consumo do volumoso fornecido isoladamente. Esta situação normalmente é encontrada em pastagens com alta disponibilidade e elevado valor nutritivo, que não limitam a produção animal. O fornecimento de suplemento gera uma diminuição no consumo de pasto sem alterar o ganho de peso o que permite um aumento na carga. Frizzo et al. (2000) suplementaram bezerras de corte com níveis crescentes (0; 0,7 e 1,4 % PC) de farelo de arroz e polpa de citrus. Os resultados de GMD apresentados não mostraram

diferenças entre o maior nível de suplementação e o controle, sem que os níveis de suplementação não diferissem entre si. Porém, a carga animal e o ganho de peso por hectare foram elevados de 987 para 1708 kg e de 424 kg/ha para 671 kg/ha de PC respectivamente, quando foram comparados os tratamento sem suplementação ao maior nível de suplementação.

Depressão - Ocorre quando o fornecimento de suplementos produz uma redução no consumo total de matéria orgânica. Normalmente é encontrada quando são utilizados suplementos energéticos, não balanceados, em dietas baseadas em volumoso de média ou baixa qualidade, causando diminuição no consumo de pasto devido a alterações metabólicas ou do ambiente ruminal. Chase & Hibbert (1987) suplementaram animais consumindo volumoso de baixa qualidade (4,2 % PB e 72 % FDN) com níveis crescentes de milho moído (0, 1 , 2 e 3 kg de MS/dia). O CMS foi aumentado no primeiro nível de suplementação sendo que a medida que maiores níveis de milho foram fornecidos, maiores depressões foram observadas sobre o consumo de matéria seca.

Substituição-Adição- a maioria das suplementações encontradas estão inseridas nesta situação. O consumo de nutrientes é aumentado pelo fornecimento do suplemento, porém o consumo de volumoso é reduzido, mas não na mesma proporção que o suplemento foi incorporado à dieta. É comum encontrar efeitos aditivos no início de um programa de suplementação que posteriormente derivam em efeitos substitutivos tendo como resultado final um aumento na carga e no desempenho animal. Medeiros et al. (2003) suplementaram novilhos consumindo alfafa (*Medicago sativa* L.) com milho ou

casca de soja na proporção de 1 % PC, observando aumento no consumo de matéria orgânica da dieta, sem que depressões de mesma magnitude da inclusão do suplemento fossem observadas.

A existência dos efeitos aditivo-substitutivos em condições práticas de produção torna de crucial importância o conhecimento dos suplementos e da pastagem para otimizar as relações entre os nutrientes neles contidos.

Alves Filho et al. (2000) suplementaram novilhos mantidos em campo nativo, no período de final do verão/outono, utilizando formulações isoprotéicas fornecidas no nível de 0,5 % PC. O desempenho individual foi significativamente melhorado pelos diferentes suplementos, sendo observados ganho médio diário (GMD) de 0,14 kg/d para os animais não suplementados e entre 0,29 e 0,50 kg/dia, para os diferentes suplementos. Contudo, o fato marcante deste trabalho foi a existência de interação entre a qualidade da pastagem e o desempenho animal frente à suplementação, sendo que a média do GMD para todos os tratamentos passou de 0,67 kg/d para -0,03 kg/dia entre o primeiro e o quarto período de 21 dias de avaliação.

Desta forma, qualquer programa de suplementação que não considere a ocorrência de efeitos associativos ou, pelo menos, busque atenuar os efeitos do fornecimento de suplementos sobre o consumo e digestibilidade do volumoso estará fadado ao insucesso.

A magnitude dos efeitos associativos existentes durante o fornecimento de suplementos energéticos depende da qualidade do volumoso, do nível de suplementação e das características do suplemento e das exigências do animal (Goetsch et al., 1991).

2.2.1. Os efeitos associativos e a qualidade do volumoso

O fornecimento de energia adicional na forma de suplemento tem, freqüentemente, produzido reduções no consumo de volumoso (Caton & Dhuyvetter, 1997). Este efeito é quantificado através da taxa de substituição que representa a redução no consumo de volumoso expressa como proporção da quantidade de suplemento consumido, a qual apresenta maior magnitude quanto maior a qualidade do volumoso (Minson, 1990, Van Soest, 1994; Moore et al., 1999).

Segundo a classificação utilizada por Ellis et al., (1988), podem ser considerados volumosos de alta qualidade, as que apresentam digestibilidade da matéria orgânica (DMO) superior a 70 %, níveis de FDN inferiores a 45 % e um consumo de matéria seca (CMS) superior a 90 g/UTM; as de média qualidade apresentam DMO entre 55 e 70 %, teores de FDN entre 45 e 65 % e CMS entre 70 e 90 g/UTM. Segundo o autor os volumosos de baixa qualidade são aquelas que apresentam DMO entre 45 e 55 %; FDN entre 65 e 80 % e CMS entre 50 e 70 g/UTM.

As elevadas taxas de substituição observadas nos volumosos de alta qualidade têm sua explicação relacionada à teoria bifásica da regulação do consumo voluntário de Forbes (1995).

Quando a dieta basal é composta de volumoso de alta qualidade, pode-se supor que a limitação do consumo voluntário ocorra devido a mecanismos de regulação metabólica. A adição de níveis crescentes de suplementos energéticos à dieta faz com que a energia metabolizável do

volumoso seja substituída pela do suplemento, permanecendo desta forma o consumo limitado por razões metabólicas (Dixon & Stockdale, 1999).

Quando a dieta basal é composta de volumoso de baixa qualidade, o fator limitante do consumo é o enchimento ruminal, portanto ao suplementar-se esta dieta com pequenas quantidades de alimentos energéticos, a contribuição ao enchimento ruminal será pequena, propiciando um maior consumo de matéria seca. A utilização de níveis elevados de suplementação poderá reduzir a digestibilidade da fibra, aumentando o tempo de retenção ruminal das partículas fibrosas no ambiente ruminal, levando a menores consumos de matéria seca. Nas dietas baseadas em volumoso de média qualidade, os dois mecanismos de regulação parecem estar envolvidos (Dixon & Stockdale, 1999).

Os volumosos de baixa a média qualidade têm apresentado maiores reduções na digestibilidade que volumosos de melhor qualidade, os quais apresentam efeitos associativos de maior significância no consumo (Horn & McCollun, 1987).

Matejovsky & Sanson (1995) avaliaram as respostas de ovinos alimentados com volumosos de diferentes qualidades e níveis crescentes de milho e farelo de soja (0-0,75 % PC). Utilizaram 3 tipos de feno de gramíneas classificados pelos autores como de baixa (5 % PB e 71 % FDN), média (10 % PB e 67 % FDN) e alta qualidade (14 % PB e 57 % FDN). O CMS do feno de baixa qualidade apresentou um comportamento quadrático em relação ao nível de suplementação, atingindo os maiores níveis no tratamento suplementado

com 0,5 % PC. Já os volumosos de média e alta qualidade mostraram efeitos associativos do tipo substitutivo, com decréscimos lineares sobre o CMS.

Horn & McCollum (1987) tabularam dados de diversos autores, compararam os coeficientes de substituição de diversos volumosos e constataram relação linear negativa entre a digestibilidade do volumoso e a taxa de substituição. Os autores mostraram que volumosos com digestibilidade abaixo de 55 % apresentam efeitos associativos do tipo aditivo. A partir deste ponto, haveria uma crescente substituição do volumoso por concentrado até valores muito próximos a 0,6, coeficiente este de substituição que revela efeitos associativos do tipo substitutivo-aditivo.

Moore et al. (1999) trabalharam com um banco de dados de 66 experimentos de suplementação publicados no Journal of Animal Science, avaliaram, entre outros fatores, o efeito da suplementação sobre diferentes tipos de volumosos, de distintas qualidades, medido pelo seu consumo e pela relação que estas apresentaram entre matéria orgânica digestível (MOD) e proteína bruta. Os autores mostraram que, em situações onde o volumoso foi consumida em níveis inferiores a 1,75 % do PC (volumoso de baixa qualidade), a suplementação atuou promovendo aumento no consumo do volumoso (adição), entretanto a partir deste nível de consumo, houve substituição do volumoso pelo suplemento. Comportamento semelhante foi observado quando os volumosos foram classificados quanto à qualidade através da relação entre MOD e proteína bruta, onde os volumosos que apresentaram uma relação menor que 7,0 tiveram maiores coeficientes de substituição.

A magnitude da substituição de grãos por volumosos de média e baixa qualidade está mais ligada ao consumo voluntário do volumoso do que a sua digestibilidade. Porém, o suprimento de nutrientes essenciais, o tipo de carboidrato suplementado e as exigências nutricionais do animal também são determinantes dos efeitos associativos da suplementação. A razão pela qual os volumosos de baixa qualidade sofrem um maior efeito na digestibilidade do que os volumosos de maior qualidade parece estar ligada aos teores de FDN que estas apresentam em sua composição, fração esta a mais afetada pela suplementação com alimentos energéticos (Dixon & Stockdale, 1999).

2.2.2. Os efeitos associativos e o nível de suplementação

A magnitude dos efeitos associativos observados na utilização de suplementos energéticos é dependente do nível de suplementação, especialmente no caso de suplementos ricos em carboidratos rapidamente fermentáveis, fato pelo qual tem sido sugerido que sejam utilizados níveis máximos de 0,7 a 0,8 % PC (Horn & McCollum, 1987; Caton & Dhuyvetter, 1997).

Chase & Hibert (1987) suplementaram bovinos adultos recebendo uma dieta baseada em volumoso de baixa qualidade (4,2 % PB; 72 % FDN) com níveis crescentes (0, 1, 2 e 3 kg/animal/dia) de milho moído + caroço de algodão, de modo a suprir quantidades semelhantes de proteína bruta aos animais e atender as exigências mínimas de nitrogênio degradável no rúmen. Os autores observaram uma redução linear na digestibilidade da hemicelulose

e celulose, acompanhada por uma forte queda na digestibilidade da matéria orgânica do feno. Os autores observaram efeitos associativos positivos (substituição-adição) apenas no menor nível de suplementação (1 kg/dia), onde o coeficiente de substituição foi de 0,83, sendo que nos demais tratamentos a suplementação deprimiu o consumo total de matéria seca (coeficientes de substituição de 2,68 e 1,67).

Elizalde et al. (1999) avaliaram o efeito de diferentes níveis de suplementação com milho moído (0, 0,4; 0,8; 1,2 % PC) em dietas baseadas em alfafa (*Medicago sativa* L.). Observaram aumento linear no consumo e na digestibilidade da matéria orgânica, porém houve uma redução também linear sobre o consumo do volumoso, sem que a digestibilidade da FDN fosse afetada.

Resultados de alguns trabalhos têm mostrado uma interação entre a qualidade do volumoso e o nível de suplementação quanto à ocorrência dos efeitos associativos (Matejowski & Sanson, 1995; Elizalde et al., 1999). Volumosos de qualidade inferior seriam mais afetados quanto a sua digestibilidade, com níveis crescentes de suplementação enquanto volumosos de melhor qualidade teriam efeitos associativos mais significantes sobre o consumo. Entretanto, resta a dúvida se no caso dos volumosos de baixa qualidade, os efeitos negativos sobre a digestibilidade não seriam em decorrência de um inadequado suprimento de nutrientes essenciais, particularmente amônia e peptídeos à população microbiana ruminal.

2.2.3. Os efeitos associativos e o tipo de suplemento energético utilizado

A utilização de alimentos energéticos ricos em fibras de alta digestibilidade tem sido sugerida como alternativa para contornar os efeitos associativos da utilização de altos níveis de concentrados energéticos na suplementação de volumosos de média e alta qualidade.

Horn et al. (1995), em um estudo de três anos, avaliaram o efeito da suplementação com diferentes fontes de energia, sendo uma rica em amido e uma segunda composta por fontes de fibra de alta digestibilidade como a casca de soja e o farelo de trigo, ambas oferecidas a um nível de 0,75 % PC, a animais consumindo pastagem de inverno (*Triticum aestivum* L.) e, posteriormente confinados. Concluíram que o uso da suplementação permitiu maiores lotações por hectare, não sendo observadas diferenças entre os suplementos no GMD e na conversão de suplemento em ganho de peso.

Garcéz-Yépez et al. (1997) trabalharam com uma dieta baseada em feno de *Cynodon dactylon* L. (10,5% PB e 80,5 % FDN), com diferentes fontes de energia (milho moído + farelo de soja, farelo de trigo e casca de soja) e dois níveis de suplementação (25 e 50 % do consumo estimado de NDT), avaliando consumo, desempenho e digestibilidade. Observaram que no nível mais baixo de suplementação, não houve influencia da fonte de energia sobre o consumo, digestibilidade e o desempenho. Já no maior nível de suplementação, observaram melhores desempenhos quando o suplemento foi a casca de soja (GDM 0,96 vs 0,75 kg) em relação ao milho+farelo de soja, atribuindo as

diferenças observadas às mudanças no consumo e no ambiente ruminal ocasionadas pelo elevado conteúdo de amido do último suplemento, embora não tenha sido detectada diferença significativa no consumo de feno entre as diferentes fontes de energia no maior nível de suplementação.

Galloway et al. (1993) estudaram os efeitos da suplementação energética com milho moído e/ou casca de soja em dietas baseadas em feno de gramínea temperada (*Dactylis glomerata*) – (15,4 % PB, 65,3 % FDN) e tropical (*Cynodon dactylon*) – (11,4 % PB, 77,7 % FDN). Avaliaram o consumo e a digestibilidade, em dietas não suplementadas, suplementadas com 0,5 % PC de milho moído; 0,7 % PC de casca de soja e 0,25 % PC de milho moído + 0,35 % PC de casca de soja. Os resultados mostraram um aumento no consumo de matéria orgânica digestível para ambos os volumosos. Foi observado um discreto aumento no CMOD quando os animais foram suplementados com a mistura de fontes energéticas.

Genro et al. (2002) suplementaram novilhos em pastagem de milheto (*Pennisetum americanum* L. LEECK), com polpa de citrus ou milho moído na proporção de 0,85 % PC, observando efeito substitutivo no consumo da pastagem em ambos os tipos de suplemento.

Medeiros et al. (2003), suplementaram animais consumindo feno de alfafa (*Medicago sativa* L.) com 1 % PC de milho ou casca de soja. Os resultados mostram que não houveram diferenças entre os dois suplementos utilizados. Ambos apresentaram efeitos associativos do tipo substituição-adição.

Os trabalhos revisados mostram que, em níveis moderados, as diferentes fontes de energia não têm mostrado diferenças significativas. Entretanto, em níveis elevados de suplementação, melhores resultados têm sido observados para as fontes de energia baseadas em fibras altamente fermentáveis como a casca de soja e a polpa de citrus. Isto pode estar ligado ao fato da inclusão de níveis elevados de grãos à dieta provocar alterações no pH e/ou na disponibilidade de amônia ruminal, deprimindo a atividade celulolítica, ou ainda a alterações na taxa de passagem das fases sólida e líquida do conteúdo ruminal e com isso comprometendo a eficiência de digestão da porção fibrosa, ou a associação de ambos os mecanismos.

2.3 Mecanismos que podem ajudar a explicar o aparecimento dos efeitos associativos na suplementação energética

2.3.1 pH do líquido ruminal

A depressão no pH ruminal, provocada pela inclusão de quantidades significativas de concentrados à dieta, deve-se ao fato de este tipo de dieta diminuir a ruminação e a produção de saliva, conseqüentemente alterando a capacidade de tamponamento ruminal, associada à rápida fermentação do suplemento, levando, desta forma, a elevadas concentrações de ácidos graxos voláteis e queda no pH do líquido ruminal.

Mould & Orskov (1983a) estudaram o efeito do pH sobre a degradabilidade da matéria seca e da celulose. Utilizaram ovinos fistulados no rúmen, recebendo duas dietas basais, a primeira composta de cevada e farinha

de peixe e a segunda de feno picado (7,3 % PB; 41,5 % FDA), manipulando artificialmente o pH ruminal através da infusão de ácidos inorgânicos e de bicarbonato. Os valores de pH foram levados desde 6,6 até valores próximos a 5. Os resultados mostraram que apenas quando o pH foi levado a valores abaixo de 6,2 houve inibição da celulólise. Em valores intermediários, esta foi apenas parcialmente inibida. No tratamento onde a dieta basal era composta de apenas concentrados, mesmo com a elevação artificial do pH a valores ideais, os autores não obtiveram uma melhora na degradabilidade da fibra em virtude da seleção de bactérias feita pelo substrato uma vez que o animal não recebia nenhuma fonte de volumoso, era esperado que microorganismos celulolíticos houvessem sido extintos, ou pelo menos bastante reduzidos no ambiente ruminal.

Em um segundo trabalho, Mould et al. (1983b) estudaram o efeito de níveis crescentes de concentrado, com diferentes graus de processamento, na dieta sobre a degradação da matéria seca e o pH ruminal. Observaram uma interação entre processamento dos grãos de cevada e o nível de inclusão na dieta em relação à depressão do pH ruminal. Em um segundo experimento, utilizando 65 % de concentrado na dieta, porém desta vez com diferentes alimentos energéticos e diferentes volumosos, adicionaram bicarbonato de sódio a fim de impedir a queda no pH ruminal, revertendo desta forma a depressão observada na degradabilidade da matéria seca do feno e da celulose. Neste trabalho, a elevação do pH ruminal a valores acima de 6,6 foi capaz de atenuar apenas parcialmente a depressão na degradabilidade do

feno e da celulose, sendo a diferença entre o esperado e o observado denominada pelos autores de efeito carboidrato.

Em um terceiro experimento, Mould et al. (1983c) avaliaram o efeito da suplementação com níveis crescentes de cevada e diferentes graus de processamento do volumoso (moído e peletizado x picado) sobre a digestibilidade e o consumo de matéria seca e o efeito da adição de bicarbonato de sódio às dietas. Nas dietas onde o volumoso foi o feno moído peletizado, houve efeito significativo da adição de bicarbonato de sódio, porém nas dietas onde o volumoso foi picado, este não apresentou efeito. Esta diferença deve-se ao fato de o volumoso fornecido na forma moída e peletizada, além de não produzir suficiente ruminação para um adequado tamponamento do pH ruminal, ter sua taxa de passagem bastante elevada em relação ao volumoso picado, permanecendo desta forma por menos tempo no ambiente ruminal sujeito à ação microbiana.

O efeito depressivo de baixos níveis de pH (<6,2) sobre o crescimento da flora celulolítica no ambiente ruminal tem sido atribuído à incapacidade apresentada por estes microorganismos de manter seu pH intracelular estabilizado, quando o pH ruminal cai a estes níveis (Russell & Wilson, 1996).

Martin et al. (2002) estudaram o efeito do nível de concentrado sobre a atividade celulolítica ruminal, utilizando a técnica *in situ* associada a avaliações microbiológicas e de atividade enzimática. Os animais experimentais foram alimentados com dieta baseada em volumoso ou 60 % cevada+volumoso. Os resultados mostraram reduções significativas nas taxas

de degradação da fibra, redução no pH ruminal, e redução na atividade das carboximetil-celulases e xilanases, porém as populações de bactérias celulolíticas observadas pelos autores foram comparáveis, não sendo as reduções observadas nas taxas de degradação da fibra (*in situ*) atribuíveis a alterações na população microbiana. Os autores levantaram duas hipóteses para explicar os dados encontrados, a primeira sugere existir um mecanismo de regulação catabólica das enzimas fibrolíticas envolvendo produtos finais da degradação do amido e/ou em função do baixo pH ruminal detectado e uma segunda hipótese de que a suplementação com cevada teria modificado a colonização e/ou as espécies associadas às partículas do conteúdo ruminal.

O trabalho anteriormente citado traz mais luz a discussão do efeito negativo da suplementação energética sobre a atividade fibrolítica em nível ruminal, uma vez que neste trabalho não houve confundimentos relacionados a taxas de passagem, níveis de consumo, etc, e medidas objetivas da atividade celulolítica ruminal foram utilizadas. Porém, têm sido observado por diversos autores efeitos negativos sobre a fração fibrosa da dieta, não relacionados ao pH, e sim a limitações na digestão ruminal impostas pela competição entre os diferentes microorganismos por substrato.

Olson et al. (1999) trabalhando com 3 níveis de suplementação com amido (0; 0,15 e 0,30 % PC) e 4 níveis de suplementação com PDR (0-0,12 % PC) observaram que no nível de suplementação com 0,3 % PC de amido, os maiores valores de pH (menor nível de suplementação com PDR) corresponderam às menores digestibilidades da fibra, demonstrando que as depressões causadas pela suplementação com amido não são dependentes

exclusivamente do pH, mas fortemente relacionadas aos níveis de amônia ruminal.

Os resultados obtidos no trabalho anteriormente apresentado colocam em dúvida se o pH ruminal, ou questões associadas, sejam as únicas explicações para a redução na digestibilidade da fração fibrosa da dieta na suplementação energética.

Aparentemente, trata-se de uma questão multifatorial que controlaria a magnitude dos efeitos associativos observados sobre a atividade celulolítica ruminal.

2.3.2 Disponibilidade de nutrientes a nível ruminal

Em muitas situações, onde volumosos de média e baixa qualidade são suplementados com alimentos ricos em carboidratos rapidamente fermentáveis, até certo nível de suplementação, esta não é capaz de deprimir o pH em níveis suficientes para causar expressivas reduções na digestibilidade da fibra. Contudo, nestas situações, as deficiências de amônia ruminal, para o adequado crescimento da população microbiana, são acentuadas pela competição entre os microorganismos ruminais. As bactérias celulolíticas, de crescimento mais lento, teriam seu crescimento prejudicado pelos baixos níveis de amônia ruminal, produzidos pelo rápido crescimento da flora amilolítica.

El-Shazly et al. (1961) estudaram através de uma série de experimentos *in vitro* e *in situ* o mecanismo pelo qual a digestibilidade da celulose era reduzida na presença de amido ou de alimentos amiláceos. Os

autores observaram que adicionando amido ou glicose aos tubos de digestibilidade *in vitro*, causaram níveis de depressão acentuados na digestibilidade *in vitro* da celulose e esta depressão foi dose dependente. Suspeitando de que as bactérias amilolíticas fossem capazes de produzir alguma espécie de agente inibitório, os autores suspenderam amostras de celulose no interior de tubos de incubação através de membranas dializáveis, observando que o tal agente inibitório consistia de uma substancia dializável. Após a análise do perfil de ácidos graxos voláteis presentes nos tubos de incubação, observaram aumento nos níveis de ácido fórmico, suspeitando ser este o agente inibitório, porém quando foi adicionado aos tubos de incubação, o ácido fórmico não mostrou efeito inibitório sobre a digestibilidade da celulose.

Foi então levantada a hipótese de que as reduções observadas na digestibilidade da celulose em presença de amido ou alimentos amiláceos fossem em decorrência da competição por nutrientes do meio basal. Os autores então testaram se a adição de inóculo ruminal autoclavado (sobrenadante) ou uréia seriam benéficos à digestibilidade da celulose, observando resultados positivos, dose dependentes, ou seja, quanto maior a quantidade de amido incubada, maiores eram as quantidades de uréia ou inóculo ruminal que deveriam ser adicionados para reverter a depressão observada na digestibilidade.

El-Shazly et al. (1961) utilizaram então a técnica da digestibilidade *in situ* para comprovar sua teoria. Alimentaram animais com dietas variando a relação entre volumoso e concentrado e suplementados com diferentes níveis de uréia demonstrando a validade da hipótese da competição por nutrientes,

especialmente nitrogênio, no meio ruminal entre bactérias celulolíticas e amilolíticas.

Após muitos anos de esquecimento das exigências nutricionais dos microorganismos ruminais, o NRC (1996) passou a expressar as exigências de proteína degradável no rúmen (PDR), como função do consumo de NDT e da eficiência de conversão do NDT em proteína microbiana.

A síntese de proteína microbiana pode suprir de 50 a essencialmente toda a exigência de proteína metabolizável do animal (NRC, 1996), Burroughs (1974) *apud* NRC (1996) propôs valores de eficiência de síntese de proteína microbiana de 13,05 % do NDT. A maioria dos sistemas de expressão das exigências nutricionais de ruminantes (NRC, 1996; SCARM, 1990) consideram o valor de 13 % do NDT adequado para dietas mistas, contendo pelo menos 40 % de volumoso (NRC, 1996). O sistema NRC propõe ainda, para dietas com altos níveis de concentrado, que a eficiência de síntese de proteína microbiana seja reduzida em 2,2 % para cada ponto percentual de redução na fibra detergente neutro efetiva, abaixo de 20 % de FDN na dieta.

As exigências de proteína degradável no rúmen (PDR) são consideradas iguais à eficiência de síntese de proteína microbiana, pois os sistemas consideram que a perda de amônia ruminal como resultado da passagem de bactérias ao duodeno e absorção pela parede ruminal é igual a quantidade reciclada de nitrogênio (NRC, 1996).

Segundo Van Soest (1994), os níveis adequados de amônia ruminal são ditos como sendo de 10mg/dl, mas estes não devem ser tomados como valores fixos uma vez que altas taxas de fermentação dos carboidratos

produzem maiores taxas de síntese de aminoácidos e crescimento microbiano, levando a maiores demandas de amônia no ambiente ruminal.

Entretanto, níveis adequados de peptídeos e isoácidos também devem ser mantidos no ambiente ruminal, uma vez que são essenciais ao desenvolvimento e atividade da flora celulolítica ruminal (Yokoyama & Johnson, 1988).

Os trabalhos apresentados a seguir demonstram o efeito do adequado suprimento de PDR sobre a atenuação dos efeitos associativos negativos sobre a digestibilidade da fibra da dieta.

Bodine et al. (2000) utilizando feno de campo nativo (6 % PB, 75 % FDN) estudaram o efeito da suplementação com milho (0,75 % PC) e níveis crescentes de PDR (0, 33, 66 e 100 % das exigências), utilizando 8 bovinos fistulados no rúmen. Os resultados mostraram efeito quadrático sobre o consumo e a digestibilidade estimada do feno e sobre o consumo de matéria orgânica digestível, suprimindo desta forma maior quantidade de energia ao animal. O pH ruminal variou de 7,05 a 6,5 dentro dos níveis de suplementação com PDR, não atingindo níveis capazes de deprimir significativamente a atividade celulolítica no ambiente ruminal. Esta variação pode ser explicada pelos maiores níveis de produção de AGV demonstrados pelos autores, aumentando desta forma a carga de ácidos no ambiente ruminal. As taxas de passagem (K_p) da fase sólida e da fase líquida do conteúdo ruminal aumentaram linearmente com o nível de suplementação. Esta elevação nas taxas de passagem, sem concomitante diminuição na digestibilidade do feno pode sugerir uma elevação na taxa de digestão ruminal ou ainda, uma maior

atividade fermentativa no trato digestivo inferior, suficiente para compensar a elevação na Kp, sem depressão da digestibilidade.

Silveira (2002) forneceu a animais consumindo feno de Coast-Cross (*Cynodon dactylon* L) milho moído, na proporção de 1 % do PC, e níveis crescentes de PDR na forma de uréia. A adição de níveis de uréia de 38,5 g/100 kg de PC produziu uma relação proteína degradável no rúmen e matéria orgânica digestível (PDR:MOD) de 13,29 %, valores muito próximos ao preconizado pelo NRC (1996) para dietas mistas, sendo capaz de reverter plenamente os efeitos negativos da suplementação sobre a DMO do feno. A digestibilidade da FDN, também deprimida pela adição de milho à dieta, teve sua depressão plenamente atenuada pelo fornecimento de uma relação adequada entre PDR:MOD. O aumento observado na digestibilidade dos componentes da dieta resulta da atenuação das deficiências em componentes nitrogenados, basicamente amônia (Olson et al., 1999). O consumo de matéria orgânica digestível apresentou resposta linear ($p < 0,025$) à suplementação com PDR.

O efeito da suplementação com amido em uma larga amplitude de níveis de PDR suplementar sobre o consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) foi investigado por Klevesahl et al. (2003). Os autores utilizaram 14 animais fistulados no rúmen, trabalharam com 7 níveis PDR (0 a 0,195 % PC) e dois níveis de suplementação com amido (0 e 0,3 % PC) em uma dieta baseada em um volumoso de baixa qualidade (4,9 % PB e 75,3 % FDN). Da mesma forma que outros autores (Olson et al., 1999; Silveira, 2002) foi demonstrado o efeito linear de níveis crescentes de PDR sobre a

digestibilidade da matéria orgânica e da FDN. Porém, neste trabalho devido à grande amplitude de níveis de PDR utilizados, pode-se demonstrar o efeito quadrático de níveis crescentes de PDR sobre o consumo de matéria orgânica em dietas suplementadas com alimentos amiláceos, já conhecido nos trabalhos de suplementação protéica de volumosos de baixa qualidade (Köster et al., 1996; Mallmann et al., 2003). Desta forma o CMOD apresentou efeito quadrático, sendo a maximização do CMOD obtida no nível de suplementação de 0,123 % PC, produzindo uma relação CPDR: CMOD de 14,2, valores um pouco superiores aos valores apresentados pelo NRC (1996). Vale a pena destacar que a depressão na DFDN observada nos baixos níveis de suplementação com PDR não foi acompanhada de diminuição nos valores de pH. Pelo contrário, nos maiores níveis de suplementação com PDR, devido à maior taxa de fermentação ruminal, foram observados menores valores de pH.

Desta forma, mecanismos não excludentes são indicados como responsáveis pelos efeitos negativos da suplementação energética sobre a digestibilidade da fração fibrosa da dieta: a competição entre bactérias amilolíticas, de rápido crescimento e celulolíticas, de crescimento mais lento, por nutrientes essenciais como amônia e peptídeos, e um segundo mecanismo relativo ao pH ruminal, deprimindo a atividade celulolítica no ambiente ruminal, seja através de alterações na população microbiana no ambiente ruminal ou ainda por uma diminuição da atividade das enzimas fibrolíticas (Martin et al., 2002).

Níveis elevados de concentrados são adicionados à dieta na expectativa de aumentar o nível de produção dos animais consumindo

volumoso de baixa e média qualidade, porém muitas vezes os acréscimos em termos de consumo de energia têm sido decrescentes com o aumento do nível de suplementação.

Diversos trabalhos têm sido publicados estudando os efeitos de níveis crescentes de suplementação sobre o desempenho, digestibilidade e consumo de nutrientes em dietas baseadas em volumosos de média e baixa qualidade porém, em grande parte, o fornecimento dos suplementos tem sido feito de maneira empírica, sem a devida preocupação com as exigências de amônia e peptídeos da população microbiana ruminal, atribuindo-se desta forma os efeitos negativos da suplementação com alimentos energéticos sobre a digestibilidade da fração fibrosa da dieta, simplesmente, a questões relacionadas ao pH ruminal.

Tratam-se de mecanismos simultâneos, pH e competição por nutrientes, que combinados produzem os efeitos associativos negativos sobre a fração fibrosa da dieta, a explicação para os desempenhos decrescentes que se observa quando o nível de incorporação de concentrados a dieta é aumentado. A revisão apresentada mostra a complexidade das interações existentes entre suplemento x volumoso x microbiota ruminal, demonstrando a necessidade de maiores estudos a respeito deste complexo ecossistema.

Surgem porém dúvidas quanto aos níveis de concentrado energético que poderiam ser incorporados a dieta, sob a ótica de um ajuste fino da suplementação ruminal, para obter mínimos prejuízos ao aproveitamento da fração fibrosa da dieta, mas principalmente a fim de obter maior consumo de energia, viabilizando os objetivos desta prática de manejo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Ensaio de digestibilidade convencional (Experimento 1)

3.1.1 Local e duração do experimento

O trabalho foi realizado no setor de ruminantes do Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO) Prof. Geraldo Veloso Nunes Vieira, sendo as análises laboratoriais realizadas nos laboratórios de Nutrição de Ruminantes (LANUR) e de Nutrição Animal (LNA) Prof. Dulphe Pinheiro Machado, pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

O experimento foi iniciado em 13 de outubro e concluído em 14 de dezembro de 2003.

3.1.2 Animais experimentais

Foram utilizados 8 novilhos da raça Angus, com idade aproximada de 12 meses, pesando em média 260 kg, provenientes de um mesmo rebanho comercial localizado no município de Cacequi – RS.

Durante 15 dias prévios ao início do experimento, os animais passaram por um período de adaptação ao consumo de uréia e concentrado energético.

Ao início do experimento os animais foram dosificados e receberam complexo vitamínico ADE injetável. As dosificações foram repetidas de modo a garantir a ausência de endo e ectoparasitas.

3.1.3 Tratamentos

Os tratamentos avaliados consistiram no fornecimento de níveis crescentes de milho, através de suplementos balanceados como definidos a seguir:

T1- Feno de Azevém + Suplemento protéico e Minerais

T2 –T1 + 0,4 % do peso corporal (PC) de milho moído + Uréia

T3 – T1 + 0,8 % PC de milho moído + Uréia

T4 – T1 + 1,2 % PC de milho moído + Uréia

Os suplementos foram formulados para apresentar uma relação entre o consumo de proteína degradável no rúmen e o consumo de matéria orgânica digestível (CPDR:CMOD) de aproximadamente 13 %, conforme o NRC (1996) preconiza para a otimização do ambiente ruminal. Na formulação dos suplementos a digestibilidade do feno foi estimada através da técnica *in vitro* (DIVMO) e o consumo estimado a partir da DIVMO e FDN segundo a metodologia proposta por Bruckental et al. (1987). A degradabilidade ruminal

da proteína bruta do feno foi obtida através da incubação deste em um animal fistulado no rúmen conforme metodologia descrita a no item 3.2.8. A digestibilidade do feno (DIVMO) foi de 55,8 %, a do milho foi assumida como sendo 80 % (Ospina et al., 2003) e a do farelo de soja 87 % (NRC,1996) . Para fins de cálculos assumiu-se que a uréia possuía 282 % de equivalente protéico com 100 % de degradabilidade ruminal. A formulação dos concentrados foi feita utilizando-se uma quantidade fixa de farelo de soja por animal (0,2 % PC) e níveis crescentes de uréia e milho moído. Foi utilizado um premix mineral para garantir que as exigências de minerais fossem atendidas (Apêndice 01), além de enxofre ventilado para manter a relação N:S em 10:1 (Church, 1988)

3.1.4 Alimentos e alimentação

3.1.4.1 Feno

O volumoso utilizado foi feno de Azevém (*Lolium multiflorum* L.), em estágio fenológico de floração plena, fornecido sem moagem prévia, cuja composição bromatológica média foi: 83,34 % matéria seca, 92,46 % matéria orgânica, 5,87 % proteína bruta, 66,23 % fibra em detergente neutro, 40,83 % fibra em detergente ácido e 4,33 % lignina em detergente ácido (dados expressos na MS)

3.1.4.2 Concentrados

Os concentrados foram preparados em misturador de 40 kg do tipo Y, utilizando ingredientes de uma mesma partida. A formulação e composição bromatológica dos concentrados é apresentada na Tabela 01.

Tabela 1 Composição dos concentrados utilizados em cada tratamento, nível de oferta expresso em percentagem do peso corporal (% PC, como fornecido) e composição química média dos suplementos utilizados, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), equivalente protéico em nitrogênio não protéico (EPNNP), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA)

| Ingredientes (%) | Tratamentos | | | |
|-----------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| | T1 0 %PC | T2 0,4 %PC | T3 0,8 %PC | T4 1,2 %PC |
| Milho moído | 0,00 | 63,43 | 77,29 | 83,37 |
| Farelo de soja | 88,42 | 31,72 | 19,32 | 13,89 |
| Uréia fertilizante | 3,98 | 2,06 | 1,64 | 1,46 |
| NaCl | 1,77 | 0,63 | 0,39 | 0,28 |
| Premix mineral | 5,31 | 1,90 | 1,16 | 0,83 |
| Enxofre ventilado | 0,53 | 0,25 | 0,19 | 0,17 |
| Nível de oferta (%PC) | 0,251 | 0,712 | 1,173 | 1,633 |
| Composição (%) | | | | |
| MO | 88,94 | 95,63 | 96,52 | 96,70 |
| PB | 57,75 | 28,12 | 20,43 | 17,91 |
| EPNNP (% PB) | 20,85 | 21,65 | 22,10 | 22,39 |
| FDN | 11,31 | 14,50 | 16,19 | 17,71 |
| FDA | 9,11 | 5,79 | 4,76 | 4,65 |
| LDA | 0,27 | 0,63 | 0,38 | 0,58 |

3.1.5 Condução do experimento

Foi realizado um ensaio convencional de digestibilidade e consumo utilizando-se 8 animais, em três períodos experimentais, perfazendo-se um total de 6 repetições por tratamento.

Os animais foram alocados aleatoriamente a gaiolas metabólicas individuais dotadas de bebedouros automáticos e cochos separados para volumoso e concentrado, sendo novamente aleatorizados a cada novo período experimental.

Cada período experimental teve uma duração de 16 dias, sendo os primeiros 10 dias de adaptação (Fase I) e os últimos 6 dias de coleta total de fezes e determinação do consumo voluntário (Fase II).

Na fase I, o feno foi fornecido inicialmente na proporção de 1,5 % do PC, sendo a oferta diária corrigida para 120 % do consumo do dia anterior. O concentrado foi aumentado gradativamente para permitir uma perfeita adaptação dos animais, especialmente dos que receberam os tratamentos com maiores níveis de suplementação.

Na fase II, período de coleta de fezes e avaliação do consumo voluntário máximo, foi fornecida uma quantidade fixa de feno equivalente a 130 % da média do consumo obtido nos três dias de maior consumo na metade final do período de adaptação, de modo que as sobras de feno fossem de pelo menos 15 % da oferta diária (Rymer, 2000). Durante este período o feno foi homogeneizado a cada turno de modo a que todos os animais recebessem o mesmo alimento.

Os animais foram alimentados diariamente, pela manhã às 9:00 e a tarde às 17:00 h (horário brasileiro de verão), sendo o concentrado fornecido de 30 a 40 minutos após o fornecimento do volumoso. O concentrado foi fornecido em porções iguais por turno conforme o tratamento e o peso de cada animal.

Os animais foram pesados no 1º, 6º, 11º e 17º dias de cada período, sem jejum prévio, sendo a oferta de feno e de suplemento ajustada às variações de peso observadas durante o período experimental.

Entre os períodos experimentais os animais foram retirados das gaiolas metabólicas e permaneceram nos poteiros da Faculdade de Agronomia durante 7 dias, recebendo diariamente um concentrado contendo uréia, para garantir que não perdessem a adaptação.

Durante o terceiro período experimental, o animal de número 6, pertencente naquele período ao tratamento 1, apresentou uma forte diarreia de etiologia não identificada e queda no consumo de alimento, ao início do período de coleta fecal, estendendo-se por 3 dias, apresentou remissão espontânea, sem a utilização de qualquer medicação. O animal foi retirado do experimento neste período de amostragem.

3.1.6 Preparação das amostras

Amostras do feno oferecido aos animais foram coletadas a cada turno, após a homogeneização do feno (500g/turno) e armazenadas até o final de cada período quando foram picadas e misturadas para formar uma amostra composta.

Durante a Fase II, as sobras de feno foram coletadas, pesadas e uma amostra de 20 % armazenada para compor uma amostra composta dos diversos dias de coleta, a qual foi posteriormente sub-amostrada em 300 gramas.

As amostras de fezes foram recolhidas diariamente, pesadas, homogeneizadas e sub-amostradas na proporção de 10 % da produção fecal do dia, a fim de compor uma amostra composta representativa. As fezes foram armazenadas em geladeira em sacos plásticos até o último dia de coleta quando as sub-amostras foram misturadas e novamente amostradas, para retirada de uma amostra de aproximadamente 2 kg utilizada nas análises posteriores.

As amostras de alimento, sobras e fezes foram secas em estufa de ar forçado a 60°C e moídas em moinho do tipo Willey com peneira de 1mm. As amostras de fezes coletadas do reto foram homogeneizadas para a imediata medição do pH fecal.

3.1.7 Análises laboratoriais e determinações

3.1.7.1 Matéria Seca e Matéria Orgânica

Nas amostras de feno, suplementos, sobras, fezes e resíduos de incubação foram determinados os teores de matéria seca por secagem em estufa a 105° C por 8 horas, e os teores de cinzas obtidos após a queima do material a 550° C por 4h em mufla (AOAC, 1995).

3.1.7.2 Nitrogênio

Os teores de nitrogênio (N) das amostras de feno e suplementos foram obtidos pelo método Micro-Kjeldahl (AOAC, 1995), sendo a proteína bruta obtida pela fórmula $PB = N \times 6,25$.

3.1.7.3 Parede celular e seus constituintes

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) das amostras de feno e sobras foram determinados segundo Van Soest & Robertson (1985), sendo que as amostras de suplementos e fezes, devido a seus elevados teores de amido, especialmente no primeiro caso, foram determinados com a adição de 0,2 ml da enzima Amilase (Termamyl[®]120L – Novozymes).

Os teores de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) foram obtidos conforme a AOAC (1995).

3.1.7.4 Determinação do pH fecal

Durante os três dias intermediários da Fase II do experimento de digestibilidade e consumo voluntário, amostras de fezes de aproximadamente 250g foram coletadas diretamente do reto dos animais as 8:30 e 16:30h. Estas amostras foram pesadas e seu peso adicionado a produção fecal total.

As amostras foram imediatamente homogeneizadas e sub-amostradas em 25 g. Estas sub-amostras foram então misturadas a 50ml de

água destilada e deixadas em repouso por 20 minutos, quando então foram realizadas as leituras do pH com aparelho digital, com eletrodos para pH e temperatura.

3.1.7.5 Determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica, FDN, celulose, hemicelulose e verdadeira da matéria orgânica.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica, FDN, celulose e hemicelulose foram calculados conforme proposto por Rymer (2000).

O coeficiente de digestibilidade verdadeira da matéria orgânica foi calculado subtraindo-se do consumo de matéria orgânica a excreção de fibra em detergente neutro livre de cinzas, sendo este resultado dividido pelo consumo de matéria orgânica (Mulligan et al., 2001).

3.1.7.6 Determinação do coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica do feno

A digestibilidade da matéria orgânica do feno foi calculada, descontando-se a indigestibilidade (100 -% NDT) assumida dos suplementos, com base nos valores obtidos para o milho por Ospina et al. (2003) e para o farelo de soja e uréia do NRC (1996), da produção fecal de matéria orgânica,

sendo este resultado subtraído do consumo de matéria orgânica do feno e dividido pelo mesmo segundo metodologia utilizada por Bodine et al. (2001).

3.1.7.7 Determinação da excreção fecal metabólica

A excreção fecal metabólica, em matéria orgânica, como percentagem do PC, foi calculada subtraindo-se a excreção fecal de FDN livre de cinzas da excreção fecal total. O resultado foi então dividido pelo CMO, para ser apresentado como percentagem deste, dada a proporcionalidade das frações (Van Soest, 1994).

3.1.7.8 Cálculo dos efeitos associativos

Os efeitos associativos foram calculados subtraindo-se do consumo médio de matéria orgânica do tratamento T1, em cada período, o consumo de matéria orgânica de cada animal e o resultado dividido pelo consumo de milho de cada animal, sendo assim determinado o coeficiente de adição.

O coeficiente de substituição foi obtido pela formula (Coeficiente de Substituição = 1-coeficiente de adição).

3.1.8 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

O experimento I foi conduzido seguindo um delineamento completamente casualizado com 2 repetições por tratamento em 3 períodos

experimentais e seus dados foram analisados conforme o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + (TP)_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

onde:

Y_{ijk} = k-ésima observação no i-ésimo tratamento e no j-ésimo período,

μ = efeito médio,

T_i = efeito i-ésimo tratamento ($i=1, 2, 3, 4$),

P_j = efeito do j-ésimo período ($j=1, 2$),

TP_{ij} = efeito da ij-ésima interação entre tratamento e período

ε_{ijk} = k-ésimo erro associado a ij-ésima observação

Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente analisadas por meio de regressão segundo o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_1 T_i + \beta_2 T_i^2 + \beta_3 T_i^3 + \varepsilon_{ijk}$$

Onde:

μ = efeito médio,

Y_{ik} = k-ésima observação associada ao i-ésimo tratamento,

$\beta_1 T_i$ = regressor associado ao efeito linear do tratamento,

$\beta_2 T_i^2$ = regressor associado ao efeito quadrático do tratamento,

$\beta_3 T_i^3$ = regressor associado ao efeito cúbico do i-ésimo tratamento,

ε_{ij} = j-ésimo erro associado a i-ésima observação.

3.2. Ensaio de digestibilidade *in situ* e parâmetros ruminais (Experimento 2)

3.2.1 Local e duração do experimento

O trabalho foi realizado no setor de ruminantes do Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO) Prof. Geraldo Veloso Nunes Vieira, sendo as análises laboratoriais realizadas nos laboratórios de Nutrição de Ruminantes (LANUR) e de Nutrição Animal (LNA) Prof. Dulphe Pinheiro Machado, pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

O experimento foi iniciado em 25 de outubro de 2003 e concluído em 25 de janeiro de 2004.

3.2.2 Animais experimentais

Foram utilizados 4 animais da raça Hereford, com idade aproximada de 30 meses de idade, fistulados no rúmen, com peso inicial médio de 311 kg.

Durante 10 dias prévios ao início do experimento, os animais passaram por um período de adaptação ao consumo de uréia e concentrado energético.

Ao início do experimento os animais foram dosificados e receberam complexo vitamínico ADE injetável. As dosificações foram repetidas de modo a garantir a ausência de endo e ectoparasitas

3.2.3 Tratamentos

Os tratamentos avaliados e os respectivos procedimentos para sua formulação foram iguais aos do ensaio de digestibilidade convencional, item número 3.1.3.

3.2.4 Alimentos e alimentação

3.2.4.1 Feno e concentrados

Tanto o volumoso como os suplementos utilizados, assim como os procedimentos de fornecimento foram iguais aos utilizados no ensaio de digestibilidade convencional.

3.2.5 Condução do experimento

Os animais foram alocados aleatoriamente a gaiolas metabólicas individuais dotadas de bebedouros automáticos e cochos separados para o volumoso e concentrado, sendo no primeiro período experimental sorteados aos diferentes tratamentos.

Cada período experimental teve uma duração de 17 dias, sendo os primeiros 10 dias de adaptação (Fase I), nos dias 11 e 12 foi feita a coleta de líquido ruminal para determinação de pH e amônia ruminal (Fase II) e nos últimos 5 dias foram realizadas incubações ruminais de sacos de náilon e a determinação do consumo voluntário (fase III).

Na fase I, o feno foi fornecido inicialmente na proporção de 1,5 % do PC, sendo a oferta diária corrigida para 120 % do consumo do dia anterior. O concentrado foi aumentado gradativamente para permitir uma perfeita adaptação dos animais, especialmente dos que receberam os tratamentos com maiores níveis de suplementação.

Na fase II e III, foi fornecida uma quantidade fixa de feno equivalente a 130 % da média do consumo obtido nos três dias de maior consumo da metade final do período de adaptação de modo a que as sobras de feno fossem de pelo menos 15 % da oferta diária. Durante este período o feno foi homogeneizado a cada turno de modo a que todos os animais recebessem o mesmo alimento.

Os animais foram alimentados diariamente, pela manhã as 9:00 e à tarde às 17:00 h (horário brasileiro de verão), sendo o concentrado fornecido de 30 a 40 minutos após o fornecimento do volumoso. O concentrado foi fornecido em porções iguais por turno conforme o tratamento e o peso de cada animal.

Os animais foram pesados no 1^o, 6^o, 11^o e 18^o dias de cada período, sem jejum prévio, sendo a oferta de feno e de suplemento ajustada as variações de peso observadas durante o período experimental.

Entre os períodos experimentais os animais foram retirados das gaiolas metabólicas e permaneceram nos poteiros da Faculdade de Agronomia durante 7 dias, recebendo diariamente um suplemento contendo uréia, para garantir que não perdessem a adaptação.

Durante o terceiro período experimental, o animal 66 evadiu-se da gaiola metabólica, consumindo grande quantidade de concentrado estocado dentro do galpão de ruminantes. O animal foi atendido poucas horas depois, e teve seu rúmen evacuado e tomadas as providencias necessárias, sendo retirado do período de amostragem, permanecendo nos poteiros da Faculdade de Agronomia pelo restante do período experimental, em repouso. Durante o intervalo entre períodos, foi re-adaptado ao consumo de uréia e suplementos, retornando ao experimento para o quarto período de amostragem.

3.2.6 Preparação das amostras

Durante a Fase III, as sobras de feno foram coletadas, pesadas e uma amostra de 20 % guardada para compor uma amostra composta dos diversos dias de coleta, a qual foi posteriormente sub-amostrada em 300 gramas.

As amostras de alimento e sobras foram secas em estufa de ar forçado a 60° C e moídas em moinho do tipo Willey com peneira de 1mm.

Os resíduos de degradação ruminal foram misturados conforme animal e horário e esta amostra composta moída em moinho tipo Willey com peneiras de 1mm.

3.2.7 Amostragem do líquido e determinação do pH ruminal

As amostragens de líquido ruminal foram realizadas no 11° e 12° dias (fase II) de cada período experimental. O líquido ruminal foi coletado via

fístula ruminal através de uma mangueira de silicone acoplada a uma ponteira plástica arredondada com orifícios laterais. A ponteira foi posicionada no rúmen na direção ventro-cranial do animal. Foram realizadas dezessete coletas, em dois dias, sendo em um dia realizadas as coletas nas horas pares e no outro as horas ímpares de modo a reduzir o “stress” dos animais, além de aumentar o intervalo entre coletas reduzindo desta forma a variação. Os horários de coleta foram -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15 e 17 horas após a refeição da manhã. O pH ruminal foi medido imediatamente com aparelho digital com eletrodos para pH e temperatura, calibrados à cada medição. As amostras foram filtradas em gaze e imediatamente acidificadas com 5-7 gotas de ácido sulfúrico concentrado a fim de que o pH ficasse em valores entre 2 e 3. As amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos, rotuladas e congeladas para posterior determinação de amônia ruminal.

3.2.8 Digestibilidade *in situ*

O efeito do nível de suplementação sobre a magnitude e a taxa de digestão da MS, MO e FDN do feno foi determinada pela técnica de sacos de náilon conforme metodologia proposta por Gonzales et al. (1990) e revisado por Huntington et al. (1995).

Foram confeccionados sacos de incubação com dimensões de 22 x 10 cm, utilizando-se náilon com poros de 40 micra. Antes de cada incubação, os sacos foram secos em estufa de ventilação a 60° C, numerados e pesados.

O material incubado foi coletado diariamente durante a Fase I do ensaio de digestibilidade convencional e moído em moinho tipo Willey com peneira de 5mm. Foram utilizadas em torno de 4,5 g de amostra por saco de modo a manter uma relação de 12-14 mg de amostra/cm² (Huntington et al.,1995).

Em cada horário de incubação, os sacos de náilon foram colocados dentro de sacos de porosidade bastante superior dotados de lastro de chumbo de aproximadamente 300g, presos por uma corda de aproximadamente 30 cm à tampa da cânula.

As incubações foram iniciadas à tarde, duas horas após o fornecimento do concentrado, visando trabalhar com o rúmen em sua máxima atividade fermentativa, especialmente nos últimos horários, pontos de maior inflexão das curvas de degradação. Os sacos foram incubados seqüencialmente por 2, 4, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas, e retirados simultaneamente. Após serem retirados do rúmen, os sacos foram lavados mecanicamente até que a água da lavagem saísse límpida. Foram também utilizados sacos de náilon para o tempo zero ("washing loss"), os quais foram submergidos em água morna (38 °C) por 10 minutos e posteriormente sofreram o mesmo processo de lavagem que os outros sacos.

Após a lavagem, os sacos foram secos em estufa de ventilação a 60° C por 72 horas, resfriados em dessecador e pesados. O resíduo obtido assim como a amostra do material incubado foram moídos a 1mm e analisados para MS, MO e FDN. De modo a ter uma quantidade de amostra suficiente

para as análises laboratoriais necessárias, utilizaram-se três sacos por horário de incubação.

No último período do experimento II, após a retirada dos sacos de náilon contendo o feno, foram incubados os suplementos nos mesmos horários descritos anteriormente e seguindo-se a mesma metodologia, porém só até 48 h de incubação. Nos resíduos, obtidos após feitas estas incubações, foram determinados MS, MO e PB.

Os resultados da degradabilidade ruminal foram ajustados ao modelo de Orskov & McDonald (1979):

$$Y = A \text{ até o tempo de colonização (TC)}$$

$$Y = a + b(1 - e^{-ct}) \text{ do TC em diante}$$

Onde:

A = fração rapidamente solúvel

a+b – A = potencial de degradabilidade

c = taxa de degradação

As taxas de passagem utilizadas para o cálculo da degradabilidade efetiva da MO e FDN foram estimadas a partir dos dados da digestibilidade *in vivo* (MO e FDN) e dos parâmetros do modelo de degradabilidade ruminal (MO e FDN) como proposto por Hovell (1985):

$$K_p = 1/t$$

$$t = (\ln(b - D + a)/b) / -c$$

Onde:

K_p = taxa de passagem da fase sólida do conteúdo ruminal

D = coeficiente de digestibilidade *in vivo* da MO e da FDN

t = Tempo de retenção ruminal das partículas

a, b, c = parâmetros do modelo de degradação ruminal (a = fração rapidamente solúvel, b= fração insolúvel e potencialmente degradável, c= taxa de degradação ruminal)

3.2.9 Análises laboratoriais

As análises de matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta nas amostras de feno, sobras e resíduos de incubação ruminal foram feitas conforme as metodologias citadas no ensaio de digestibilidade convencional.

3.2.9.1 Parede celular

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) das amostras de feno foram obtidos segundo Van Soest & Robertson (1985).

Os teores de FDN do feno incubado e dos resíduos da incubação foram obtidos segundo o método alternativo de FDN proposto por Chai & Uden (1998). Foi preparada uma solução de detergente neutro conforme Van Soest & Robertson (1985). Esta solução foi diluída a 50 % e seu pH foi ajustado para valores entre 6,9 e 7,1. Pesou-se então 0,5 g de amostra e esta foi colocada em tubos de digestibilidade *in vitro*, sendo estes posteriormente tampados com papel de alumínio com pequenos furos feitos com agulha, sendo colocados em estufa a 90 °C por 16 horas. Após este período, os tubos foram retirados, seu conteúdo filtrado em cadinhos de vidro sinterizados (porosidade 2) e lavados

com água quente e acetona. Após 8 horas de secagem em estufa a 105 °C, os cadinhos foram pesados, queimados a 450 °C por 4 horas e novamente pesados obtendo-se os teores de FDN livre de cinza.

Todas as análises foram realizadas em duplicatas A e B, sendo realizadas separada e simultaneamente para cada período.

3.2.9.2 Determinação de Amônia Ruminal

As amostras de líquido ruminal dos horários -1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 e 17 horas após a alimentação matinal foram utilizados para as determinações de amônia ruminal. Após serem descongeladas foram centrifugadas por 15 minutos e analisadas para os teores de amônia conforme o método colorimétrico proposto por Weatherburn (1967).

3.2.10 Delineamento experimental e análises estatísticas

O ensaio foi conduzido num delineamento em Quadrado Latino 4x4 (Cochran & Cox, 1992). Os valores referentes ao animal 66, excluído do terceiro período experimental foram obtidos através de cálculo conforme (Cochran & Cox, 1992), excluindo-se um grau de liberdade nas respectivas análises de variância para cada valor calculado. Os dados sobre degradabilidade ruminal (parâmetros do modelo) foram analisados mediante o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + R_j + C_k + \varepsilon_{ijkl}$$

onde:

Y_{ijkl} = l-ésima resposta medida no j-ésimo animal recebendo o i-ésimo tratamento no k-ésimo período ,

μ = efeito médio,

T_i = efeito i-ésimo tratamento (i=1, 2, 3, 4),

R_j = efeito do j-ésimo animal (j=1,2,3,4)

C_k = efeito da k-ésimo período (k=1,2,3,4).

ε_{ijkl} = l-ésimo erro associado a ijk-ésima observação

Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente analisadas por meio de regressão utilizando o mesmo modelo matemático apresentado no ensaio de digestibilidade convencional. Quando as regressões não foram significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey (5 %).

Os dados relacionados com o pH foram analisados segundo um delineamento em Quadrado Latino 4x4 com parcelas subdivididas para medidas repetidas em uma mesma unidade experimental (Hall, 1975). O modelo matemático utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + R_j + C_k + (TRC)_{ijk} + H_l + (TH)_{il} + (RH)_{jl} + (CH)_{kl} +$$

ε_{ijklm} ,

Onde:

Y_{ijklm} = l-ésima resposta medida no j-ésimo animal recebendo o i-ésimo tratamento no k-ésimo período no l-ésimo tempo de amostragem.

μ = efeito médio

T_j = efeito i-ésimo tratamento (i=1, 2, 3, 4),

R_j = efeito do j-ésimo animal (j=1,2,3,4)

C_k = efeito da k-ésimo período (k=1,2,3,4).

$(TRC)_{ijk}$ = l-ésimo erro associado a parcela principal (erro a)

H_l = efeito do l-ésimo horário de amostragem

$(TH)_{il}$ = efeito da interação do i-ésimo tratamento e o l-ésimo horário de amostragem

$(RH)_{jl}$ = efeito da interação do j-ésimo animal e o l-ésimo horário de amostragem

$(CH)_{kl}$ = efeito da interação do k-ésimo período e do l-ésimo horário de amostragem

ε_{ijklm} = m-ésimo erro associado a sub-parcela (erro b)

Para estudar a interação tratamento x horário foram ajustadas regressões lineares do pH e amônia ruminal por horário dentro (aninhadas) de cada tratamento, sendo seus regressores comparados através da técnica de contrastes ortogonais.

Os dados relativos as frequências das diferentes faixas de pH ruminal obtidos foram analisadas pelo teste de Qui-quadrado/ Fisher (5 %).

As médias de amônia ruminal dentro de cada tratamento foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey (5 %).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Coeficientes de digestibilidade

As médias de tratamentos para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica (DMO), digestibilidade aparente calculada da matéria orgânica do feno (DMOfeno), digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN), digestibilidade da hemicelulose (DHEMI) e digestibilidade da celulose (DCEL) são apresentados na tabela 2, sendo os valores individualizados por período, tratamento e animal apresentados no apêndice 4.

As análises de variância para os diferentes coeficientes de digestibilidade encontram-se nos apêndices 22 a 26 e as análises de variância das regressões relacionando o nível de suplementação e os respectivos coeficientes de digestibilidade são apresentadas nos apêndices 47 a 51.

A digestibilidade aparente calculada da matéria orgânica para o feno no tratamento onde foi utilizado suplemento protéico (sem milho) foi cerca de 60 %, valor este superior ao apresentado pelo NRC (1984) para feno de Azevém (*Lolium multiflorum*), em estágio de floração inicial (54 %). A maior DMO do feno experimental pode ser explicada pela melhor condição ruminal para digestão da fibra decorrente da adequada relação entre o consumo de proteína degradável no rúmen e o consumo de matéria orgânica digestível

(CPDR: CMOD) promovida pela inclusão do concentrado protéico à dieta dos animais (Köster et al., 1996).

A inclusão de níveis crescentes de milho na dieta dos animais produziu efeito quadrático sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica (DMO) (figura 1).

Tabela 2 Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica (DMO); estimado da matéria orgânica do feno (DMOfeno); da fibra em detergente neutro (DFDN); da celulose (DCEL) e da hemicelulose (DHEMI) expressos em percentagem (%).

| Item | | Tratamentos | | | | Efeito* | |
|---------|-----|--------------|----------------|----------------|---------------|---------|--------|
| | | T1 0 % PC | T2 0,4 % PC | T3 0,8 % PC | T4 1,2 %PC | L | Q |
| DMO | (%) | 62,25 | 65,29 | 66,06 | 62,39 | NS | p<0,01 |
| DMOfeno | (%) | 59,89 | 59,40 | 55,19 | 41,47 | p<0,01 | p<0,01 |
| DFDN | (%) | 56,52 | 54,44 | 52,57 | 50,25 | p<0,01 | NS |
| DCEL | (%) | 62,91 | 61,24 | 60,50 | 59,11 | p<0,01 | NS |
| DHEMI | (%) | 73,11 | 68,20 | 62,07 | 55,73 | p<0,01 | NS |

* Efeito Linear (L), Quadrático (Q)

O cálculo do ponto de máxima na equação permite inferir que o nível de inclusão de milho que maximizou a DMO (66,11 %) foi equivalente a 0,59 % PC.

Este nível de suplementação é similar ao reportado por outros trabalhos nos quais têm sido obtidos aumentos lineares na digestibilidade da matéria orgânica utilizando níveis de suplementação moderados, até 0,7 % PC, com volumoso de média e baixa qualidade.

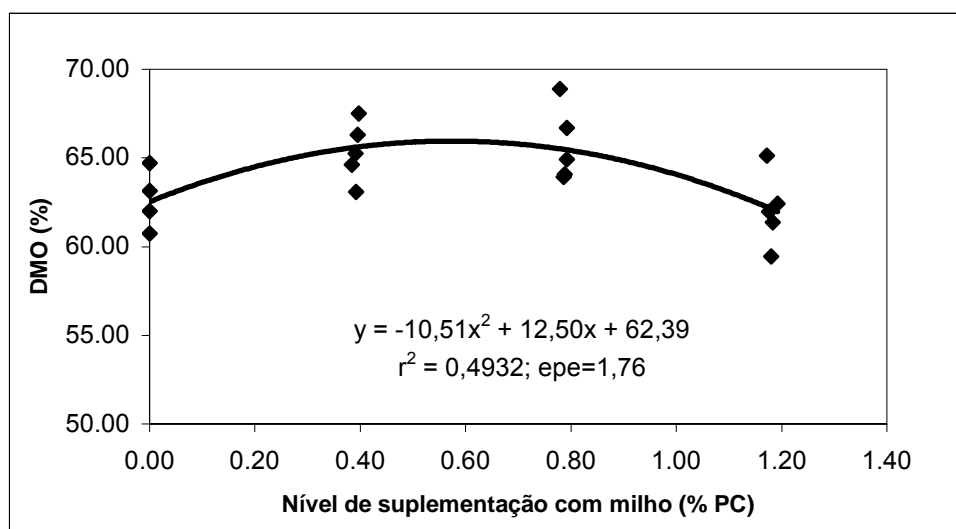


Figura 1 Regressão relacionando o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica da dieta (DMO), expressa em percentagem (%) e o nível de suplementação com milho, expresso em percentagem do peso corporal (% PC).

Carvalho et al. (1996) trabalharam com níveis crescentes de concentrado a dieta (20-70 %) utilizando como volumoso o capim elefante (*Panisetum purpureum* Schum). Os autores observaram efeito quadrático sobre a DMO, sendo o ponto de máxima observado no nível de 40 % de concentrado na dieta.

Matejowski & Sanson (1995), trabalhando com volumoso de qualidade semelhante ao utilizado no presente trabalho (5,2 % PB, 70 % FDN), obtiveram elevações semelhantes na DMO de 3,5 pontos percentuais para níveis de suplementação equivalentes a 0,5 % PC, comparado ao feno suplementado com proteína.

Outros autores têm obtido efeitos lineares até altos níveis de suplementação energética, independentemente do nível de suplementação e da qualidade do volumoso (Leventini et al. ,1990; Lamb & Eadie, 1979).

Teoricamente, em dietas suplementadas com concentrados energéticos, seria esperado que a DMO aumentasse em função da inclusão de um alimento de maior digestibilidade. Via de regra, os aumentos observados são inferiores aos esperados podendo ocorrer uma depressão na DMO em relação ao volumoso não suplementado. Estes desvios entre o esperado e o observado podem ser explicados pela depressão causada na digestibilidade do volumoso.

Quando comparados ao T1 os níveis de suplementação de 0,8 e 1,2 % PC de milho provocaram reduções de 4,7 e 18,4 pontos percentuais sobre a DMO_{feno}, respectivamente.

A depressão na DMO_{feno} observada no presente experimento foi inferior aos níveis apresentados por Chase & Hibbert (1987), que observaram uma redução de aproximadamente 17,6 pontos percentuais com níveis de suplementação de 0,75 %PC.

Bodine et al. (2001), suplementando com 0,8 % PC de sorgo moído e PDR a animais consumindo feno de campo nativo (5,5 % PB e 72,6 % FDN), observaram depressão de apenas 4,1 pontos percentuais, semelhante aos dados obtidos neste trabalho.

Silveira (2002) observou redução de 9,12 pontos percentuais na DMO_{feno} suplementando apenas milho moído e minerais (1 % PC) a novilhos consumindo feno de Coast-Cross, valor inferior ao estimado no presente experimento para o mesmo nível de suplementação, de 11,7 pontos percentuais.

A regressão relacionando os coeficientes de digestibilidade aparente estimados para a matéria orgânica do feno (DMOfeno) e o nível de suplementação com milho apresentou comportamento quadrático (figura 2).

O aumento na DMOfeno observado até o nível de 0,22 % PC pode ser explicado pelo fato do fornecimento de pequenas quantidades de carboidratos rapidamente fermentáveis estimular o crescimento e atividade da população microbiana ruminal, melhorando desta forma a digestão ruminal da fração fibrosa da dieta.

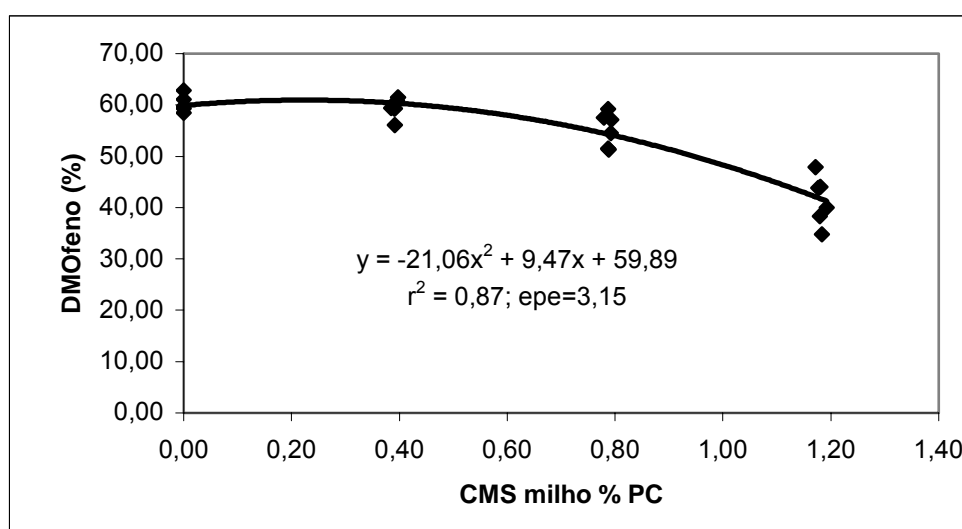


Figura 2 - Regressão relacionando os coeficientes de digestibilidade aparente calculados da matéria orgânica do feno expressos em porcentagem (DMOfeno) e o nível de suplementação com milho expresso em porcentagem do peso corporal (% PC).

Resultados semelhantes foram observados por Sanson et al. (1990). Os autores trabalharam com novilhos alimentados com feno de campo nativo (4,3 % PB; 72,9 % FDN) e suplementação protéica associada a níveis

crescentes de milho, e observaram aumento numérico ($p > 0,05$) na DMO_{feno} com níveis semelhantes de inclusão de milho (0,26 % PC).

Horn & McCollun (1987) afirmam que até níveis de suplementação de 0,7 % PC não se observariam grandes prejuízos sobre a DMO_{feno}, concordando com os valores observados neste trabalho, onde a suplementação com milho, nos mesmos níveis, refletiu-se na redução de apenas 3,69 pontos percentuais sobre a DMO_{feno} em relação ao tratamento não suplementado com milho .

Das frações nutricionais que compõe a matéria orgânica das dietas de ruminantes, a fibra, quantificada pelo teor de FDN, é o componente que sofre o maior efeito da suplementação energética.

A suplementação com níveis crescentes de milho deprimiu a digestibilidade da FDN de maneira linear segundo a equação ($DFDN = -5,52$ Nível + 56,79; $r^2 = 0,63$, $epe = 1,96$; $p < 0,01$); sendo que a cada 1 % PC de milho incorporado a dieta, a DF_{DN} foi reduzida em 5,5 pontos percentuais.

As reduções observadas na DF_{DN} concordam com os resultados apresentados por diversos autores (Leventini et al., 1990; Galloway et al., 1993; Garcez-Yépez et al., 1997).

Royes et al. (2001) trabalharam com volumoso amonizado (12 % PB e 78 % FDN) e suplementado com níveis crescentes de milho (0 -0,54 % PC). Os autores observaram depressão linear sobre a DF_{DN}, observando valores de 6,3 pontos percentuais para o nível de suplementação de 0,54 % PC, mostrando efeito depressivo superior em relação aos dados obtidos no presente experimento.

Goetsch et al. (1991) compilaram dados de 18 experimentos onde o volumoso utilizado foi o feno de bermuda (*Cynodon dactylon* L.) (12 % PB e 74 % FDN) e os níveis de suplementação com milho moído variaram de 0 a 1 % PC. Segundo os autores, a suplementação com milho produziu reduções de 8,5 pontos percentuais na DFDN para cada 1 % PC de milho suplementado.

Stumpf Junior (1992) trabalhou com ovinos alimentados com capim elefante (*Panisetum purpureum* Schum.) (5,1 % PB e 76,05 % FDN) e níveis crescentes de suplementação energética (0 a 1,4 % PC), em dietas isoprotéicas, e observou reduções na DFDN de 14 pontos percentuais no maior nível de suplementação.

Muitos autores têm afirmado que os efeitos negativos observados na DFDN em dietas suplementadas com alimentos amiláceos deveriam-se ao fato de estes suplementos, por sua rápida fermentação no ambiente ruminal, produzirem elevadas concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV) resultando em redução no pH ruminal e depressão da atividade celulolítica. Porém, evidências experimentais têm demonstrado que as depressões na atividade celulolítica ruminal podem, pelo menos em parte, estar ligadas à competição por nutrientes no ambiente ruminal, especialmente por amônia.

Silveira (2002) trabalhou com feno de Coast-Cross (9,5 % PB; 81 % FDN), e obteve redução de 7,24 pontos percentuais na DFDN quando suplementado com 1 % PC de milho moído, valor este superior ao observado no presente experimento para o mesmo nível de suplementação. O autor conseguiu reverter esta depressão a menos de 2 pontos percentuais, com a adição de níveis crescentes de PDR (uréia) na dieta dos animais.

Klevesahl et al. (2003) trabalharam com volumoso de baixa qualidade suplementado com amido (0,3 % PC) e níveis crescentes de PDR, e observaram efeito linear da adição de PDR sobre a DFDN, demonstrando plena reversão dos efeitos negativos provocados pela suplementação com amido sobre a DFDN. Neste trabalho, as depressões observadas na DFDN não foram acompanhadas por redução no pH ruminal, mostrando, neste caso, decorrerem dos baixos níveis de amônia ruminal relatados pelos autores (0,44 mM), se comparados aos níveis do tratamento que maximizou a DFDN (7,46 mM).

A suplementação com carboidratos rapidamente fermentáveis provoca maiores prejuízos sobre a digestibilidade da hemicelulose do que da celulose (Dixon & Stockdale, 1999).

A digestibilidade da celulose (DCEL) apresentou redução linear com o aumento do nível de suplementação energética ($DCEL = -3,40 \text{ Nível} + 63,05$; $r^2=0,36$, $epe= 2,10$; $p<0,01$), sendo que, para cada 1 % PC de milho, a DCEL foi reduzida em apenas 3,40 pontos percentuais.

Mould et al. (1983c), utilizando níveis crescentes de suplementação com cevada, e diferentes graus de processamento do feno e da cevada, observaram reduções de 23 pontos percentuais para a digestibilidade da FDA, quando suplementado em nível de 60 % de cevada, com feno picado. Esta depressão foi de apenas 9,1 pontos percentuais quando ao mesmo nível de suplementação e grau de processamento do feno foi incluído o bicarbonato de sódio para tamponamento do pH ruminal.

A digestibilidade da hemicelulose (DHEMI) diminuiu linearmente pela suplementação com níveis crescentes de milho (DHEMI = $-15,63 \text{ Nível} + 74,27$; $r^2=0,84$, $epe= 3,15$; $p<0,01$), sendo que para cada 1 % PC de milho moído incorporado a dieta, a DHEMI foi deprimida em 15,6 pontos percentuais.

A fração hemicelulose tem sido demonstrada por diversos autores como a mais sensível a alterações provocadas pela suplementação. A digestão ruminal da celulose, em dietas à base de volumosos, chega a pelo menos 90 % da digestibilidade total da celulose no TGI, porém a digestibilidade ruminal da hemicelulose pode chegar a níveis em torno de 60 % da digestibilidade total desta fração. Isto pode ser explicado pelo fato dos polissacarídeos que compõe a hemicelulose serem sensíveis à hidrólise ácida no abomaso e duodeno e pelo maior conteúdo de hemicelulose que apresentam os tecidos vegetais de lenta degradação (Merchen & Bourquin, 1994).

Desta forma, o aumento na taxa de passagem, seja ele provocado pela elevação do consumo ou pela inclusão de quantidades crescentes de suplementos energéticos à dieta, diminuiria o tempo de retenção da hemicelulose, causando prejuízos mais evidentes sobre sua digestibilidade.

Ospina & Prates (1998) forneceram feno de aveia em níveis de consumo crescentes, de 1,5 a 2,8 % PC para bezerros em crescimento, observaram que o nível de consumo de feno exerceu efeito quadrático sobre a DHEMI, sendo as maiores depressões na DHEMI observadas no nível de CMS de 2,33 % PC.

Chase & Hibbert (1987) observaram reduções de 31,8 pontos percentuais na DHEMI em relação ao controle, quando utilizaram níveis de suplementação com milho de 0,75 % PC.

Brinks & Steele (1985) avaliaram o efeito da suplementação com milho sobre a digestão ruminal e pós ruminal da FDN, utilizando níveis de inclusão de 50 a 90 % da MS da dieta. Observaram não haver efeito do nível de suplementação sobre a DFDN, porém a proporção entre digestão ruminal e pós ruminal foram influenciadas de forma quadrática, sendo que, com o aumento do nível de milho na dieta, maior percentagem da DFDN ocorreu em nível pós ruminal.

O fornecimento de níveis adequados de PDR pode ajudar a contornar os efeitos associativos negativos da suplementação energética sobre a DHEMI.

Silveira (2002) observou redução de 10 pontos percentuais com a suplementação de 1 % PC de milho moído. Esta depressão foi atenuada pela inclusão de níveis crescentes de PDR, a valores que não diferiram significativamente do tratamento onde os animais não foram suplementados. Embora o local de digestão não tenha sido estudado pelo autor, os menores percentuais de excreção fecal metabólica (EFM) indicam que, provavelmente, este resultado não se deva à compensação de digestão em nível ceco-cólico.

As depressões observadas no presente experimento sobre a DMO_{feno}, DFDN, DCEL e DHEMI podem ser consideradas inferiores aos valores apresentados por outros autores que suplementaram carboidratos rapidamente fermentáveis, o que pode estar ligado ao fato de estes trabalhos

não levarem em consideração na formulação dos suplementos as exigências nitrogenadas e minerais dos microorganismos ruminais para digestão da fibra.

O efeito quadrático observado na DMO foi altamente influenciado pela depressão na DMO_{fen}, acima do aumento de digestibilidade produzido pela incorporação do milho à dieta, especialmente no nível mais elevado de suplementação (1,2 % PC).

4.2 Digestibilidade verdadeira da matéria orgânica, excreção fecal metabólica e pH fecal.

As médias de tratamento obtidas para a digestibilidade verdadeira calculada da matéria orgânica (DVMO), excreção fecal metabólica como percentagem do consumo de matéria orgânica (EFM) e pH fecal são apresentados na tabela 3, sendo os valores individualizados por período, tratamento e animal apresentados nos apêndices 4, 5 e 6 respectivamente.

As análises de variância para os diferentes coeficientes de digestibilidade verdadeira estimados da matéria orgânica (DVMO); excreção fecal metabólica e pH fecal encontram-se nos apêndices 27 a 29 e as análises de variância das regressões relacionando-os ao nível de suplementação apresentadas nos apêndices 52 a 54.

Os resultados de EFM são apresentados como percentual do CMO, para facilitar sua análise, uma vez que segundo Van Soest (1994) a EFM é proporcional ao CMO.

A digestibilidade verdadeira da matéria orgânica pode ser calculada descontando-se da produção fecal de matéria orgânica, o material microbiano residual e as secreções endógenas, sendo estas duas frações chamadas de excreção fecal metabólica (EFM).

Segundo Van Soest (1994), as fezes são compostas de porções da dieta não digerida e excreções metabólicas (EFM), estas últimas compostas por material microbiano derivado da fermentação e uma pequena quantidade de secreções endógenas. Os constituintes da EFM são solúveis em detergente neutro, podendo esta fração ser estimada subtraindo-se a excreção fecal de FDN livre de cinzas da excreção fecal total, sendo o resultado dividido pelo CMO.

A DVMO foi afetada pelo nível de suplementação com milho, entretanto, à medida que o nível de suplementação foi aumentado, menores incrementos foram observados sobre a DVMO, pois entre o T1 e T2, pode-se observar um incremento de 4 % na DVMO (2,93 pontos percentuais), entre T2 e T3, 3,4 % (2,53 pontos percentuais) e entre o T3 e T4, apenas 1,6 % (1,3 pontos percentuais).

Tabela 3 Digestibilidade verdadeira estimada da matéria orgânica (DVMO) expressa em percentagem, excreção fecal metabólica expressa como percentual do consumo de matéria orgânica (EFM) e pH fecal médio (pH fecal)

| Item | Tratamentos | | | | Efeito* | |
|------------|--------------|----------------|----------------|----------------|---------|--------|
| | T1 0 % PC | T2 0,4 % PC | T3 0,8 % PC | T4 1,2 % PC | L | Q |
| DVMO (%) | 72,04 | 74,97 | 77,54 | 78,84 | p<0,01 | NS |
| EFM (%CMO) | 9,78 | 9,67 | 11,48 | 16,44 | p<0,01 | p<0,01 |
| pH FECAL | 7,21 | 6,66 | 6,10 | 5,75 | p<0,01 | NS |

* Efeito Linear (L), Quadrático (Q)

A DVMO apresentou aumento linear com o aumento do nível de suplementação com milho (DVMO = 5,61 Nível + 72,61; $r^2 = 0,78$; epe = 1,35; $p < 0,01$).

Os resultados observados são consistentes com os dados apresentados para a DMO_{fero}, que apresentou forte depressão no maior nível de suplementação com milho, causa provável do pequeno incremento observado na DVMO neste nível de suplementação.

Considerando-se os valores apresentados pelo NRC (1996) de que apenas 20 % da proteína microbiana não é digestível, pode-se considerar que a maior parte da fração EFM seja oriunda da produção de massa microbiana pela fermentação ceco-cólica.

A inclusão de níveis crescentes de milho no suplemento, gerou uma resposta quadrática na EFM, expressa como percentagem do CMO quadrático (figura 3).

Para discussão do efeito do nível de suplementação sobre a EFM, foi assumido que a porção endógena da EFM foi constante. Deve-se chamar atenção para o fato de uma pequena parte da excreção fecal metabólica ser composta de amido não digerido, especialmente nos maiores níveis de suplementação. Entretanto diversos autores têm citado coeficientes de digestibilidade bastante elevados para o amido de milho.

Brinks & Steele (1985) trabalharam com níveis altos de suplementação com milho (50-90 %), observando digestibilidades ruminais de 49,3 a 66,6 % para o amido de milho, as quais foram parcialmente compensadas por uma maior digestibilidade pós-ruminal (43,8 a 29,9 %),

produzindo valores elevados de digestibilidade total do amido entre 93,2 e 96,6 para os níveis de 50 e 90 % de milho, respectivamente.

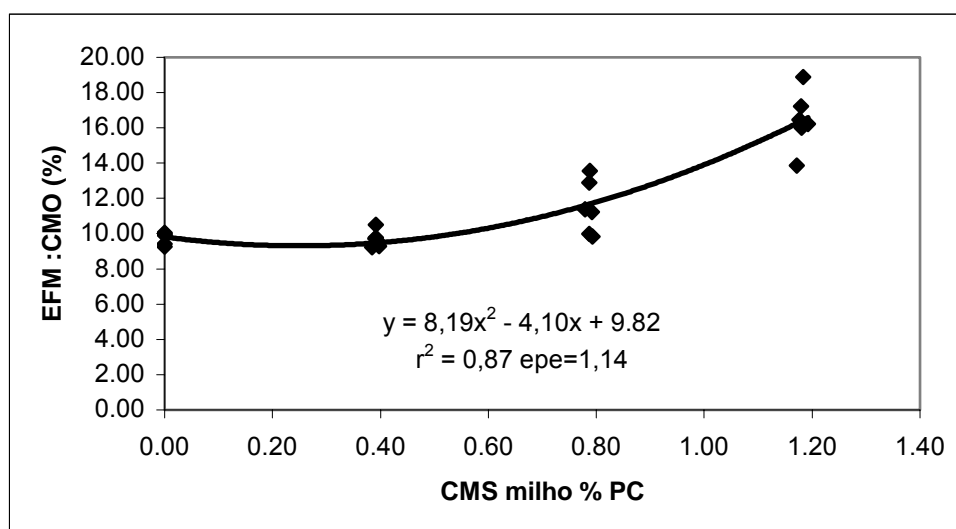


Figura 3 - Regressão relacionando os valores calculados de excreção fecal metabólica como percentagem do consumo de matéria orgânica EFM (% CMO) e o consumo de matéria seca do milho expresso em percentagem do peso corporal (CMS milho % PC).

Segundo Jouany et al. (2000) até 70 % do amido que chega ao duodeno pode ser digerido pelo sistema enzimático do animal, e a magnitude desta digestão é, em grande parte, limitada pela velocidade de passagem da digesta, entretanto, o amido restante da digestão no intestino delgado será em grande parte fermentado no intestino grosso, produzindo desta forma os altos coeficientes de digestibilidade que se observa na literatura para o amido.

O pH fecal diminuiu linearmente com o aumento do nível de suplementação com milho ($\text{pH fecal} = -1,2318 \text{ Nível} + 7,1522$; $r^2 = 0,90$, $\text{epe} = 0,18$; $p < 0,01$), provavelmente devido ao maior escape de material não digerido para fermentação no intestino grosso.

No menor nível de suplementação, não foi observado aumento na EFM, talvez em função da pequena quantidade de material fermentável que deixou o rúmen, observando-se apenas pequena depressão no pH fecal. Entretanto, nos níveis superiores, valores altos de EFM foram observados, consistentes com os baixos valores de pH fecal (tabela 3). Isto pode indicar uma intensa atividade fermentativa no intestino grosso, com a concomitante produção de proteína microbiana (EFM) e possível ocorrência de um padrão de fermentação láctica, que justificaria os valores baixos observados para o pH fecal.

Bodine & Purvis II (2003) utilizaram concentrados energéticos (milho moído) com e sem suplementação protéica, na proporção de 1 % do PC com animais em pastejo, consumindo volumoso de média qualidade (7 % PB e 60 % NDT). Os autores observaram pH fecal de 5,97 para o tratamento ajustado, de 5,74 para o não ajustado, e de 6,88 para o tratamento suplementado com farelo de soja. O pH fecal observado pelos autores foi inferior ao estimado no presente experimento para o mesmo nível de suplementação (6,23), porém revelando a mesma tendência de diminuição pelo aumento de material fermentável passando ao trato digestivo inferior. Os autores sugerem que as diferenças observadas entre os tratamentos com suplemento ajustado e não ajustado devam-se ao fato de que o suprimento adequado de PDR tenha favorecido a digestão ruminal, restando uma menor quantidade de material fermentável para digestão microbiana em nível de intestino grosso, produzindo desta forma níveis superiores de pH fecal.

Silveira (2002) avaliando o efeito de níveis crescentes de inclusão de PDR a uma dieta baseada em feno de Coast-Cross (9,5 % PB e 81 % FDN), suplementada com 1 % PC de milho moído, e observou uma relação linear decrescente entre o nível de suplementação com PDR e a EFM, mostrando que a fermentação ruminal foi melhorada nos níveis crescentes de suplementação, passando menor quantidade de material fermentável ao intestino grosso, com isto diminuindo a EFM.

4.3 Consumo de nutrientes

As médias de tratamentos para CMO e CMO_{feno} expressos em percentagem do peso corporal (% PC), coeficientes de substituição e percentual de concentrado na dieta são apresentados na tabela 4, sendo os valores individualizados por período, tratamento e animal apresentados no apêndice 7.

As análises de variância para o consumo de matéria orgânica (CMO), consumo de matéria orgânica do feno (CMO_{feno}), coeficientes de substituição e percentual de concentrado na dieta encontram-se nos apêndices 30 a 32 e as análises de variância das regressões relacionando o nível de suplementação ao CMO e CMO_{feno} são apresentadas nos apêndices 55 e 56.

O consumo de matéria orgânica aumentou linearmente com o aumento do nível de suplementação (figura 4) sendo que para cada 1 % do PC de aumento no nível de suplementação com milho, o CMO aumentou em 0,62 % do PC.

Tabela 4 Consumo de matéria orgânica (CMO), consumo de matéria orgânica do feno (CMOfeno), expressos em percentagem do peso corporal (%PC), coeficientes de substituição, percentual de concentrado na dieta e consumo de matéria orgânica digestível expresso em gramas por unidade de tamanho metabólico (CMOD g/UTM).

| Item | Tratamentos | | | | Efeito* | |
|--------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|---------|--------|
| | T1 0 % PC | T2 0,4 % PC | T3 0,8 % PC | T4 1,2 % PC | L | Q |
| CMO % PC | 1,82 | 2,11 | 2,28 | 2,55 | p<0,01 | NS |
| CMOfeno % PC | 1,62 | 1,52 | 1,30 | 1,18 | p<0,01 | NS |
| Coef. Substituição | | 0,18 | 0,38 | 0,36 | NS | NS |
| % Concentrado | 11,13 | 27,45 | 42,27 | 52,74 | | |
| CMOD g/UTM | 46,20 | 55,91 | 62,24 | 65,75 | p<0,01 | p<0,10 |

* L = efeito linear; Q = efeito quadrático

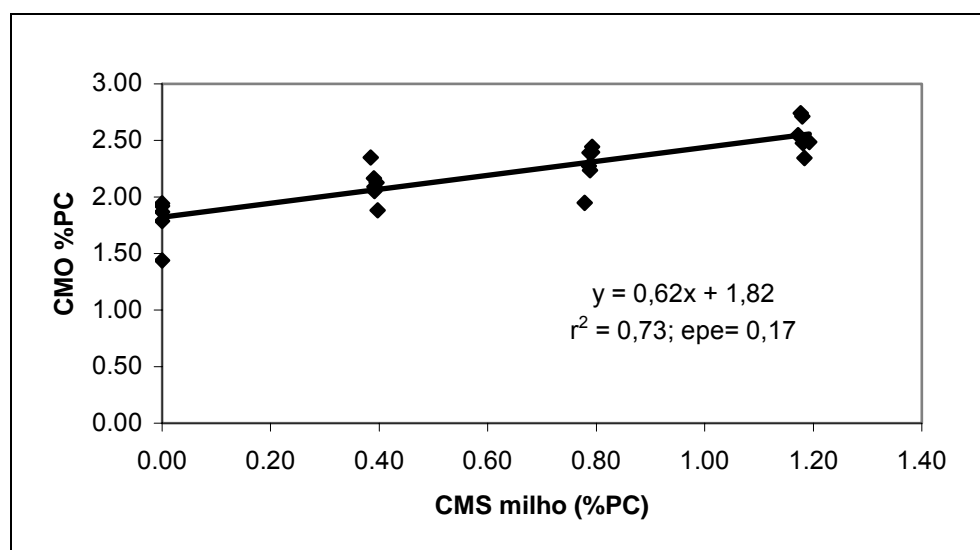


Figura 4 - - Regressão relacionando os valores observados para consumo de matéria orgânica (CMO) e o consumo de matéria seca (CMS) de milho expressos em percentagem do peso corporal (%PC).

Os resultados observados concordam com os resultados obtidos por Stumpf Júnior (1992), que suplementando ovinos com níveis crescentes de sorgo moído, observou aumento linear no consumo de matéria orgânica, mesmo utilizando níveis elevados de suplementação. O coeficiente de substituição observado para a suplementação com níveis crescentes de sorgo

moído foi de 0,63, mais elevado quando comparado ao coeficiente de 0,38 obtido no presente experimento. Comportamento diferente foi observado quando o suplemento fornecido aos animais foi a mandioca. Foi observado efeito quadrático, onde a suplementação aumentou o CMO até o nível de 30 % da MS sendo observada uma severa depressão sobre o consumo no nível de 45 % da MS. A diferença observada entre os dois tipos de suplemento pode ser explicada por sua taxa de fermentação ruminal, onde o amido da mandioca, de mais rápida fermentação ruminal, fez com que o ambiente ruminal permanecesse um maior número de horas em níveis de pH abaixo de 6,3 (6,53 e 4,87 horas para mandioca e sorgo, respectivamente) afetando desta forma a digestibilidade da fibra da dieta.

Carvalho et al. (1996) trabalharam com novilhos zebuínos alimentados com diferentes relações volumoso: concentrado, (20-70 % CMS) utilizando como volumoso o feno de capim elefante (*Panicum purpureum* Schum.), não observaram diferenças significativas sobre o CMO, a pesar dos elevados níveis de concentrado na dieta.

Royes et al. (2001) trabalharam com novilhos cruzados alimentados com feno amonizado e diferentes concentrados energéticos, porém em níveis de suplementação bastante inferiores a este experimento (0,28 e 0,57 % PC MO). Não foi observado efeito do nível de suplementação com milho sobre o CMO, porém, os tratamentos suplementados apresentaram consumo de matéria orgânica superior ao controle não suplementado e coeficientes de substituição próximos a 1, uma vez que o CMO não foi alterado com o aumento dos níveis de suplementação.

Vanzant et al. (1990) suplementaram animais consumindo volumoso fresco de campo nativo (6,1 % PB e 62,7 % FDN) com níveis crescentes de sorgo moído (0; 0,17; 0,32 e 0,66 % PC). Observaram aumento linear no consumo de matéria seca, embora não tenha havido efeito significativo sobre o consumo de matéria seca do volumoso, que não foi reduzido com o aumento dos níveis de suplementação.

O efeito de níveis crescentes de suplementação sobre o CMO deve ser analisado com cuidado, uma vez que, dependendo da qualidade do volumoso, o consumo deste pode estar sendo limitado por diferentes razões (Dixon & Stockdale, 1999). No caso deste experimento, o consumo de volumoso era limitado, provavelmente, pelo enchimento ruminal, e níveis crescentes de inclusão de suplemento à dieta produziram aumento no CMO, sem atingir entretanto a limitação por regulação metabólica.

O fato de que mesmo nos maiores níveis de suplementação com milho o CMO não ter atingido uma assintótica pode ser explicado por aumento na taxa de passagem do conteúdo ruminal. Essa afirmação pode ser sustentada com base nos resultados de pH fecal (tabela 3), os quais mostraram valores significativamente inferiores para os tratamentos de maior nível de suplementação, evidenciando, deste modo, que uma maior quantidade de matéria orgânica fermentável escapou ao baixo trato digestivo. Os resultados de excreção fecal metabólica (tabela 3) endossam estas afirmações, pois foram superiores para os maiores níveis de suplementação, a partir de 0,25 % PC (ponto de mínima da equação).

Os coeficientes de substituição apresentados na tabela 4 não diferiram entre os tratamentos. O menor valor para o T2 (0,18) demonstra que maior nível de adição foi observado neste tratamento, ou seja, para cada kg de suplemento incorporado a dieta, o consumo de volumoso foi reduzido em apenas 180g. Para os demais tratamentos, os coeficientes de substituição foram bastante próximos, 0,38 e 0,36 para T3 e T4 respectivamente, resultados bastante próximos ao coeficiente de substituição médio calculado para o experimento, de 0,38.

Os coeficientes de substituição do volumoso pelo concentrado estão fortemente ligados à qualidade do volumoso, e quanto melhor a qualidade do volumoso, tanto maiores serão as taxas de substituição pelo suplemento (Van Soest, 1994).

Os coeficientes de substituição obtidos são superiores ao valor médio citado por Caton & Dhuyvetter (1997) para volumosos com até 7 % de PB (0,27).

Moore et al. (1999) afirmam que para volumosos consumidos em níveis acima de 1,75 %PC, maiores coeficientes de substituição foram observados.

O consumo de matéria seca é responsável por 60 a 90 % das respostas em consumo de energia, enquanto a digestibilidade responde por apenas 10 a 40 % da variação (Mertens, 1994). Desta forma, os níveis crescentes de suplementação deste experimento tendem a aumentar o consumo de energia, porém haja visto o efeito quadrático demonstrado sobre a

DMO, faz com que se busque uma variável objetiva para a comparação entre os tratamentos, que una os efeitos sobre a digestibilidade e sobre o consumo.

4.4 Consumo de matéria orgânica digestível

As médias de tratamentos para CMOD, expressas em unidades de tamanho metabólico (UTM) são apresentadas na tabela 4, sendo os valores individualizados por período, tratamento e animal apresentados no apêndice 7.

As análises de variância para o consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) e para a relação entre o consumo de proteína bruta degradável no rúmen e o consumo de matéria orgânica digestível (CPDR:CMOD) encontram-se nos apêndices 33 e 34 e a análise de variância das regressões relacionando o nível de suplementação ao CMOD são apresentadas no apêndice 57 .

As maiores diferenças em valores absolutos foram observadas entre o T1 e T2, 9,71g/UTM, seguidas do intervalo entre T2 e T3, 6,33 g/UTM e as menores diferenças entre os tratamentos T3 e T4, 3,52 g/UTM, representando aumentos de 21, 13,7 e 7,6 % para cada nível adicional de inclusão de milho, em relação ao tratamento sem suplementação.

O CMOD aumentou linearmente com o aumento do nível de suplementação com milho, sendo que para cada 1 % PC de aumento no nível de suplementação com milho, o CMOD aumentou 16,47 g/UTM (figura 5).

A análise dos dados revelou uma tendência quadrática ($p < 0,10$) dos resultados obtidos para o CMOD.

O consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) é uma resposta que integra dois dos principais constituintes do valor nutricional de um alimento, consumo e digestibilidade, estando intimamente relacionada ao consumo de energia pelo animal (Köster et al., 1996).

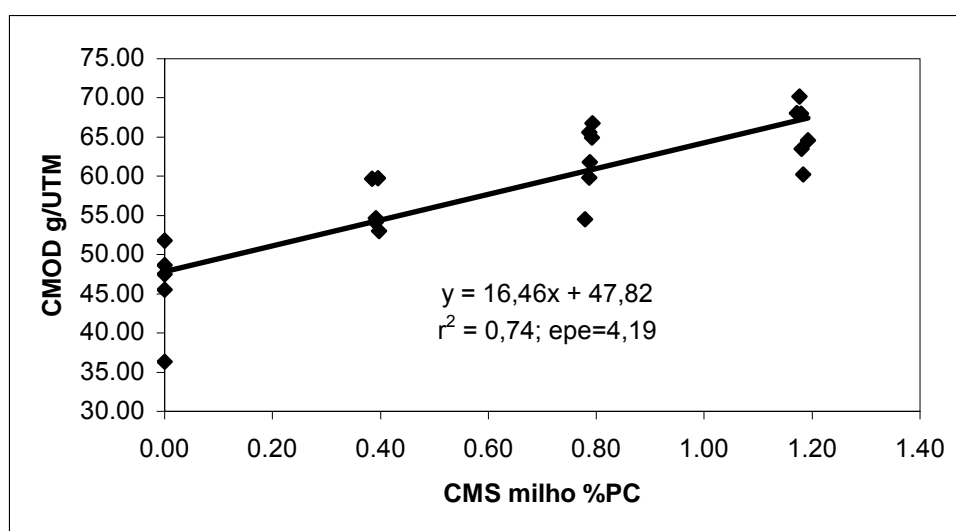


Figura 5 - Regressão relacionando os valores observados de consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) expresso em gramas por unidade de tamanho metabólico (g/UTM) e o consumo de matéria seca de milho (CMS milho) expresso em porcentagem do peso corporal (%PC).

Matejowski & Sanson (1995) alimentaram ovinos consumindo feno de baixa qualidade (5,2 % PB; 50 % DIVMS) com farelo de soja e níveis crescentes de milho (0,25; 0,50 e 0,75 % PC). Observaram efeito quadrático do nível de suplementação sobre o consumo de matéria seca digestível, porém, quando foi utilizado como volumoso feno de melhor qualidade (10,2 % PB, 52,3 % DIVMS), foi observado um aumento linear.

DelCurto et al. (1990) suplementaram novilhos consumindo volumoso de campo nativo (2,9 % PB, 74,2 % FDN) com dois níveis de

proteína nos suplementos energéticos, sendo estes fornecidos na proporção de 0,3 e 0,6 % PC. Em ambos os níveis de proteína no concentrado, houve incremento no consumo de matéria seca digestível, porém um maior incremento do CMSD esteve associado ao maior nível de suplementação com proteína, devido a um menor prejuízo provocado sobre a digestibilidade da fração fibrosa evidenciado através da DFDN.

Leventini et al. (1990) trabalharam com níveis elevados de suplementação com cevada (10-50 % da dieta), com e sem tamponante ruminal, em uma dieta baseada em feno de média qualidade (10 % PB; 61 % FDN), observando aumento linear no CMOD entre os níveis de suplementação, sendo que, apesar dos níveis elevados de cevada utilizados, não foi detectado efeito do tamponante ruminal utilizado.

Bodine et al. (2000) suplementaram novilhos consumindo feno de campo nativo (6,1 % PB e 74,6 % FDN) com 0 e 0,75 % PC de milho moído e níveis crescentes de PDR (0 a 100 % das exigências estimadas). O CMOD foi significativamente maior nos tratamentos suplementados e respondeu de forma quadrática ao nível de PDR no tratamento suplementado com milho, mostrando o maior CMOD no nível de suplementação que preencheu 100 % das exigências de PDR.

Klevesahl et al. (2003) trabalharam com níveis crescentes de inclusão de PDR à dieta baseada em volumoso de baixa qualidade (4,9 % PB e 75,3 % FDN) suplementada ou não com 0,3 % do PC de amido. O efeito do nível de PDR observado sobre o CMOD foi quadrático, evidenciando a

interação entre a suplementação com amido e o nível de PDR para esta variável.

As respostas em CMOD à suplementação energética, especialmente no caso de volumosos de baixa qualidade, apresentam uma estreita relação com o nível de PDR na dieta como foi mostrado pelos autores citados. Em níveis adequados de PDR, a suplementação com energia, mesmo às expensas de uma pequena depressão na digestibilidade da fração fibrosa, tem mostrado relação positiva com o consumo de energia, concordando com os dados mostrados neste experimento.

A relação CPDR:CMOD foi calculada assumindo-se para o cálculo da degradabilidade efetiva da proteína bruta dos suplementos (apêndice 19), os valores de taxa de passagem estimados para a matéria orgânica do suplemento (apêndice 20), a partir dos parâmetros de degradação da matéria orgânica e de sua indigestibilidade estimada. As taxas de passagem utilizadas para cálculo da degradabilidade efetiva da proteína bruta do feno foram as médias estimadas para os diversos períodos de estudo da degradabilidade ruminal da matéria orgânica do feno, nos diferentes tratamentos.

As relações observadas diferiram entre os tratamentos ($p < 0,01$) (apêndice 34), apresentando valores de 13,23; 12,06; 12,57 e 13,48 para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente, porém não foram observadas diferenças significativas entre períodos e a interação tratamento x período igualmente não foi significativa.

Klevesahl et al. (2003) trabalharam com níveis crescentes de PDR em dieta baseada em volumoso de baixa qualidade suplementado com amido,

e observaram que níveis de PDR acima de 9 % CMOD não foram limitantes à digestão ruminal, ajustando os dados obtidos pelo modelo “broken line” embora o ponto de máxima da regressão entre o CMOD e o nível de CPDR tenha sido atingido em um nível equivalente a 14,2 % CMOD.

Silveira (2002) utilizando volumoso de média qualidade, suplementado com 1 % do PC de milho moído e níveis crescentes de uréia, observou que o CMOD foi maximizado quando o nível de CPDR equivaleu a 12,3 % CMOD.

Desta forma os valores observados podem ser considerados não limitantes à atividade ruminal, com base em trabalhos publicados na literatura.

A interação existente entre o nível de CPDR e o CMOD, pode ser explicada baseada na teoria de El-Shazly (1961) sobre os efeitos associativos, na qual são atribuídos os efeitos negativos da suplementação energética à competição por nutrientes no meio ruminal, fato demonstrado pelas relações quadráticas entre CMOD e nível de PDR, mostrados por Bodine et al. (2000) e Klevesahl et al. (2003).

Níveis crescentes de suplementação energética em dietas baseadas em volumoso de média e baixa qualidade tem demonstrado efeitos positivos sobre o CMOD. Níveis crescentes de inclusão de concentrados energéticos à dieta alteram as proporções molares entre os ácidos graxos voláteis no ambiente ruminal, levando à maior proporção e produção de ácido propiônico, desta forma alteraria-se a eficiência de utilização da energia metabólica da dieta, produzindo melhores desempenhos.

Os dados médios de CMO e DMO obtidos, foram utilizados no software NRC (1996), nível 1, para fornecer uma estimativa do GMD das dietas experimentais. Os resultados obtidos foram de 0,34; 0,62, 0,76 e 0,78 kg/d respectivamente para os níveis de suplementação.

A simulação realizada no software concorda com o efeito linear obtido sobre CMOD revelando desta forma que o aumento no desempenho esperado com níveis crescentes de suplementação. Ensaios de desempenho animal com adequado número de repetições são necessários para verificar estes resultados.

4.5 Ensaio de parâmetros ruminais e degradabilidade do volumoso

As médias de tratamentos para CMO e CMO_{feno}, expressos em percentagem do peso corporal e o percentual de concentrado nas dietas são apresentadas na tabela 6, sendo os valores individualizados por período, tratamento e animal apresentados no apêndice 9.

As análises de variância para o consumo de matéria orgânica (CMO) e consumo de matéria orgânica do feno (CMO_{feno}) encontram-se nos apêndices 35 e 36 e a análise de variância das regressões relacionando o nível de suplementação ao CMO e CMO_{feno} são apresentadas nos apêndices 58 e 59.

O ensaio de parâmetros ruminais e degradabilidade da matéria orgânica do feno e da FDN foi conduzido com animais fistulados adultos, sendo

o consumo de matéria orgânica observado para estes animais inferior aos observados para os animais do experimento de digestibilidade e consumo, provavelmente devido ao fato de os animais do primeiro tratarem-se de animais em crescimento.

Como o suplemento foi fornecido como % PC e o volumoso “*ad libitum*”, o percentual de concentrado nas dietas tendeu a ser superior ao observado no ensaio de digestibilidade convencional.

Tabela 5 Consumo de matéria orgânica (CMO); consumo de matéria orgânica do feno (CMOfeno) expressos em percentagem do peso corporal (%PC) percentual de concentrado na dieta

| Item | Tratamentos | | | | Efeito* | |
|---------------|-------------|----------------|----------------|---------------|---------|----|
| | T1 0 %PC | T2 0,4 % PC | T3 0,8 % PC | T4 1,2 %PC | L | Q |
| CMO % PC | 1,68 | 1,93 | 2,05 | 2,30 | p<0,01 | NS |
| CMOfeno % PC | 1,50 | 1,33 | 1,06 | 0,88 | p<0,01 | NS |
| % Concentrado | 12,09 | 30,21 | 47,33 | 60,74 | | |

* L = efeito linear; Q = efeito quadrático

Embora com coeficientes de substituição diferenciados, o nível de suplementação mostrou efeitos similares em ambos os experimentos quanto ao CMO e CMOfeno. Entretanto, por se tratarem de animais adultos, menores níveis de consumo foram observados produzindo relações concentrado: volumoso diferenciadas entre os experimentos.

4.6 pH ruminal

Os valores individualizados para cada horário de avaliação de cada tratamento e período são apresentados no apêndice 10, sendo a análise de variância apresentada no apêndice 37.

A interação tratamento:horário foi significativa ($p < 0,01$) sendo melhor evidenciada através da figura 6.

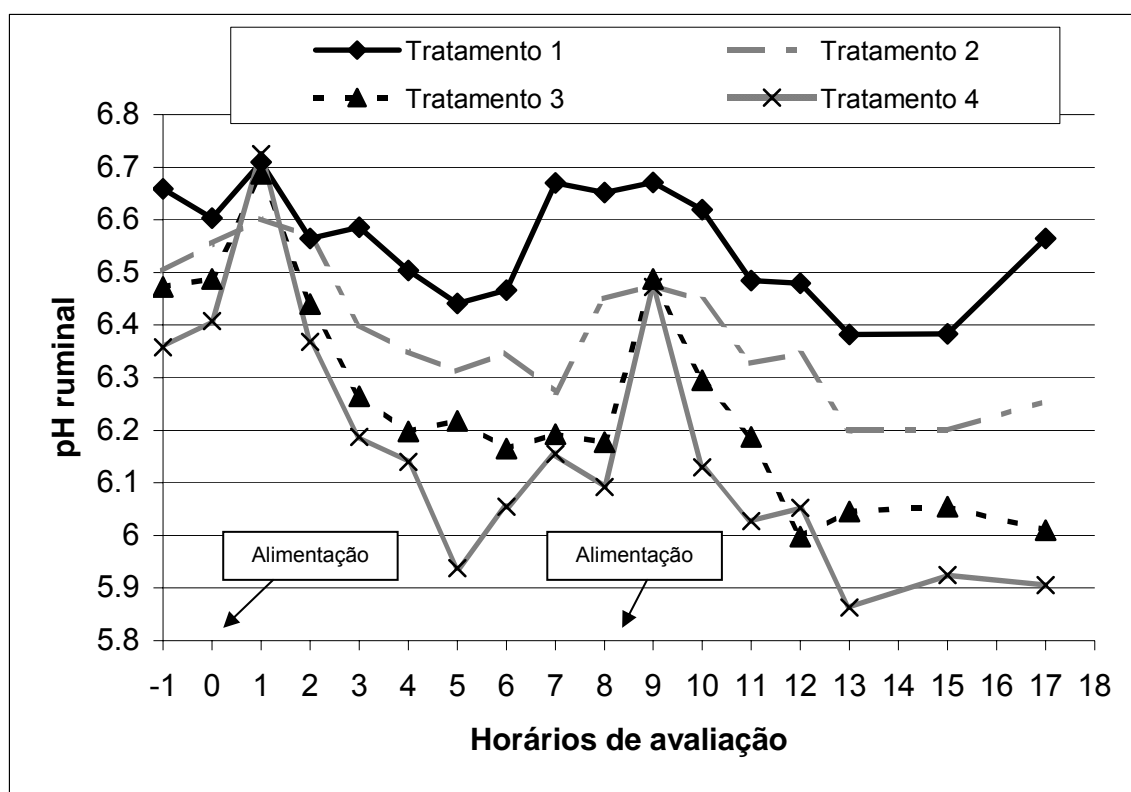


Figura 6 - Valores médios de pH ruminal observados para os diferentes horários de avaliação, dados em relação ao horário de alimentação matutina. As setas indicam os horários de alimentação, matutino e vespertino, respectivamente.

O pH ruminal tem sido utilizado freqüentemente como explicação para os efeitos associativos negativos observados quando são suplementados carboidratos rapidamente fermentáveis.

Os maiores valores de pH para todos os tratamentos foram observados uma hora após o fornecimento do volumoso, sendo os valores máximos observados no turno da manhã. Os picos máximos de pH matutino foram superiores aos vespertinos, provavelmente devido ao fato de que antes do fornecimento de alimento o líquido ruminal dos animais apresentavam valores de pH maiores.

Após o fornecimento da alimentação, todos os tratamentos apresentaram depressões no pH ruminal, proporcionais ao nível de inclusão de milho, sendo estas reduções mais acentuadas após a alimentação da tarde, o que pode ter ocorrido em decorrência de o intervalo de tempo entre o fornecimento de concentrado matutino e vespertino, de 8 horas, propiciando que após o segundo fornecimento diário de suplemento houvesse uma concentração maior de material fermentável dentro do ambiente ruminal, levando a maiores níveis de produção de AGV e conseqüentemente menores valores absolutos de pH.

Comportamento semelhante do pH ruminal, assim como interação tratamento horário de tendência semelhante, foi observada por Sanson et al. (1990). Os autores suplementaram novilhos consumindo volumoso de baixa qualidade (4,3 % PB e 72,9 % FDN), com uma oferta fixa de proteína e níveis crescentes de milho (0,26 e 0,52 % PC). Embora com níveis de milho inferiores aos utilizados neste experimento, observaram redução mais acentuada no pH

ruminal, sendo o nível mínimo observado para o maior nível de suplementação, 5 horas após o fornecimento do suplemento, chegando a valores inferiores a 5,5. Entre 1 e 9 horas após o fornecimento do suplemento o pH ruminal comportou-se de maneira quadrática para os dois níveis de inclusão de milho, semelhante ao observado no presente trabalho, posteriormente atingindo um comportamento linear. O suplemento foi fornecido integralmente em uma refeição, fato que explica o diferente comportamento da curva diária de pH em relação ao presente experimento.

Leventini et al., (1990) trabalhando com volumoso de qualidade superior ao do presente experimento (10,3 % PB e 61 % FDN) suplementado com níveis elevados de cevada (10-50 % do CMS) fornecido em uma única refeição diária, observaram interação tratamento horário significativa, sendo que os valores mínimos de pH foram observados 9h após o fornecimento do suplemento, entretanto, após este pico mínimo, o pH ruminal só foi avaliado as 12 e 24 horas após o fornecimento do suplemento.

Segundo Fernandez et al. (1988) *apud* Ospina (1995), valores de pH abaixo de 6,2 ; entre 6,2 e 6,6 e superiores a 6,6 são considerados críticos, sub-ótimos e ótimos à celulólise.

Os valores médios e o tempo que o pH ruminal permaneceu abaixo dos níveis críticos são apresentados na tabela 6. Observa-se que o pH ruminal dos animais recebendo o menor nível de suplementação com milho e o tratamento não suplementado permaneceram durante a totalidade do período de avaliação em valores de pH considerados ótimos ou sub-ótimos à celulólise,

enquanto os maiores níveis de suplementação permaneceram mais de 50 % do período de avaliação em valores críticos de pH.

Para facilitar a comparação dos resultados entre os níveis de suplementação com milho avaliados, utilizou-se a técnica de contrastes ortogonais para avaliação das curvas de pH onde foram comparados os regressores lineares das equações resultantes do aninhamento de horários dentro de cada tratamento. As análises de variância para os contrastes ortogonais utilizados são apresentadas no apêndice 62.

Tabela 6 - Distribuição dos resultados obtidos nas leituras de pH ruminal em diferentes faixas, acima de 6,6; entre 6,5 e 6,2 e abaixo de 6,2; valores mínimos de pH observados, valores máximos e média dos horários de avaliação

| Tratamento | Superior a 6,6 | Entre 6,6-6,2 | Abaixo de 6,2 | Mínimo | Máximo | Média |
|------------|----------------|---------------|---------------|--------|--------|-------|
| T1 | 7 (41 %) a | 10 (59 %) a | 0 (0 %) a | 6,38 | 6,71 | 6,55 |
| T2 | 1 (6 %) b | 16 (94 %) b | 0 (0 %) a | 6,2 | 6,60 | 6,38 |
| T3 | 1 (6 %) b | 7 (41 %) a | 9 (53 %) b | 5,99 | 6,69 | 6,25 |
| T4 | 1 (6 %) b | 4 (24 %) a | 12 (70 %) b | 5,98 | 6,73 | 6,19 |

* Frequências na mesma coluna seguidas por letras distintas diferiram entre si pelo teste Qui-quadrado/Fisher($p < 0,05$).

A comparação das curvas de pH entre os tratamentos através de seu regressor linear não revelou diferenças entre os níveis mais altos de milho (0,8 e 1,2 %PC) e tampouco entre os níveis baixos (0 e 0,4 %) entretanto as comparações cruzadas entre ambos os níveis e os demais tratamentos foi significativa.

Nos maiores níveis de inclusão de milho (0,8 e 1,2 % PC), valores de pH em nível crítico para a atividade celulolítica foram observados por um maior número de medições, produzindo pH médios para estes tratamentos muito

próximos aos valores relatados por Mould & Orskov (1983a) como inibitórios a atividade celulolítica, sendo que estes tratamentos estiveram em apenas um horário de avaliação em níveis considerados ótimos para a atividade celulolítica.

Os níveis baixos de inclusão (0 e 0,4 % PC), estiveram em todos os horários de avaliação acima do nível crítico para a atividade celulolítica, sendo que o tratamento não suplementado com milho permaneceu em níveis de pH ótimos por mais de 40 % dos horários de avaliação.

Embora sem diferença significativa com o nível de 0,8 % PC de milho, os animais que receberam 1,2 % PC de milho mostraram valores médios de pH ruminal inferiores, permanecendo em níveis críticos de pH por um período de tempo superior aos demais tratamentos.

A forte depressão observada sobre a DMO_{feno} no experimento de digestibilidade e consumo quando o nível de suplementação foi aumentado de 0,8 para 1,2 % PC pode ser explicada pela diminuição no pH ruminal demonstrado para níveis elevados de suplementação com milho, porém fatores associados a taxa de passagem da fase sólida do conteúdo ruminal, embora não avaliados neste experimento, não devem ser desconsiderados.

4.7 Amônia ruminal

Os valores individualizados para cada horário de avaliação de cada tratamento e período são apresentados no apêndice 11, sendo a análise de variância apresentada no apêndice 38.

Os valores médios de amônia observados para os diferentes tratamentos variaram entre 7,75 e 12,6 mg/dl (tabela 7), e podem ser considerados ótimos a atividade fibrolítica ruminal conforme os valores preconizados por Satter & Slyter (1974) *apud* Leng (1990), os quais estariam na faixa de 5-8 mg/dl. Entretanto, há divergências entre os autores quanto a estes níveis. Leng (1990), citando trabalhos australianos, afirma que o consumo de volumosos de baixa qualidade é maximizado com níveis mínimos de amônia de 20 mg/dl, embora cite também que a degradabilidade ruminal da forragem seja otimizada com níveis próximos a 10 mg/dl.

Tabela 7 – Valores médios de amônia ruminal observados para os diferentes tratamentos e horários, expressos em mg/dl.

| Horário | T1 | T2 | T3 | T4 | Média |
|---------|---------|----------|----------|----------|-------|
| | 0 % PC | 0,4 % PC | 0,8 % PC | 1,2 % PC | |
| -1 | 5,21 | 5,90 | 5,67 | 3,45 | 5,05 |
| 1 | 13,79 b | 19,17 ab | 29,97 a | 20,20 ab | 20,78 |
| 3 | 10,74 | 10,35 | 11,47 | 14,25 | 11,70 |
| 5 | 5,67 | 7,80 | 7,40 | 6,97 | 6,96 |
| 7 | 5,20 | 4,67 | 6,37 | 3,57 | 4,95 |
| 9 | 12,13 c | 16,97 bc | 26,45 a | 23,60 ab | 19,78 |
| 11 | 9,59 b | 11,57 ab | 14,45 a | 14,35 ab | 12,49 |
| 13 | 4,88 | 8,15 | 9,97 | 9,67 | 8,16 |
| 15 | 5,74 | 7,45 | 7,90 | 6,95 | 7,01 |
| 17 | 4,57 | 5,77 | 6,77 | 4,62 | 5,43 |
| Média | 7,75 | 9,78 | 12,64 | 10,76 | |

* Médias na mesma linha seguidas por letras distintas, diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Segundo o mesmo autor (Leng, 1990), a concentração de amônia no líquido ruminal necessária à otimização da atividade microbiana depende do pH ruminal, pois em situações onde o pH é baixo, ocorrem alterações no equilíbrio entre $\text{NH}_3:\text{NH}_4$, permitindo que maiores proporções do íon amônio

fiquem disponíveis como substrato para a flora ruminal e diminuindo portanto as quantidades de amônia necessárias (menos de 20 mg/dl).

A suplementação com carboidratos rapidamente fermentáveis provoca aumento na atividade microbiana ruminal, produzindo intensa proliferação de bactérias amilolíticas, que por seu crescimento mais rápido, reduzem a quantidade disponível de amônia ruminal à flora celulolítica, fixando-a sob a forma de biomassa microbiana, e, desta forma, prejudicando o aproveitamento da fração fibrosa da dieta (El-Shazly, 1961).

Em situações de baixo pH ruminal, a permeabilidade da parede ruminal a uréia é aumentada (Obara et al., 1991), sendo que maiores quantidades desta passariam da corrente sanguínea para o ambiente ruminal.

A interação entre tratamento e horário foi significativa ($p < 0,05$), entretanto o teste de comparação de médias revelou diferenças significativas apenas entre os horários situados uma hora após o fornecimento da alimentação, e no 11^a horário de avaliação (3 horas após a alimentação da tarde). Este comportamento pode ser explicado pelo fato de os suplementos conterem quantidades diferentes de uréia em sua composição, e esta, prontamente hidrolizada no ambiente ruminal produziu valores bastante altos nos horários imediatamente subsequentes a alimentação declinando nos horários seguintes. O comportamento das curvas de amônia ruminal é apresentado na figura 7. Depressões mais acentuadas nos níveis de uréia ruminal foram observadas para os tratamentos T3 e T4, correspondendo aos horários onde foram detectados os menores valores de pH ruminal (5 horas após a alimentação).

A comparação dos resultados entre os níveis de suplementação com milho avaliados, a exemplo do pH, ruminal foi feita através da técnica de contrastes ortogonais para avaliação das curvas de amônia ruminal onde foram comparados os regressores lineares das equações resultantes do aninhamento de horários dentro de cada tratamento. As análises de variância para os contrastes ortogonais utilizados são apresentadas no apêndice 63.

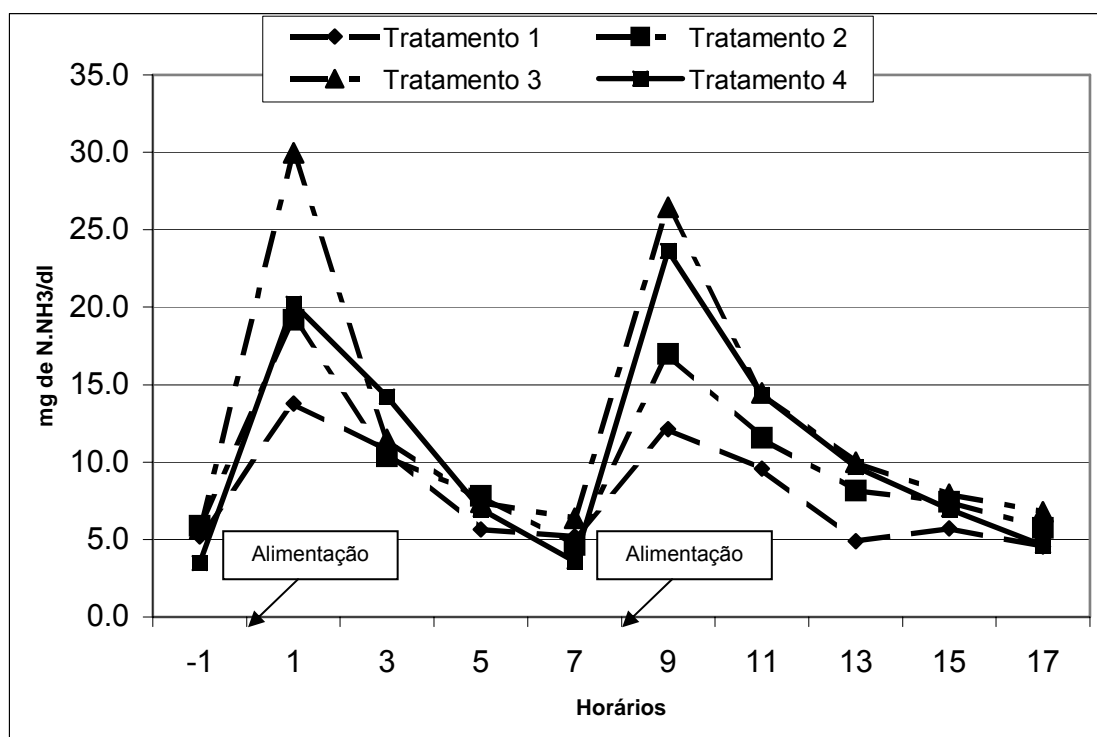


Figura 7 - Valores médios de amônia ruminal observados para os diferentes horários de avaliação, dados em relação ao horário de alimentação matinal.

Não houve diferenças significativas entre as curvas de amônia ruminal, revelando que estas tiveram comportamento semelhante nos diferentes horários de avaliação. Os valores de concentração de amônia ruminal nos diferentes horários de avaliação podem ser considerados não

limitantes a atividade celulolítica e/ou crescimento microbiano na maioria dos horários.

4.8 Degradabilidade da matéria orgânica e da parede celular do feno

As médias de tratamentos para os parâmetros de degradação a, b e DE, da matéria orgânica e FDN do feno expressos em percentagem e para o parâmetro c, expresso em percentagem por hora (%/h) são apresentados na tabela 8 e 9 sendo os valores individualizados por período, tratamento e animal apresentados nos apêndices 12 a 15 e 16 a 19.

As análises de variância dos parâmetros do modelo de degradação ruminal da matéria orgânica e da FDN do feno: a – fração solúvel, b – fração insolúvel e potencialmente degradável, c – taxa de degradação; da degradabilidade ruminal efetiva (DE) são apresentadas nos apêndices 39 a 41 e 43 a 45, respectivamente, sendo as análises de variância das regressões relacionando os resultados da DE da matéria orgânica e da FDN do feno ao nível de suplementação com milho apresentadas nos apêndices 42 e 46.

A técnica da degradabilidade “*in situ*” é utilizada normalmente para avaliar alimentos, sendo nesse caso fornecida aos animais uma dieta padrão e então incubados diferentes alimentos no rúmen. Porém, pode também ser usada efetivamente para avaliação do ambiente ruminal, através da incubação de um substrato padrão. Neste último caso, a discussão na abordagem de avaliação do ambiente ruminal deve ser centrada na constante de degradação (c) uma vez que a solubilidade (a) dificilmente é afetada por variações no

ambiente ruminal e a fração potencialmente fermentável (b) igualmente não é afetada sempre que se deixar o material exposto ao ambiente ruminal até que uma assintótica seja atingida (Orskov, 2000).

Os resultados da degradabilidade da matéria orgânica mostram o efeito do nível de suplementação sobre a atividade microbiana ruminal. As taxas de degradação (c %/h) diferiram entre os tratamentos ($p < 0,05$), sem que a regressão entre as taxas de degradação e o nível de suplementação fosse significativa.

Tabela 8 - Fração solúvel (a); fração insolúvel e potencialmente degradável (b) expressos em percentagem, taxa de degradação (c) e taxa de passagem estimada (Kpe), expressas em percentagem por hora e degradabilidade efetiva estimada (DEe) expressa em percentagem para a matéria orgânica do feno

| Item | Tratamentos | | | | Efeito* | |
|-----------|-------------|----------------|----------------|---------------|------------|------------|
| | T1 0 %PC | T2 0,4 % PC | T3 0,8 % PC | T4 1,2 %PC | L | Q |
| a (%) | 26,95 | 28,34 | 27,82 | 28,58 | | |
| b (%) | 48,42 a | 45,76 b | 43,58 c | 42,88 c | | |
| c (%/h) | 3,65 a | 2,99 ab | 3,08 ab | 2,62 b | NS | NS |
| Kpe (%/h) | 3,01 | 2,62 | 2,96 | 7,29 | | |
| DEe (%) | 52,46 | 52,65 | 49,29 | 39,37 | $p < 0,01$ | $p < 0,01$ |

* L = efeito linear; Q = efeito quadrático

** Médias na mesma linha com letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O maior nível de suplementação com milho (1,2 % PC) afetou significativamente a taxa de degradação ruminal, diminuindo em 28 % a velocidade de degradação da matéria orgânica quando comparada ao tratamento não suplementado, porém sem diferir significativamente dos demais tratamentos suplementados com milho.

As menores taxas de degradação da matéria orgânica do feno observadas no maior nível de suplementação em relação ao controle, revelam um ambiente ruminal desfavorável à atividade microbiana, prejudicando desta forma a digestibilidade ruminal da matéria orgânica do volumoso.

As diferenças observadas na fração b, podem ser atribuídas às menores taxas de degradação da matéria orgânica do volumoso, necessitando-se portanto de maiores períodos de incubação para que o potencial de degradabilidade ruminal do volumoso fosse atingido.

Mould & Orskov (1983a) estudaram o efeito do pH ruminal sobre a degradação da matéria seca, "*in situ*", durante apenas 24 horas de incubação, mostrando diferença na magnitude e na taxa de degradação da matéria seca com a acidificação artificial do ambiente ruminal.

Pordomingo et al. (1991) suplementaram animais consumindo pastagem (10 % PB; 80 % FDN) com níveis crescentes de milho (0; 0,2; 0,4 e 0,6 % PC). As taxas de digestão da matéria orgânica em %/h (2,6; 4,1; 2,7; 3,2) não diferiram significativamente entre os tratamentos ($p=0,18$), entretanto mostraram valores numericamente superiores no tratamento suplementado com 0,2 % PC.

Berchielli et al. (1996) trabalhando com diferentes relações volumoso/concentrado (20, 40 e 60 % da MS) em uma dieta baseada em feno de Coast-cross (5,6 % PB e 83 % FDN) realizaram incubações seqüenciais do feno por períodos de 6, 24 e 96 horas. Os resultados mostraram uma tendência de redução na taxa de degradação do volumoso com a elevação dos níveis de concentrado na dieta (3,60; 2,77; 2,23 %/h) porém, esta não foi significativa.

As taxas de degradação da matéria orgânica observadas no presente experimento foram bastante próximas as observadas pelo trabalho de Berchielli et al. (1996), confirmando a tendência observada por estes autores de redução nas taxas de degradação da matéria orgânica com o aumento do nível de suplementação e consistentes com os dados apresentados por Mould & Orskov (1983a), que mostraram reduções na taxa de degradação da matéria seca com a redução artificial do pH ruminal, similar ao ocorrido neste trabalho pela inclusão de níveis crescentes de milho à dieta.

A digestibilidade ruminal pode ser considerada a resultante de dois mecanismos concorrentes, a digestão e a passagem, podendo ser quantificada através do cálculo da degradabilidade efetiva. A relação entre a DE da MO e o nível de suplementação foi quadrática (figura 8) mostrando que a maior DE foi alcançada com níveis de suplementação equivalentes a 0,19 % PC.

Os resultados obtidos para a degradabilidade ruminal efetiva da matéria orgânica, são consistentes com os dados de DMO_{fen} no experimento de digestibilidade e consumo, evidenciando que altos níveis de suplementação com milho afetam de maneira substancial a digestão ruminal do volumoso, o que pode ser observado pela comparação entre a depressão na degradabilidade ruminal efetiva obtida com o aumento de 0,8 para 1,2 % PC de suplementação com milho, cujos valores, de 9,92 pontos percentuais, bastante superiores aos 3,26 pontos percentuais de redução observados entre o nível de 0,4 e 0,8 % PC.

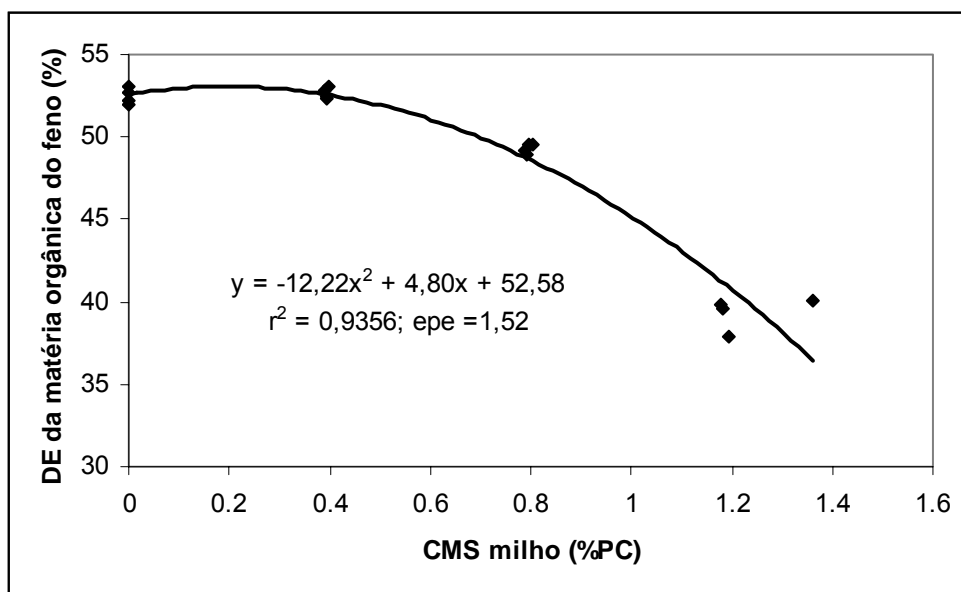


Figura 8 - Regressão relacionando a degradabilidade efetiva da matéria orgânica do feno, expressa em porcentagem e o nível de suplementação com milho, expresso em porcentagem do peso corporal (%PC).

A fração fibrosa da matéria orgânica tem sido indicada como a mais afetada pela inclusão de quantidades substanciais de carboidratos à dieta, em virtude dos conhecidos efeitos da depressão no pH ruminal sobre o crescimento e atividade da flora celulolítica ruminal. A tabela 9 mostra o efeito dos diferentes níveis de suplementação estudados sobre a taxa de degradação ruminal da FDN do feno, bem como os dados estimados para a degradabilidade efetiva, porém, diferentemente da matéria orgânica, os valores de digestibilidade utilizados na equação referiram-se a DFDN da dieta, observados no ensaio de digestibilidade e consumo, por não haver disponíveis dados de coeficientes de digestibilidade do feno.

Os resultados obtidos mostraram efeito significativo ($p < 0,05$) do nível de suplementação com milho sobre a taxa de degradação ruminal da FDN

(figura 9), sendo que a comparação de médias revelou que o maior nível de suplementação diminuiu em 25 % a taxa de degradação em comparação ao tratamento sem suplementação com milho, sem no entanto diferir dos demais tratamentos suplementados com milho.

Leventini et al. (1990) trabalharam com níveis de suplementação com cevada de 10, 30 e 50 % da MS da dieta. Avaliaram o efeito do nível de concentrado na dieta sobre o desaparecimento “*in situ*” da FDN, e observaram efeito significativo do nível de suplementação sobre o desaparecimento da FDN dos substratos incubados. Porém quando estudaram a taxa de degradação da FDN, foi observada interação do tipo quadrática entre o nível de suplementação e a presença de tamponantes ruminais na dieta. As taxas médias de degradação para os três substratos utilizados pelos autores foram superiores às observadas no presente experimento, mas semelhantes ao substrato de qualidade intermediária, descrito pelos autores como feno de *Bromus sp.*, colhido tardiamente.

Tabela 9 - Fração solúvel (a), fração insolúvel e potencialmente degradável (b) expressos em percentagem, taxa de degradação (c) e taxa de passagem estimada (Kpe), expressas em percentagem por hora e degradabilidade efetiva estimada (DEe) expressa em percentagem para a FDN do feno

| Item | Tratamentos | | | | Efeito* | | |
|------|-------------|----------------|----------------|---------------|---------|--------|----|
| | T1 0 %PC | T2 0,4 % PC | T3 0,8 % PC | T4 1,2 %PC | L | Q | |
| a | (%) | 9,27 | 11,73 | 10,44 | 10,42 | | |
| b | (%) | 63,14 a | 59,19 b | 55,71 c | 55,73 c | | |
| c | (%/h) | 3,56 a | 2,75 ab | 2,86 ab | 2,68 b | NS | NS |
| Kpe | (%/h) | 2,54 | 2,15 | 1,97 | 2,05 | | |
| DEe | (%) | 45,81 | 44,78 | 42,78 | 41,37 | p<0,01 | NS |

* L = efeito linear; Q = efeito quadrático

** Médias na mesma linha com letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

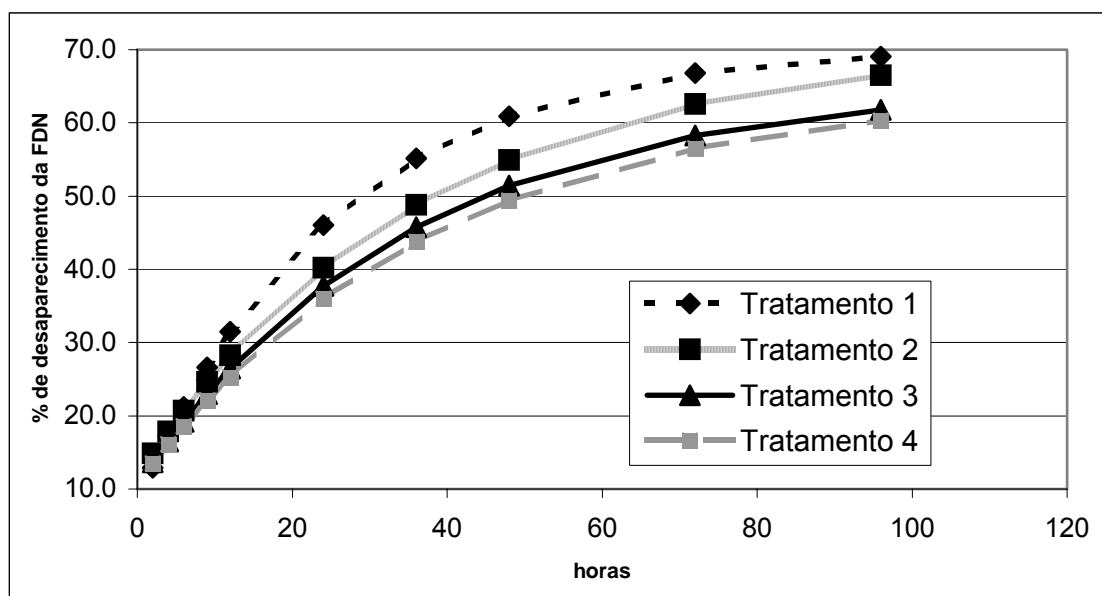


Figura 9 - Desaparecimento *in situ* da FDN do feno nos diferentes níveis de suplementação estudados.

Stumpf Júnior (1992) trabalhando com níveis crescentes de sorgo na dieta, observou reduções significativas no desaparecimento “*in situ*” da FDN do volumoso, incubado por 72 horas, entre os tratamentos suplementados e o controle não suplementado, não sendo observadas diferenças significativas entre os níveis de suplementação, entretanto, as taxa de degradação ruminal não foram estudadas pelo autor.

Mould & Orkov (1983a) estudaram o efeito do pH ruminal sobre a fração fibrosa, incubando algodão no ambiente ruminal alterado pela inclusão de ácidos inorgânicos observando que a atividade celulolítica foi reduzida até pH 6,2, e completamente inibida quando o pH ruminal foi levado a 6,0.

Os níveis de pH no caso do experimento citado foram mantidos constantes, por meio de infusões ruminiais contínuas, e não podem ser

comparados com experimentos onde a dieta é responsável pelas mudanças no pH ruminal, sem ter em mente as oscilações diárias que ocorrem neste tipo de experimento a exemplo do presente trabalho.

A degradabilidade ruminal efetiva estimada para a FDN do feno diminuiu linearmente com o aumento do nível de suplementação com milho ($DEFDN = -3,68 \text{ Nível} + 45,92$; $r^2 = 0,90$; $epe = 0,60$; $p < 0,01$). O comportamento da DEFDN, consistente com os valores observados de DFDN no ensaio de digestibilidade e consumo, podem sugerir que os resultados expressivamente superiores de EFM (experimento 1) observados tenham ocorrido em função do escape de amido do ambiente ruminal, uma vez que segundo os dados estimados para a DEFDN, houve pouca fermentação efetiva desta fração ao nível ceco-cólico, quando comparados os valores absolutos dos coeficientes. Estas afirmações podem ainda ser sustentadas pelo fato de que com os níveis de pH fecal observados, é improvável a existência de uma flora celulolítica ativa no ceco-cólon.

5. CONCLUSÕES

A utilização de níveis crescentes de suplementação com milho em dietas baseadas em volumoso de baixa qualidade, nas quais o suprimento de proteína degradável no rúmen não foi limitante, resulta em um aumento linear no consumo de matéria orgânica digestível.

Níveis adequados de PDR na dieta permitiram que a suplementação com milho até 0,8 % PC produzisse apenas pequena depressão sobre a digestibilidade do volumoso, entretanto níveis maiores de suplementação produziram depressões significativas, tanto sobre a digestibilidade do volumoso como da dieta. As depressões observadas pode ter ocorrido em função da degradabilidade da MO e da FDN do feno terem sido afetadas pelo maior nível de suplementação com milho, deprimindo o pH e a atividade celulolítica ruminal, uma vez que os níveis de amônia ruminal não foram limitantes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve caráter preliminar necessitando de dados quanto AGV, taxas de passagem de fase líquida e fase sólida e de desempenho animal, sendo que com estes dados complementares, poder-se-á ter maior segurança para futuras conclusões, entretanto algumas considerações podem ser feitas:

A utilização de elevados níveis de suplementação energética requer a determinação do ótimo econômico, dados os efeitos negativos sobre a digestibilidade do volumoso.

Considerando o volumoso como a fonte de energia mais barata na alimentação dos ruminantes, maximizar sua utilização pode ser o diferencial de sucesso de um programa de suplementação.

Níveis de suplementação moderados podem ser utilizados sem causar prejuízos substanciais sobre o aproveitamento da fração fibrosa da dieta, sempre que as exigências nutricionais dos microorganismos ruminais sejam atendidas.

Trabalhos a campo devem ser realizados associados a medidas de produtividade e custos de produção para evidenciar estas tendências.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. **Official methods of analysis**. 16th ed. Washington, D.C., 1995.

ALVES FILHO, D. C. et al. Suplementação com diferentes fontes energéticas para novilhos na fase de recria, mantidos em campo nativo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2000, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2000. 1CDROM.

BERCHIELLI, T. T.; FIGUEIRA, D. G.; RODRIGUEZ, N. M. Efeito de níveis de concentrado sobre a degradabilidade in situ da matéria seca In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Jaboticabal. **Anais....** Jaboticabal, 1996. p. 39-40.

BODINE, T. N.; PURVIS II, H. T.; LALMAN, D. L. Effects of supplemental type on animal performance, forage intake, digestion, and ruminal measurements of growing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p 1041 – 1051. 2001.

BODINE, T. N.; PURVIS II, H.T. Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal and blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. **Journal of Animal. Science**, Champaign, v 81, 304-317, 2003.

BODINE, T.; N. PURVIS II, H. T. Effects of supplementing prairie hay with corn and soybean meal on intake, digestion, and ruminal measurements by beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 3144-3154. 2000.

BRINKS, D. R.; STEELE, R. T. Site and extent of starch and neutral detergent fiber digestion as affected by source of calcium and level of corn. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 60, p. 1330-1337. 1985.

BRUCKENTAL, I.; LEHRER, A. R. Fecal output and estimated voluntary dry-matter intake of grazing beef cows, relative to their live weight and to the digestibility of the pasture. **Animal Production**, Bletclay, v 45, p. 23-28. 1987.

CARVALHO, A. U. et al. Efeito de níveis de concentrado sobre o consumo e digestibilidade aparente de zebuínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Jaboticabal. **Anais** Jaboticabal,

1996. p. 61 – 63.

CATON, J. S.; DHUYVETTER D. V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 2, p. 533-542, 1997.

CHAI, W.; UDÉN, P. An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fiber. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 74, p. 281-288, 1998.

CHASE, C. C. Jr.; HIBBERT, C. A. Utilization of low-quality native grass hay by beef cows fed increasing quantities of corn grain. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 65, n. 2, p. 557-567, 1987.

COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental designs**. 2. ed. New York: Willey, 1992. 611p.

CHURCH, D. C. (Ed). **El rumiante: fisiología digestiva e nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1988. 641p.

CIBILIS, R.; MARTINS, D. V.; RISSO, D. Que és suplementar? . In: MARTINS, D. V. (Ed.) **Suplementación estratégica para el engorde de ganado**. Montevideo: INIA, 1997. 54 p. (Série técnica, 83)

CRONJÉ, P. B. Supplementary feeding in ruminants: a physiological approach. **South Africa Tydskr Veek**, [s.l.], v. 20, p. 110 – 115, 1990.

DELCURTO, T. et al. Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: Influence of varying supplemental protein and(or) energy levels on forage utilization characteristics of beef steers in confinement. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 2, p. 515 –531, 1990.

DIXON, R. M.; STOCKDALE, R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 50, n. 5, p. 757-773, 1999.

ELIZALDE, J. C.; MERCHEN, N. R.; FAULKNER, D. B. Supplemental cracked corn for steers fed fresh alfalfa: I. Effects on digestion of organic matter, fiber, and starch. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 457 – 466, 1999.

ELLIS, W. C.; WYLIE, M. J.; MATIS, J. H. Dietary-digestive interactions determining the feeding value of forages and roughages. In: ORSKOV, E. R. (Ed). **Feed Science**, Amsterdam: [s.l.], 1988, p. 177 – 229.

EI-SHAZLI, K.; DEHORITY, B. A.; JONSON, R. R. Effect of starch on the digestion of cellulose in vitro and in vivo by rumen microorganisms. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 20, n. 2, p. 268-273, 1961.

FNP. **10º Anualpec**: Anuário da pecuária brasileira. São Paulo, 2003. 400p.

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

FRIZZO, A. et al. Efeito de diferentes níveis de suplementação energética no desempenho de bezerras em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2000, Viçosa. **Anais....**Viçosa : SBZ, 2000. 1 CDROM.

GALLOWAY, D. L. et al. Digestion, feed intake, and live weight gain by cattle consuming bermudagrass and supplemented with different grains. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n. 4, p. 1288-1297, 1993.

GARCÉS-YÉPEZ, P. et al. Effects of supplemental energy source and amount on forage intake and performance by steers and intake and diet digestibility by sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 7, p. 1918-1925, 1997.

GENRO, T.C.M. et al. Consumo de bezerras de corte em pastagem de milheto *Pennisetum americanum* L. LEECK com ou sem suplementação energética. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais ...**Recife : SBZ, 2002. 1 CDROM

GOETSCH, A. L. et al. Relationships of body weight, forage composition, and corn supplementation to feed intake and digestion by Holstein steer calves consuming bermudagrass hay ad libitum. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 2634-2645, 1991.

GONZALES, D. et al. Recomendaciones sobre la utilización de los métodos in vitro, in situ y enzimático en el estudio de la digestión de los alimentos. In: RUIZ, M.E.; RUIZ, A (Eds.) **Nutrición de Rumiantes**: guía metodologica. San José: IICA, 1990.

HALL, W. B. Repeated measurements experiments. In: DEVELOPMENTS in field experiment design and analysis. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureau, 1975. p. 33 – 42.

HORN, G. H.; McCOLLUM, F. T. Energy supplementation of grazing ruminants. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 1987, Wyoming. **Proceedings...** Wyoming, [s.n.], 1987, p. 125-135.

HORN, G. W. et al. Influence of high-starch vs. high-fiber energy supplements on performance of stocker cattle grazing wheat pasture and subsequent feedlot performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 45-54, 1995.

HOVELL, F. D. Thoughts on roughage digestion by ruminants. In: Annual report of studies in animal nutrition and allied sciences. [s.l.]: The Rowett Research Institute, v. 40, p. 25 – 33, 1985.

HUNTINGTON, J. A.; GIVENS, D. I. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. **Nutrition Abstract and**

Reviews (series b), Wallingford, v. 65, n 2, p. 63-93, 1995.

IBGE . **Censo Agropecuário 1996**. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 out. 2003.

JOUANY, J. P.; MICHALET-DOREAU, B.; DOREAU, M. Manipulation of the rumen ecosystem to support high-performance beef cattle. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, Champaign, v 13, p. 96-114, 2000.

KLEVESAHL, E. A et al. Effect of a wide range in ratio of supplemental rumen degradable protein to starch on utilization of low-quality, grass hay by beef steers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 105, p.5-20, 2003.

KÖSTER, H. H.; COCHRAN, R. C.; TITGEMEYER, E. C. Effect of increasing proportion of supplemental nitrogen from urea on intake and utilization of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 2473-2481, 1996.

LAMB, C. S.; EADIE, J. The effect of barley supplements on the voluntary intake and digestion of low quality roughages by sheep. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v. 92, p. 235-241, 1979.

LANGE, A. **Suplementación de pasturas para la producción de carnes**. 2. ed. [S.l.] :CREA, 1980. 74p. (Colección Investigación Aplicada).

LENG, R. A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropica conditions. **Nutrition research reviews**, Wallingford, v. 3, p. 277-303, 1990.

LEVENTINI, M. W. et al. Effect of dietary level of barley-based supplements and ruminal buffer on digestion and growth by beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 4334 – 4344, 1990.

MALLMANN, G. M. et al. Fornecimento de suplemento com níveis crescentes de nitrogênio não protéico a novilhos de corte consumindo feno de baixa qualidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CDROM.

MARTIN, C. et al. Cereal supplementation midified the fibrolytic activity but not the structure of cellulolytical bacterial communitu associated with rumen solid digesta. **Reproduction Nutrition Development**, Paris, v. 41, p. 413-424. 2001.

MATEJOVSKY, K. M.; SANSON, D. W. Intake and digestion of low-,medium, and high-quality grass hay by lambs receiving increasing levels of corn supplementation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 9, p. 2156–2166, 1995.

MEDEIROS, F. S. et al. Suplementação com diferentes fontes de energia em dietas baseadas em feno de alfafa: digestibilidade, consumo e efeitos

associativos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. In: **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CDROM.

MERCHEN, N. R.; BOURQUIN, L. D. Processes of digestion and factors influencing digestion of forage-based diets by ruminants. In: FAHEY, G. C. Jr. **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: [s.n.], 1994. p. 564-612.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: Forage quality, evaluation, and utilization. In FAHEY, G. C. Jr. **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: [s.n.], 1994. p. 450-493.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. London: Academic Press, 1990. 483p.

MOORE, J. E et al. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. In: JOINT MEETING SYMPOSIUM ISSUE, 1999. **Abstracts...**[s.l:s.n], 1999. p. 122-135. (Publicação conjunta do Journal of Animal Science, v.77, suppl. 2 e Journal of Dairy Science, v. 82, suppl. 2. 1999).

MOULD, F. L.; ORSKOV, E. R. Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulolysis in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 10, n. 1, p. 1-14, 1983a.

MOULD, F. L.; ORSKOV, E. R.; GAULD, S. A.. Associative effects of mixed feeds. II. The effect of dietary addition of bicarbonate salts on the voluntary intake and digestibility of diets containing various proportions of hay and barley **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 10, n. 1, p. 31-47, 1983c.

MOULD, F. L.; ORSKOV, E. R.; MANN, S. O. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 10, n. 1, p. 15-30, 1983b.

MULLIGAN, F. J. et al. The effect of dietary protein content and hay intake level on the true and apparent digestibility of hay. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 68, n. 1, p. 41-52, 2001.

NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 6th ed. Washington, D. C: National Academy Press, 1984. 103p.

NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington, D. C: National Academy Press, 1996. 242p.

OBARA, Y.; DELLOW, D. W.; NOLAN, J. V. The influence of energy-rich supplements on nitrogen kinetics in ruminants. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. (Ed.). **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. San Diego: Academic Press, 1991. 779p.

OLSON K. C. et al. Effects of ruminal administration of supplemental degradable intake protein and starch on utilization of low-quality warm-season grass hay by beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 1016-1025, 1999.

ORSKOV, E. R. The *in situ* technique for the estimation of forage degradability in ruminants. In: GIVENS, D. I. et al. **Forage evaluation in ruminant nutrition**. London: CABI, 2000. p. 113-144.

ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.

OSPINA, H. O.; MEDEIROS, F. S. Suplementação a pasto: uma alternativa para produção de novilho precoce. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DA CARNE BOVINA: DA PRODUÇÃO AO MERCADO CONSUMIDOR, 2003, São Borja. **Anais...** São Borja, 2003, p. 83 – 115.

OSPINA, H. P. **Influencia do nível de consumo de feno sobre a digestibilidade, cinética digestiva e degradação ruminal em bovinos**. 1995. 248f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

OSPINA, H. P.; MEDEIROS, F. S.; MALLMANN, G. M.. Desafios da suplementação frente as demandas dos sistemas de produção de bovinos de corte (palestra). In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 5., 2002, Uberaba. **Anais...** Uberaba, 2002. p. 151-169.

OSPINA, H. P.; MEDEIROS, F. S.; MALLMANN, G. M.; NEUMANN, M.. Efeito do nível de suplementação energética sobre o consumo de matéria orgânica digestível de bovinos. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. In: **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CDROM.

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

PORDOMINGO, A.; WALLACE, J. D.; FREEMAN, A. S. Supplemental corn grain for steers grazing native rangeland during summer. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 1678-1687, 1991.

ROYES, J. B. et al. Source and level of energy supplementation for yearling cattle fed ammoniated hay. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 1313 – 1321, 2001.

RUSSELL, J.; WILSON, D. B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? **Journal of Dairy Science**, v. 79, p. 1503-1509, 1996.

RYMER, C. The measurement of forage digestibility in vivo. In: GIVENS, D. I. et al. **Forage evaluation in ruminant nutrition**. London: CABI, 2000. p. 113-144.

SANSON, D. W.; CLANTON, D. C.; RUSH, I. G. Intake and digestion of low quality meadow hay by steers and performance of cows on native range when fed protein supplements containing various levels of corn. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 595 – 603, 1990.

SCARM. Standing Committee on Agricultural and Resource Management. Ruminants Subcommittee **Feeding Standards for Australian Livestock. Ruminants**. Melbourne: CSIRO, 1990. 266p.

SILVEIRA, A. L. F. **Avaliação nutricional da adição de uréia ao feno suplementado com milho moído**. 2002. 79f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

STUMPF JÚNIOR, W. **Influência do amido do sorgo e da mandioca sobre a digestibilidade, parâmetros ruminais e plasmáticos em ovinos alimentados com feno**. 1992. 343f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods: a laboratory manual for animal science**. Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.

VANZANT, E. S. et al. Influence of level of supplementation and type of grain in supplements on intake and utilization of harvested, early-growing-season, bluestem-range forage by steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 1457-1468, 1990.

WEATHERBURN, M. W. Phenol-hypochlorite for determination of ammonia. **Analytical chemistry**, [s.l.], v. 39, p. 971-974, 1967.

YOKOYAMA, M. T.; JOHNSON, K. A. Microbiologia del rumen e intestino. In: CHURCH, D. C. (Ed). **El rumiante: fisiología digestiva e nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1988. 641p.

8. APÊNDICES

Apêndice 01. Composição do premix mineral utilizado no experimento.

| Composição/kg | |
|------------------|---------|
| Cálcio (máximo) | 240 g |
| Fósforo (mínimo) | 174 g |
| Enxofre – | |
| Iodo | 90 mg |
| Manganês | 2000 mg |
| Sódio - | |
| Selênio | 15 mg |
| Zinco | 5270 mg |
| Cobalto | 100 mg |
| Cobre | 125 mg |
| Ferro | 1795 mg |

Apêndice 02 – Peso dos animais nos dias 1, 6, 11 e 17 e peso médio dos dias 11-17 para cada animal nos diferentes períodos experimentais.

| Tratamento | Período | Animal | Dia 1 | Dia 6 | Dia 11 | Dia 17 | Média (11-17) |
|---------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| 1 | 1 | 1 | 270 | 258 | 270 | 271 | 270,5 |
| 1 | 1 | 6 | 271 | 274 | 281 | 285 | 283 |
| 1 | 2 | 4 | 266 | 282 | 286 | 290 | 288 |
| 1 | 2 | 6 | 274 | 293 | 302 | 300 | 301 |
| 1 | 3 | 2 | 239 | 252 | 261 | 264 | 262,5 |
| Média | | | 264,00 | 271,80 | 280,00 | 282,00 | 281,00 |
| Desvio Padrão | | | 12,76 | 15,10 | 14,01 | 12,98 | 13,46 |
| 2 | 1 | 2 | 216 | 213 | 217 | 223 | 220 |
| 2 | 1 | 7 | 260 | 254 | 257 | 262 | 259,5 |
| 2 | 2 | 2 | 216 | 238 | 232 | 246 | 239 |
| 2 | 2 | 3 | 294 | 311 | 321 | 321 | 321 |
| 2 | 3 | 1 | 288 | 299 | 306 | 303 | 304,5 |
| 2 | 3 | 8 | 277 | 293 | 304 | 310 | 307 |
| Média | | | 258,50 | 268,00 | 272,83 | 277,50 | 275,17 |
| Desvio Padrão | | | 34,89 | 38,87 | 43,42 | 39,50 | 41,40 |
| 3 | 1 | 5 | 264 | 260 | 264 | 270 | 267 |
| 3 | 1 | 4 | 264 | 264 | 265 | 277 | 271 |
| 3 | 2 | 8 | 255 | 270 | 280 | 283 | 281,5 |
| 3 | 2 | 1 | 264 | 275 | 284 | 291 | 287,5 |
| 3 | 3 | 3 | 321 | 336 | 343 | 350 | 346,5 |
| 3 | 3 | 7 | 277 | 285 | 302 | 305 | 303,5 |
| Média | | | 274,17 | 281,67 | 289,67 | 296,00 | 292,83 |
| Desvio Padrão | | | 24,00 | 28,02 | 29,63 | 29,08 | 29,31 |
| 4 | 1 | 8 | 257 | 254 | 253 | 259 | 256 |
| 4 | 1 | 3 | 285 | 293 | 301 | 302 | 301,5 |
| 4 | 2 | 7 | 259 | 281 | 278 | 289 | 283,5 |
| 4 | 2 | 5 | 255 | 282 | 286 | 295 | 290,5 |
| 4 | 3 | 4 | 283 | 300 | 303 | 309 | 306 |
| 4 | 3 | 5 | 285 | 309 | 312 | 320 | 316 |
| Média | | | 270,67 | 286,50 | 288,83 | 295,67 | 292,25 |
| Desvio Padrão | | | 15,04 | 19,17 | 21,42 | 20,97 | 21,13 |

Apêndice 03 – Oferta de matéria orgânica do feno (OFMO feno); sobras de matéria orgânica do feno (SMO feno); consumo de matéria orgânica do feno (CMO feno); consumo de matéria orgânica do suplemento (CMO suplem) e consumo de matéria orgânica total (CMO total) para cada animal nos diferentes períodos experimentais.

| Tratamento | Período | Animal | OFMO feno | SMO feno | CMO feno | CMO Suplem | CMO total |
|---------------|---------|--------|-----------|----------|----------|------------|-----------|
| 1 | 1 | 1 | 20,46 | 3,59 | 16,87 | 2,62 | 19,49 |
| 1 | 1 | 6 | 27,42 | 4,83 | 22,59 | 2,72 | 25,32 |
| 1 | 2 | 4 | 30,57 | 6,43 | 24,14 | 2,78 | 26,92 |
| 1 | 2 | 6 | 34,93 | 8,95 | 25,98 | 2,93 | 28,91 |
| 1 | 3 | 2 | 30,68 | 7,71 | 22,96 | 2,54 | 25,50 |
| Média | | | 28,81 | 6,30 | 22,51 | 2,72 | 25,23 |
| Desvio padrão | | | 5,38 | 2,15 | 3,42 | 0,15 | 3,52 |
| 2 | 1 | 2 | 20,77 | 3,43 | 17,34 | 6,47 | 23,81 |
| 2 | 1 | 7 | 23,88 | 4,45 | 19,43 | 7,66 | 27,08 |
| 2 | 2 | 2 | 26,77 | 5,61 | 21,16 | 6,92 | 28,08 |
| 2 | 2 | 3 | 29,59 | 5,01 | 24,58 | 9,57 | 34,15 |
| 2 | 3 | 1 | 31,41 | 11,91 | 19,50 | 9,12 | 28,62 |
| 2 | 3 | 8 | 32,44 | 10,03 | 22,41 | 9,07 | 31,48 |
| Média | | | 27,48 | 6,74 | 20,74 | 8,13 | 28,87 |
| Desvio padrão | | | 4,54 | 3,41 | 2,55 | 1,29 | 3,58 |
| 3 | 1 | 5 | 22,59 | 3,78 | 18,80 | 13,13 | 31,93 |
| 3 | 1 | 4 | 17,08 | 3,83 | 13,25 | 13,18 | 26,43 |
| 3 | 2 | 8 | 25,99 | 5,54 | 20,45 | 13,93 | 34,37 |
| 3 | 2 | 1 | 26,28 | 7,73 | 18,55 | 14,12 | 32,67 |
| 3 | 3 | 3 | 28,88 | 7,20 | 21,67 | 17,06 | 38,73 |
| 3 | 3 | 7 | 30,24 | 8,87 | 21,37 | 15,02 | 36,39 |
| Média | | | 25,18 | 6,16 | 19,02 | 14,41 | 33,42 |
| Desvio padrão | | | 4,77 | 2,12 | 3,11 | 1,47 | 4,23 |
| 4 | 1 | 8 | 17,79 | 3,60 | 14,19 | 17,53 | 31,71 |
| 4 | 1 | 3 | 22,15 | 5,55 | 16,60 | 20,85 | 37,46 |
| 4 | 2 | 7 | 21,25 | 4,40 | 16,85 | 19,27 | 36,12 |
| 4 | 2 | 5 | 24,85 | 4,83 | 20,02 | 19,82 | 39,84 |
| 4 | 3 | 4 | 18,29 | 3,40 | 14,89 | 21,00 | 35,89 |
| 4 | 3 | 5 | 29,99 | 8,75 | 21,23 | 21,62 | 42,85 |
| Média | | | 22,38 | 5,09 | 17,30 | 20,01 | 37,31 |
| Desvio padrão | | | 4,54 | 1,96 | 2,79 | 1,49 | 3,79 |

Apêndice 04– Digestibilidade aparente da matéria orgânica (DMO), digestibilidade da FDN (DFDN), digestibilidade da hemicelulose (DHEMI), digestibilidade da celulose (DCEL) digestibilidade aparente estimada da matéria orgânica do feno (DMOfeno) e digestibilidade verdadeira estimada (DVMO) para cada animal nos diferentes períodos experimentais.

| Tratamento | Período | Animal | DMO | DFDN | DHEMI | DCEL | DMOfeno | DVMO |
|---------------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 62,18 | 55,14 | 75,06 | 61,11 | 59,27 | 71,59 |
| 1 | 1 | 6 | 61,99 | 56,72 | 78,33 | 63,34 | 59,71 | 71,93 |
| 1 | 2 | 4 | 63,16 | 57,50 | 71,79 | 65,21 | 61,11 | 72,41 |
| 1 | 2 | 6 | 64,69 | 60,48 | 78,12 | 66,67 | 62,86 | 74,68 |
| 1 | 3 | 2 | 60,75 | 54,63 | 67,69 | 60,57 | 58,52 | 70,81 |
| Média | | | 62,55 | 56,89 | 74,20 | 63,38 | 60,30 | 72,28 |
| Desvio Padrão | | | 1,47 | 2,31 | 4,51 | 2,61 | 1,72 | 1,46 |
| 2 | 1 | 2 | 65,01 | 54,72 | 71,75 | 60,94 | 59,27 | 74,72 |
| 2 | 1 | 7 | 65,24 | 54,89 | 66,84 | 63,70 | 59,27 | 75,03 |
| 2 | 2 | 2 | 64,62 | 54,04 | 66,17 | 60,36 | 59,46 | 73,83 |
| 2 | 2 | 3 | 66,30 | 56,39 | 69,69 | 62,35 | 60,82 | 75,86 |
| 2 | 3 | 1 | 67,51 | 55,54 | 69,99 | 62,05 | 61,48 | 76,79 |
| 2 | 3 | 8 | 63,09 | 51,06 | 64,75 | 58,05 | 56,09 | 73,60 |
| Média | | | 65,30 | 54,44 | 68,20 | 61,24 | 59,40 | 74,97 |
| Desvio Padrão | | | 1,37 | 1,68 | 2,45 | 1,78 | 1,70 | 1,11 |
| 3 | 1 | 5 | 67,85 | 54,63 | 64,92 | 61,60 | 59,17 | 77,85 |
| 3 | 1 | 4 | 68,90 | 55,09 | 65,02 | 64,40 | 57,57 | 80,28 |
| 3 | 2 | 8 | 64,93 | 51,17 | 59,73 | 58,38 | 54,47 | 76,15 |
| 3 | 2 | 1 | 63,92 | 51,24 | 59,12 | 61,04 | 51,46 | 76,81 |
| 3 | 3 | 3 | 64,08 | 51,97 | 61,10 | 59,51 | 51,33 | 77,64 |
| 3 | 3 | 7 | 66,68 | 51,34 | 62,52 | 58,05 | 57,12 | 76,51 |
| Média | | | 66,06 | 52,57 | 62,07 | 60,50 | 55,19 | 77,54 |
| Desvio Padrão | | | 1,89 | 1,64 | 2,32 | 2,17 | 3,01 | 1,36 |
| 4 | 1 | 8 | 64,05 | 52,50 | 59,32 | 60,49 | 44,06 | 80,05 |
| 4 | 1 | 3 | 62,41 | 48,65 | 57,50 | 57,74 | 40,01 | 78,64 |
| 4 | 2 | 7 | 65,12 | 50,90 | 57,49 | 58,04 | 47,83 | 78,99 |
| 4 | 2 | 5 | 61,96 | 51,89 | 54,63 | 61,19 | 43,86 | 78,41 |
| 4 | 3 | 4 | 61,37 | 50,68 | 55,06 | 59,78 | 34,76 | 80,26 |
| 4 | 3 | 5 | 59,46 | 46,90 | 50,41 | 57,43 | 38,29 | 76,68 |
| Média | | | 62,39 | 50,25 | 55,73 | 59,11 | 41,47 | 78,84 |
| Desvio Padrão | | | 1,83 | 1,92 | 2,86 | 1,44 | 4,28 | 1,18 |

Apêndice 05– Excreção fecal de matéria orgânica (EFMO), excreção fecal de FDN (EFFDN), excreção fecal de hemicelulose (EFHEMI), excreção fecal de celulose (ECEL) expressos em kg; excreção fecal metabólica expresso em % do CMO (%EFM), para cada animal nos diferentes períodos experimentais.

| Animal | Tratamento | Período | EFMO | EFFDN | EFHEMI | ECEL | %EFM |
|---------------|------------|---------|-------|-------|--------|------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 7,37 | 5,54 | 1,19 | 2,45 | 9,42 |
| 1 | 1 | 6 | 9,62 | 7,11 | 1,37 | 3,08 | 9,94 |
| 1 | 2 | 4 | 9,92 | 7,43 | 1,90 | 3,12 | 9,26 |
| 1 | 2 | 6 | 10,21 | 7,32 | 1,56 | 3,17 | 9,99 |
| 1 | 3 | 2 | 10,01 | 7,44 | 2,01 | 3,34 | 10,05 |
| Média | | | 9,43 | 6,97 | 1,61 | 3,03 | 9,73 |
| Desvio Padrão | | | 1,17 | 0,81 | 0,34 | 0,34 | 0,37 |
| 2 | 1 | 2 | 8,33 | 6,02 | 1,53 | 2,56 | 9,71 |
| 2 | 1 | 7 | 9,41 | 6,76 | 2,02 | 2,70 | 9,79 |
| 2 | 2 | 2 | 9,94 | 7,35 | 2,16 | 3,17 | 9,22 |
| 2 | 2 | 3 | 11,51 | 8,24 | 2,30 | 3,57 | 9,56 |
| 2 | 3 | 1 | 9,30 | 6,64 | 1,78 | 2,83 | 9,28 |
| 2 | 3 | 8 | 11,62 | 8,31 | 2,37 | 3,58 | 10,50 |
| Média | | | 10,02 | 7,22 | 2,03 | 3,07 | 9,68 |
| Desvio Padrão | | | 1,30 | 0,92 | 0,32 | 0,44 | 0,47 |
| 3 | 1 | 5 | 10,27 | 7,07 | 2,36 | 2,86 | 10,00 |
| 3 | 1 | 4 | 8,22 | 5,21 | 1,81 | 1,93 | 11,39 |
| 3 | 2 | 8 | 12,06 | 8,20 | 2,92 | 3,33 | 11,22 |
| 3 | 2 | 1 | 11,79 | 7,58 | 2,77 | 2,90 | 12,89 |
| 3 | 3 | 3 | 13,91 | 8,66 | 3,01 | 3,50 | 13,56 |
| 3 | 3 | 7 | 12,13 | 8,55 | 2,82 | 3,52 | 9,83 |
| Média | | | 11,39 | 7,54 | 2,62 | 3,01 | 11,48 |
| Desvio Padrão | | | 1,94 | 1,29 | 0,45 | 0,60 | 1,50 |
| 4 | 1 | 8 | 11,40 | 6,33 | 2,58 | 2,33 | 16,00 |
| 4 | 1 | 3 | 14,08 | 8,00 | 3,14 | 2,94 | 16,23 |
| 4 | 2 | 7 | 12,60 | 7,59 | 3,05 | 2,94 | 13,87 |
| 4 | 2 | 5 | 15,16 | 8,60 | 3,70 | 3,19 | 16,45 |
| 4 | 3 | 4 | 13,87 | 7,08 | 3,08 | 2,55 | 18,89 |
| 4 | 3 | 5 | 17,37 | 9,99 | 4,24 | 3,71 | 17,22 |
| Média | | | 14,08 | 7,93 | 3,30 | 2,94 | 16,44 |
| Desvio Padrão | | | 2,07 | 1,27 | 0,58 | 0,49 | 1,64 |

Apêndice 06– Valores de pH fecal medidos e média das seis avaliações, para cada animal nos diferentes períodos experimentais.

| Tratamento | Período | Animal | Manha | Tarde | Manha | Tarde | Manha | Tarde | Média |
|---------------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 6,99 | 6,87 | 7,06 | 6,90 | 7,09 | 6,93 | 6,97 |
| 1 | 1 | 6 | 7,27 | 7,16 | 7,42 | 7,21 | 7,23 | 7,21 | 7,25 |
| 1 | 2 | 4 | 7,27 | 7,32 | 7,20 | 7,30 | 7,25 | 7,06 | 7,23 |
| 1 | 2 | 6 | 7,23 | 7,15 | 7,13 | 7,13 | 7,12 | 7,20 | 7,16 |
| 1 | 3 | 2 | 7,36 | 7,29 | 7,40 | 7,15 | 7,43 | 7,32 | 7,33 |
| Média | | | 7,22 | 7,16 | 7,24 | 7,14 | 7,22 | 7,14 | 7,19 |
| Desvio padrão | | | 0,14 | 0,18 | 0,16 | 0,15 | 0,13 | 0,15 | 0,13 |
| 2 | 1 | 2 | 6,86 | 6,44 | 6,84 | 6,60 | 7,04 | 6,47 | 6,71 |
| 2 | 1 | 7 | 6,43 | 6,50 | 6,67 | 6,71 | 6,64 | 6,66 | 6,60 |
| 2 | 2 | 2 | 6,87 | 6,53 | 6,57 | 6,82 | 6,75 | 6,72 | 6,71 |
| 2 | 2 | 3 | 6,74 | 6,57 | 6,50 | 6,84 | 6,40 | 6,63 | 6,61 |
| 2 | 3 | 1 | 6,54 | 6,52 | 6,68 | 6,54 | 6,41 | 6,57 | 6,54 |
| 2 | 3 | 8 | 6,88 | 6,86 | 6,93 | 6,76 | 6,78 | 6,67 | 6,81 |
| Média | | | 6,72 | 6,57 | 6,70 | 6,71 | 6,67 | 6,62 | 6,67 |
| Desvio padrão | | | 0,19 | 0,15 | 0,16 | 0,12 | 0,24 | 0,09 | 0,10 |
| 3 | 1 | 4 | 5,95 | 5,86 | 6,05 | 5,64 | 5,82 | 5,46 | 5,80 |
| 3 | 1 | 5 | 5,79 | 5,69 | 6,51 | 6,12 | 6,09 | 6,19 | 6,07 |
| 3 | 2 | 1 | 6,32 | 6,08 | 5,58 | 6,20 | 5,81 | 6,22 | 6,04 |
| 3 | 2 | 8 | 6,26 | 6,23 | 5,02 | 6,32 | 5,99 | 6,18 | 6,00 |
| 3 | 3 | 3 | 6,19 | 6,36 | 6,30 | 6,37 | 6,38 | 6,40 | 6,33 |
| 3 | 3 | 7 | 6,13 | 6,41 | 6,15 | 6,74 | 6,25 | 6,60 | 6,38 |
| Média | | | 6,11 | 6,11 | 5,94 | 6,23 | 6,06 | 6,18 | 6,10 |
| Desvio padrão | | | 0,20 | 0,29 | 0,55 | 0,36 | 0,23 | 0,39 | 0,22 |
| 4 | 1 | 3 | 5,55 | 5,64 | 5,78 | 5,34 | 5,52 | 5,55 | 5,56 |
| 4 | 1 | 8 | 5,44 | 5,45 | 5,41 | 5,62 | 5,76 | 5,46 | 5,52 |
| 4 | 2 | 5 | 5,46 | 6,10 | 5,43 | 6,32 | 5,72 | 6,25 | 5,88 |
| 4 | 2 | 7 | 5,59 | 6,38 | 5,65 | 6,47 | 5,46 | 6,36 | 5,99 |
| 4 | 3 | 4 | 5,54 | 5,53 | 5,40 | 5,37 | 5,47 | 5,80 | 5,52 |
| 4 | 3 | 5 | 5,97 | 6,29 | 5,46 | 6,40 | 5,81 | 6,37 | 6,05 |
| Média | | | 5,59 | 5,90 | 5,52 | 5,92 | 5,62 | 5,97 | 5,75 |
| Desvio padrão | | | 0,19 | 0,41 | 0,16 | 0,53 | 0,16 | 0,41 | 0,25 |

Apêndice 07– Consumo de matéria orgânica %PC (CMO); consumo de matéria orgânica do feno %PC (CMOfeno); consumo de matéria seca do suplemento %PC (CMS supl); consumo de matéria seca de milho %PC (CMS milho); percentual de concentrado na dieta (% CONC); consumo de matéria orgânica digestível em g/UTM (CMOD) e coeficientes de substituição para cada animal nos diferentes períodos experimentais.

| Tratamento | Período | Animal | CMO | CMO feno | CMS Supl | CMS milho | % Conc | CMOD | Coef Sub |
|---------------|---------|--------|------|----------|----------|-----------|--------|-------|----------|
| 1 | 1 | 1 | 1,44 | 1,25 | 0,217 | 0,00 | 13,81 | 36,33 | |
| 1 | 1 | 6 | 1,79 | 1,60 | 0,216 | 0,00 | 11,08 | 45,49 | |
| 1 | 2 | 4 | 1,87 | 1,68 | 0,217 | 0,00 | 10,66 | 48,63 | |
| 1 | 2 | 6 | 1,92 | 1,73 | 0,219 | 0,00 | 10,48 | 51,77 | |
| 1 | 3 | 2 | 1,94 | 1,75 | 0,217 | 0,00 | 10,37 | 47,51 | |
| Média | | | 1,79 | 1,60 | 0,22 | 0,00 | 11,28 | 45,95 | |
| Desvio Padrão | | | 0,21 | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 1,44 | 5,84 | |
| 2 | 1 | 2 | 2,16 | 1,58 | 0,615 | 0,39 | 26,37 | 54,19 | 0,05 |
| 2 | 1 | 7 | 2,09 | 1,50 | 0,617 | 0,39 | 27,42 | 54,66 | 0,25 |
| 2 | 2 | 2 | 2,35 | 1,77 | 0,606 | 0,38 | 23,98 | 59,70 | -0,45 |
| 2 | 2 | 3 | 2,13 | 1,53 | 0,623 | 0,40 | 27,32 | 59,72 | 0,15 |
| 2 | 3 | 1 | 1,88 | 1,28 | 0,627 | 0,40 | 31,31 | 53,02 | 0,78 |
| 2 | 3 | 8 | 2,05 | 1,46 | 0,618 | 0,39 | 28,29 | 54,16 | 0,34 |
| Média | | | 2,11 | 1,52 | 0,62 | 0,39 | 27,45 | 55,91 | 0,19 |
| Desvio Padrão | | | 0,15 | 0,16 | 0,01 | 0,00 | 2,40 | 2,99 | 0,40 |
| 3 | 1 | 5 | 2,39 | 1,41 | 1,019 | 0,79 | 39,87 | 65,60 | 0,24 |
| 3 | 1 | 4 | 1,95 | 0,98 | 1,008 | 0,78 | 48,59 | 54,52 | 0,80 |
| 3 | 2 | 8 | 2,44 | 1,45 | 1,025 | 0,79 | 39,42 | 64,95 | 0,18 |
| 3 | 2 | 1 | 2,27 | 1,29 | 1,018 | 0,79 | 42,15 | 59,82 | 0,39 |
| 3 | 3 | 3 | 2,24 | 1,25 | 1,020 | 0,79 | 43,20 | 61,81 | 0,44 |
| 3 | 3 | 7 | 2,40 | 1,41 | 1,025 | 0,79 | 40,41 | 66,74 | 0,24 |
| Média | | | 2,28 | 1,30 | 1,02 | 0,79 | 42,27 | 62,24 | 0,38 |
| Desvio Padrão | | | 0,18 | 0,18 | 0,01 | 0,00 | 3,41 | 4,57 | 0,23 |
| 4 | 1 | 8 | 2,48 | 1,11 | 1,416 | 1,18 | 54,02 | 63,48 | 0,42 |
| 4 | 1 | 3 | 2,48 | 1,10 | 1,431 | 1,19 | 54,54 | 64,62 | 0,42 |
| 4 | 2 | 7 | 2,55 | 1,19 | 1,406 | 1,17 | 52,16 | 68,08 | 0,36 |
| 4 | 2 | 5 | 2,74 | 1,38 | 1,411 | 1,18 | 48,56 | 70,16 | 0,19 |
| 4 | 3 | 4 | 2,35 | 0,97 | 1,419 | 1,18 | 57,61 | 60,21 | 0,53 |
| 4 | 3 | 5 | 2,71 | 1,34 | 1,415 | 1,18 | 49,53 | 67,99 | 0,22 |
| Média | | | 2,55 | 1,18 | 1,42 | 1,18 | 52,74 | 65,76 | 0,36 |
| Desvio Padrão | | | 0,15 | 0,16 | 0,01 | 0,01 | 3,37 | 3,66 | 0,13 |

Apêndice 08—Consumo de PDR do feno (CPDR feno), consumo de PDR do suplemento (CPDR suplem), consumo total de PDR (CPDR total), consumo de matéria orgânica digestível do feno (CMOD feno), consumo de matéria orgânica digestível do suplemento (CMOD suplem), consumo de matéria orgânica digestível total (CMOD total) em kg e relação PDR/MOD (REL CPDR/CMOD) para cada animal nos diferentes períodos experimentais.

| Tratamento | Período | Animal | CPDR feno | CPDR suplem | CPDR Total | CMOD feno | CMOD suplem | CMOD total | REL CPDR/CMOD |
|---------------|---------|--------|-----------|-------------|------------|-----------|-------------|------------|---------------|
| 1 | 1 | 1 | 0,091 | 0,180 | 0,271 | 1,487 | 0,313 | 1,800 | 15,038 |
| 1 | 1 | 6 | 0,116 | 0,179 | 0,295 | 1,917 | 0,311 | 2,229 | 13,247 |
| 1 | 2 | 4 | 0,122 | 0,179 | 0,301 | 2,052 | 0,312 | 2,364 | 12,730 |
| 1 | 2 | 6 | 0,125 | 0,181 | 0,306 | 2,175 | 0,315 | 2,490 | 12,305 |
| 1 | 3 | 2 | 0,126 | 0,180 | 0,306 | 2,032 | 0,313 | 2,345 | 13,029 |
| Média | | | 0,116 | 0,180 | 0,296 | 1,933 | 0,313 | 2,246 | 13,270 |
| Desvio Padrão | | | 0,015 | 0,001 | 0,015 | 0,266 | 0,001 | 0,266 | 1,050 |
| 2 | 1 | 2 | 0,116 | 0,219 | 0,335 | 1,881 | 0,946 | 2,827 | 11,869 |
| 2 | 1 | 7 | 0,111 | 0,220 | 0,331 | 1,789 | 0,949 | 2,739 | 12,074 |
| 2 | 2 | 2 | 0,130 | 0,216 | 0,346 | 2,110 | 0,931 | 3,041 | 11,373 |
| 2 | 2 | 3 | 0,112 | 0,222 | 0,335 | 1,865 | 0,959 | 2,824 | 11,850 |
| 2 | 3 | 1 | 0,093 | 0,224 | 0,317 | 1,562 | 0,964 | 2,526 | 12,531 |
| 2 | 3 | 8 | 0,106 | 0,220 | 0,326 | 1,623 | 0,950 | 2,573 | 12,678 |
| Média | | | 0,111 | 0,220 | 0,332 | 1,805 | 0,950 | 2,755 | 12,063 |
| Desvio Padrão | | | 0,012 | 0,003 | 0,010 | 0,197 | 0,011 | 0,189 | 0,481 |
| 3 | 1 | 5 | 0,103 | 0,284 | 0,386 | 1,680 | 1,579 | 3,259 | 11,858 |
| 3 | 1 | 4 | 0,071 | 0,280 | 0,352 | 1,134 | 1,562 | 2,696 | 13,051 |
| 3 | 2 | 8 | 0,106 | 0,285 | 0,391 | 1,586 | 1,588 | 3,174 | 12,312 |
| 3 | 2 | 1 | 0,094 | 0,283 | 0,377 | 1,328 | 1,577 | 2,905 | 12,968 |
| 3 | 3 | 3 | 0,090 | 0,284 | 0,374 | 1,273 | 1,581 | 2,853 | 13,099 |
| 3 | 3 | 7 | 0,101 | 0,285 | 0,387 | 1,597 | 1,589 | 3,186 | 12,139 |
| Média | | | 0,094 | 0,284 | 0,378 | 1,433 | 1,579 | 3,012 | 12,571 |
| Desvio Padrão | | | 0,013 | 0,002 | 0,014 | 0,218 | 0,010 | 0,225 | 0,535 |
| 4 | 1 | 8 | 0,073 | 0,350 | 0,423 | 0,977 | 2,197 | 3,175 | 13,333 |
| 4 | 1 | 3 | 0,073 | 0,355 | 0,428 | 0,882 | 2,228 | 3,110 | 13,753 |
| 4 | 2 | 7 | 0,079 | 0,348 | 0,426 | 1,140 | 2,181 | 3,321 | 12,832 |
| 4 | 2 | 5 | 0,091 | 0,349 | 0,440 | 1,212 | 2,190 | 3,401 | 12,936 |
| 4 | 3 | 4 | 0,064 | 0,351 | 0,415 | 0,671 | 2,203 | 2,873 | 14,428 |
| 4 | 3 | 5 | 0,088 | 0,350 | 0,438 | 1,021 | 2,196 | 3,217 | 13,611 |
| Média | | | 0,078 | 0,350 | 0,428 | 0,984 | 2,199 | 3,183 | 13,482 |
| Desvio Padrão | | | 0,010 | 0,003 | 0,009 | 0,193 | 0,016 | 0,184 | 0,588 |

Apêndice 09 – Peso médio no período de coleta de dados, oferta de matéria orgânica do feno (OFMO feno); sobras de matéria orgânica do feno (SMO feno); consumo de matéria orgânica do feno (CMO feno) e consumo de matéria orgânica do suplemento (CMO suplem) em kg, consumo de matéria orgânica do feno %PC (CMO feno %PC) e consumo de matéria orgânica total %PC (CMO total %PC) para cada animal do experimento II nos diferentes períodos experimentais.

| Animal | Tratamento | Período | Peso Médio | OFMO feno | SMO feno | CMO feno | CMO Suplem | CMO feno %PC | CMO total %PC |
|---------------|------------|---------|------------|-----------|----------|----------|------------|--------------|---------------|
| 12 | 1 | 1 | 403,50 | 30,62 | 6,78 | 23,84 | 3,14 | 1,48 | 1,67 |
| 16 | 1 | 2 | 350,50 | 27,37 | 7,28 | 20,10 | 2,74 | 1,43 | 1,63 |
| 8 | 1 | 4 | 348,00 | 30,66 | 9,22 | 21,44 | 2,72 | 1,54 | 1,74 |
| Média | | | 367,33 | 29,55 | 7,76 | 21,80 | 2,87 | 1,48 | 1,68 |
| Desvio Padrão | | | 31,35 | 1,89 | 1,29 | 1,90 | 0,24 | 0,05 | 0,05 |
| 8 | 2 | 1 | 286,50 | 21,62 | 4,86 | 16,76 | 6,75 | 1,46 | 2,05 |
| 12 | 2 | 2 | 427,50 | 27,95 | 7,17 | 20,78 | 10,24 | 1,22 | 1,81 |
| 16 | 2 | 3 | 363,00 | 27,73 | 7,48 | 20,25 | 8,67 | 1,39 | 1,99 |
| 66 | 2 | 4 | 380,50 | 29,18 | 9,80 | 19,38 | 9,04 | 1,27 | 1,87 |
| Média | | | 364,38 | 26,62 | 7,33 | 19,29 | 8,67 | 1,34 | 1,93 |
| Desvio Padrão | | | 58,63 | 3,39 | 2,02 | 1,79 | 1,45 | 0,11 | 0,11 |
| 16 | 3 | 1 | 335,00 | 17,92 | 4,60 | 13,32 | 13,28 | 0,99 | 1,99 |
| 66 | 3 | 2 | 336,50 | 19,32 | 5,78 | 13,53 | 13,41 | 1,01 | 2,00 |
| 8 | 3 | 3 | 330,50 | 25,19 | 8,99 | 16,20 | 13,25 | 1,23 | 2,23 |
| 12 | 3 | 4 | 462,00 | 29,31 | 10,20 | 19,11 | 18,22 | 1,03 | 2,02 |
| Média | | | 366,00 | 22,93 | 7,39 | 15,54 | 14,54 | 1,06 | 2,06 |
| Desvio Padrão | | | 64,05 | 5,29 | 2,63 | 2,72 | 2,46 | 0,11 | 0,11 |
| 66 | 4 | 1 | 318,00 | 18,27 | 6,59 | 11,68 | 17,40 | 0,92 | 2,29 |
| 8 | 4 | 2 | 305,00 | 19,32 | 8,10 | 11,21 | 19,26 | 0,92 | 2,49 |
| 12 | 4 | 3 | 437,00 | 24,43 | 9,37 | 15,06 | 24,17 | 0,86 | 2,24 |
| 16 | 4 | 4 | 388,50 | 26,43 | 13,38 | 13,05 | 21,29 | 0,84 | 2,21 |
| Média | | | 362,13 | 22,11 | 9,36 | 12,75 | 20,52 | 0,88 | 2,30 |
| Desvio Padrão | | | 61,95 | 3,94 | 2,91 | 1,73 | 2,88 | 0,04 | 0,12 |

Apêndice 10 –Dados de pH ruminal coletados nos diferentes horários dentro de cada período experimental, Experimento II.

| Tratamento | Período | Animal | Horários de coleta | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|--------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 17 |
| 1 | 1 | 12 | 6,51 | 6,34 | 6,56 | 6,25 | 6,51 | 6,21 | 6,61 | 6,10 | 6,63 | 6,62 | 6,56 | 6,50 | 6,42 | 6,49 | 6,41 | 6,48 | 6,52 |
| 1 | 2 | 16 | 6,69 | 6,55 | 6,69 | 6,57 | 6,52 | 6,41 | 6,36 | 6,38 | 6,53 | 6,46 | 6,61 | 6,48 | 6,40 | 6,36 | 6,25 | 6,32 | 6,36 |
| 1 | 4 | 8 | 6,70 | 6,84 | 6,75 | 6,86 | 6,54 | 6,72 | 6,43 | 6,65 | 6,55 | 6,76 | 6,68 | 6,73 | 6,50 | 6,62 | 6,48 | 6,47 | 6,56 |
| | Média | | 6,63 | 6,58 | 6,67 | 6,56 | 6,52 | 6,45 | 6,47 | 6,38 | 6,57 | 6,61 | 6,62 | 6,57 | 6,44 | 6,49 | 6,38 | 6,42 | 6,48 |
| | Desvio padrão | | 0,11 | 0,25 | 0,10 | 0,31 | 0,02 | 0,26 | 0,13 | 0,28 | 0,05 | 0,15 | 0,06 | 0,14 | 0,05 | 0,13 | 0,12 | 0,09 | 0,11 |
| 2 | 1 | 8 | 6,54 | 6,48 | 6,59 | 6,54 | 6,39 | 6,36 | 6,52 | 6,26 | 6,34 | 6,36 | 6,62 | 6,38 | 6,35 | 6,46 | 6,22 | 6,26 | 6,21 |
| 2 | 2 | 12 | 6,40 | 6,34 | 6,40 | 6,39 | 6,22 | 6,14 | 6,14 | 6,08 | 5,96 | 6,42 | 6,22 | 6,25 | 6,10 | 6,40 | 6,05 | 6,12 | 5,87 |
| 2 | 3 | 16 | 6,43 | 6,61 | 6,65 | 6,55 | 6,37 | 6,37 | 6,26 | 6,41 | 6,25 | 6,40 | 6,53 | 6,42 | 6,28 | 5,93 | 6,15 | 5,89 | 6,29 |
| 2 | 4 | 66 | 6,64 | 6,79 | 6,77 | 6,79 | 6,62 | 6,53 | 6,33 | 6,64 | 6,54 | 6,62 | 6,53 | 6,74 | 6,58 | 6,59 | 6,38 | 6,53 | 6,65 |
| | Média | | 6,50 | 6,56 | 6,60 | 6,57 | 6,40 | 6,35 | 6,31 | 6,35 | 6,27 | 6,45 | 6,48 | 6,45 | 6,33 | 6,35 | 6,20 | 6,20 | 6,26 |
| | Desvio padrão | | 0,11 | 0,19 | 0,15 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,24 | 0,24 | 0,12 | 0,18 | 0,21 | 0,20 | 0,29 | 0,14 | 0,27 | 0,32 |
| 3 | 1 | 16 | 6,45 | 6,65 | 6,65 | 6,36 | 6,14 | 6,13 | 6,33 | 6,16 | 6,29 | 6,17 | 6,45 | 6,37 | 6,13 | 5,94 | 6,01 | 6,09 | 6,12 |
| 3 | 2 | 66 | 6,11 | 6,19 | 6,59 | 6,33 | 6,30 | 6,00 | 6,03 | 5,94 | 6,13 | 6,07 | 6,46 | 6,18 | 6,19 | 5,91 | 6,04 | 6,00 | 5,92 |
| 3 | 3 | 8 | 6,60 | 6,60 | 6,76 | 6,45 | 6,36 | 6,45 | 6,31 | 6,38 | 6,32 | 6,27 | 6,61 | 6,42 | 6,28 | 6,11 | 5,96 | 6,07 | 6,08 |
| 3 | 4 | 12 | 6,73 | 6,51 | 6,75 | 6,62 | 6,26 | 6,21 | 6,20 | 6,18 | 6,03 | 6,20 | 6,43 | 6,21 | 6,15 | 6,03 | 6,17 | 6,06 | 5,92 |
| | Média | | 6,47 | 6,49 | 6,69 | 6,44 | 6,27 | 6,20 | 6,22 | 6,17 | 6,19 | 6,18 | 6,49 | 6,30 | 6,19 | 6,00 | 6,05 | 6,06 | 6,01 |
| | Desvio padrão | | 0,27 | 0,21 | 0,08 | 0,13 | 0,09 | 0,19 | 0,14 | 0,18 | 0,14 | 0,08 | 0,08 | 0,12 | 0,07 | 0,09 | 0,09 | 0,04 | 0,11 |
| 4 | 1 | 66 | 6,67 | 6,64 | 6,70 | 6,39 | 6,22 | 6,29 | 6,06 | 6,16 | 6,11 | 6,36 | 6,49 | 6,32 | 5,88 | 6,07 | 5,83 | 5,56 | 5,92 |
| 4 | 2 | 8 | 6,23 | 6,34 | 6,65 | 6,42 | 6,16 | 5,98 | 5,97 | 5,91 | 5,86 | 5,95 | 6,45 | 6,04 | 5,95 | 5,97 | 5,73 | 5,86 | 5,73 |
| 4 | 3 | 12 | 6,37 | 6,23 | 6,82 | 6,27 | 6,21 | 6,08 | 5,79 | 6,14 | 6,49 | 5,95 | 6,58 | 5,96 | 6,14 | 6,12 | 5,87 | 6,07 | 5,99 |
| 4 | 4 | 16 | 6,16 | 6,42 | 6,73 | 6,39 | 6,16 | 6,21 | 5,93 | 6,01 | 6,16 | 6,11 | 6,37 | 6,20 | 6,14 | 6,05 | 6,02 | 6,21 | 5,98 |
| | Média | | 6,36 | 6,41 | 6,73 | 6,37 | 6,19 | 6,14 | 5,94 | 6,06 | 6,16 | 6,09 | 6,47 | 6,13 | 6,03 | 6,05 | 5,86 | 5,93 | 5,91 |
| | Desvio padrão | | 0,23 | 0,17 | 0,07 | 0,07 | 0,03 | 0,14 | 0,11 | 0,12 | 0,26 | 0,19 | 0,09 | 0,16 | 0,13 | 0,06 | 0,12 | 0,28 | 0,12 |

Apêndice 11 –Dados de Amônia ruminal coletados nos diferentes horários dentro de cada período experimental, Experimento II.

| Tratamento | Período | Animal | -1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |
|---------------|---------|--------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 1 | 12 | 4,7 | 17,6 | 9,6 | 7,0 | 4,2 | 11,2 | 8,7 | 5,0 | 5,9 | 4,5 |
| 1 | 2 | 16 | 6,1 | 10,9 | 13,6 | 4,2 | 3,8 | 13,8 | 7,7 | 2,1 | 6,4 | 4,5 |
| 1 | 4 | 8 | 4,0 | 18,1 | 9,0 | 7,4 | 6,0 | 15,1 | 13,0 | 8,3 | 5,2 | 4,0 |
| Média | | | 4,9 | 15,5 | 10,7 | 6,2 | 4,6 | 13,4 | 9,8 | 5,1 | 5,8 | 4,3 |
| Desvio Padrao | | | 1,1 | 4,0 | 2,5 | 1,8 | 1,2 | 2,0 | 2,8 | 3,1 | 0,6 | 0,3 |
| 2 | 1 | 8 | 7,2 | 13,1 | 7,8 | 7,5 | 7,5 | 19,9 | 10,7 | 7,6 | 8,6 | 4,6 |
| 2 | 2 | 12 | 6,5 | 20,1 | 16,8 | 11,3 | 2,3 | 13,2 | 11,8 | 9,2 | 10,7 | 9,4 |
| 2 | 3 | 16 | 3,8 | 26,8 | 11,6 | 7,2 | 5,0 | 21,6 | 14,0 | 10,9 | 6,0 | 6,4 |
| 2 | 4 | 66 | 6,1 | 16,7 | 5,2 | 5,2 | 3,9 | 13,2 | 9,8 | 4,9 | 4,5 | 2,7 |
| Média | | | 5,9 | 19,2 | 10,4 | 7,8 | 4,7 | 17,0 | 11,6 | 8,2 | 7,4 | 5,8 |
| Desvio Padrao | | | 1,5 | 5,8 | 5,0 | 2,6 | 2,2 | 4,4 | 1,8 | 2,5 | 2,7 | 2,9 |
| 3 | 1 | 16 | 5,9 | 35,7 | 9,6 | 6,1 | 3,7 | 27,5 | 13,6 | 10,2 | 5,5 | 4,9 |
| 3 | 2 | 66 | 8,9 | 25,6 | 13,3 | 11,1 | 13,3 | 20,6 | 16,3 | 15,2 | 15,9 | 13,7 |
| 3 | 3 | 8 | 4,6 | 26,0 | 13,4 | 6,2 | 4,9 | 26,6 | 15,6 | 8,7 | 4,5 | 4,5 |
| 3 | 4 | 12 | 3,3 | 32,6 | 9,6 | 6,2 | 3,6 | 31,1 | 12,3 | 5,8 | 5,7 | 4,0 |
| Média | | | 5,7 | 30,0 | 11,5 | 7,4 | 6,4 | 26,4 | 14,5 | 10,0 | 7,9 | 6,8 |
| Desvio Padrao | | | 2,4 | 5,0 | 2,2 | 2,4 | 4,6 | 4,3 | 1,8 | 3,9 | 5,4 | 4,6 |
| 4 | 1 | 66 | 3,8 | 4,6 | 13,8 | 4,7 | 2,6 | 24,8 | 13,0 | 6,8 | 8,0 | 4,0 |
| 4 | 2 | 8 | 1,7 | 19,9 | 10,7 | 11,1 | 6,4 | 25,8 | 17,6 | 15,3 | 7,9 | 7,5 |
| 4 | 3 | 12 | 4,5 | 28,6 | 14,8 | 6,9 | 2,8 | 19,8 | 10,8 | 7,6 | 5,1 | 4,4 |
| 4 | 4 | 16 | 3,8 | 27,7 | 17,7 | 5,2 | 2,5 | 24,0 | 16,0 | 9,0 | 6,8 | 2,6 |
| Média | | | 3,5 | 20,2 | 14,2 | 7,0 | 3,6 | 23,6 | 14,3 | 9,7 | 7,0 | 4,6 |
| Desvio Padrao | | | 1,2 | 11,1 | 2,9 | 2,9 | 1,9 | 2,7 | 3,0 | 3,9 | 1,4 | 2,0 |

Apêndice 12 –Desaparecimento da matéria orgânica do feno incubada *in situ* nos animais recebendo o TRATAMENTO 1 nos diferentes,horários, parâmetros do modelo de degradação: fração solúvel (a); fração insolúvel e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c); taxa de passagem estimada (Kp estimado) e degradabilidade efetiva (DE).

| Horário /Animal | Período | | |
|-------------------|---------|---------|--------|
| | 1 12 | 2 16 | 4 8 |
| 0 | 29,82 | 30,33 | 28,26 |
| 2 | 31,44 | 32,66 | 29,60 |
| 4 | 32,35 | 34,89 | 31,38 |
| 6 | 34,36 | 39,90 | 33,67 |
| 9 | 40,49 | 40,20 | 40,06 |
| 12 | 45,22 | 49,33 | 44,55 |
| 24 | 55,78 | 58,83 | 55,62 |
| 36 | 60,98 | 63,41 | 62,30 |
| 48 | 65,75 | 65,59 | 66,66 |
| 72 | 70,80 | 71,66 | 71,87 |
| 96 | 73,23 | 74,26 | 73,79 |
| a | 26,69 | 28,86 | 24,80 |
| b | 47,38 | 45,00 | 49,94 |
| c | 0,0375 | 0,0419 | 0,0392 |
| Kp estimado (%/h) | 0,0311 | 0,0358 | 0,0323 |
| DE (Kp estimado) | 52,69 | 53,09 | 52,16 |

Apêndice 13 –Desaparecimento da matéria orgânica do feno incubada *in situ* nos animais recebendo o TRATAMENTO 2 nos diferentes,horários, parâmetros do modelo de degradação: fração solúvel (a); fração insolúvel e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c); taxa de passagem estimada (Kp estimado) e degradabilidade efetiva (DE).

| Horário /Animal | Período | | | |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 8 | 2 12 | 3 16 | 4 66 |
| 0 | 29,82 | 30,33 | 27,20 | 28,26 |
| 2 | 31,58 | 31,67 | 31,01 | 29,44 |
| 4 | 31,40 | 33,84 | 31,34 | 33,13 |
| 6 | 35,27 | 39,39 | 34,04 | 34,74 |
| 9 | 37,89 | 40,55 | 39,15 | 38,49 |
| 12 | 42,28 | 44,42 | 44,02 | 45,44 |
| 24 | 49,56 | 52,82 | 51,11 | 52,26 |
| 36 | 57,30 | 61,56 | 57,85 | 57,74 |
| 48 | 59,51 | 58,25 | 65,30 | 63,93 |
| 72 | 67,79 | 69,02 | 69,05 | 68,01 |
| 96 | 71,56 | 71,38 | 72,73 | 72,49 |
| a | 28,69 | 30,09 | 27,27 | 27,31 |
| b | 46,80 | 42,38 | 47,81 | 46,05 |
| c | 0,0248 | 0,0317 | 0,0303 | 0,0327 |
| Kp estimado (%/h) | 0,0232 | 0,0269 | 0,0271 | 0,0274 |
| DE (Kpestimado) | 52,83 | 53,07 | 52,4 | 52,3 |

Apêndice 14 –Desaparecimento da matéria orgânica do feno incubada *in situ* nos animais recebendo o TRATAMENTO 3 nos diferentes,horários, parâmetros do modelo de degradação: fração solúvel (a); fração insolúvel e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c); taxa de passagem estimada (Kp estimado) e degradabilidade efetiva (DE).

| Horário /Animal | Período | | | |
|-------------------|---------|---------|--------|---------|
| | 1 16 | 2 66 | 3 8 | 4 12 |
| 0 | 29,82 | 30,33 | 27,20 | 28,26 |
| 2 | 29,68 | 32,29 | 30,07 | 30,87 |
| 4 | 31,49 | 34,70 | 32,23 | 33,60 |
| 6 | 32,55 | 35,15 | 32,54 | 33,40 |
| 9 | 37,54 | 38,74 | 37,90 | 38,22 |
| 12 | 45,01 | 43,25 | 40,81 | 43,40 |
| 24 | 50,63 | 43,82 | 45,59 | 51,39 |
| 36 | 52,75 | 53,44 | 58,97 | 60,75 |
| 48 | 61,16 | 58,54 | 60,77 | 64,84 |
| 72 | 63,15 | 63,44 | 67,01 | 66,53 |
| 96 | 66,64 | 65,83 | 70,28 | 68,90 |
| a | 26,59 | 31,07 | 27,21 | 26,41 |
| b | 40,24 | 40,23 | 47,18 | 43,88 |
| c | 0,0367 | 0,0219 | 0,0261 | 0,0385 |
| Kp estimado (%/h) | 0,0295 | 0,0239 | 0,0290 | 0,0360 |
| DE (Kpestimado) | 48,92 | 49,49 | 49,56 | 49,19 |

Apêndice 15 –Desaparecimento da matéria orgânica do feno incubada *in situ* nos animais recebendo o TRATAMENTO 4 nos diferentes,horários, parâmetros do modelo de degradação: fração solúvel (a); fração insolúvel e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c); taxa de passagem estimada (Kp estimado) e degradabilidade efetiva (DE).

| Horário /Animal | Período | | | |
|-------------------|---------|--------|---------|---------|
| | 1 66 | 2 8 | 3 12 | 4 16 |
| 0 | 29,82 | 30,33 | 27,20 | 28,26 |
| 2 | 31,00 | 31,26 | 29,58 | 31,80 |
| 4 | 31,04 | 32,99 | 32,89 | 32,50 |
| 6 | 33,10 | 34,39 | 35,02 | 33,97 |
| 9 | 34,94 | 36,24 | 35,62 | 39,50 |
| 12 | 40,79 | 39,78 | 45,66 | 45,18 |
| 24 | 47,87 | 43,55 | 47,36 | 56,52 |
| 36 | 50,71 | 55,80 | 50,10 | 57,98 |
| 48 | 57,33 | 54,68 | 60,13 | 61,40 |
| 72 | 62,22 | 60,68 | 65,99 | 66,15 |
| 96 | 66,59 | 67,30 | 69,83 | 70,60 |
| a | 28,17 | 29,61 | 29,45 | 27,10 |
| b | 42,25 | 42,85 | 46,82 | 42,39 |
| c | 0,0237 | 0,0201 | 0,0205 | 0,0404 |
| Kp estimado (%/h) | 0,0628 | 0,0620 | 0,0692 | 0,0975 |
| DE (Kpestimado) | 39,89 | 40,13 | 37,89 | 39,58 |

Apêndice 16 –Desaparecimento da fibra em detergente neutro (FDN) do feno incubada *in situ* nos animais recebendo o TRATAMENTO 1 nos diferentes,horários, parâmetros do modelo de degradação: fração solúvel (a); fração insolúvel e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c); taxa de passagem estimada (Kp estimado) e degradabilidade efetiva (DE).

| Horário /Animal | Período | | |
|-------------------|---------|---------|--------|
| | 1 12 | 2 16 | 4 8 |
| 0 | 14,07 | 13,60 | 13,94 |
| 2 | 13,32 | 14,97 | 12,47 |
| 4 | 16,70 | 19,39 | 12,26 |
| 6 | 18,16 | 25,28 | 19,10 |
| 9 | 25,91 | 26,59 | 26,47 |
| 12 | 31,31 | 37,60 | 29,14 |
| 24 | 45,35 | 49,96 | 45,40 |
| 36 | 51,75 | 56,18 | 55,34 |
| 48 | 59,20 | 59,06 | 62,45 |
| 72 | 64,98 | 66,05 | 68,71 |
| 96 | 70,06 | 69,18 | 69,88 |
| a | 8,64 | 10,33 | 5,52 |
| b | 62,50 | 58,05 | 66,92 |
| c | 0,0347 | 0,0449 | 0,0381 |
| Kp estimado (%/h) | 0,0239 | 0,0283 | 0,0265 |
| DE (Kp estimado) | 45,7 | 45,95 | 45,35 |

Apêndice 17 –Desaparecimento da fibra em detergente neutro (FDN) do feno incubada *in situ* nos animais recebendo o TRATAMENTO 2 nos diferentes,horários, parâmetros do modelo de degradação: fração solúvel (a); fração insolúvel e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c); taxa de passagem estimada (Kp estimado) e degradabilidade efetiva (DE).

| Horário /Animal | Período | | | |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 8 | 2 12 | 3 16 | 4 66 |
| 0 | 14,07 | 13,60 | 13,01 | 13,94 |
| 2 | 13,77 | 15,64 | 17,44 | 14,57 |
| 4 | 13,21 | 19,50 | 17,70 | 16,00 |
| 6 | 19,95 | 26,17 | 18,56 | 17,15 |
| 9 | 23,19 | 27,34 | 25,69 | 21,48 |
| 12 | 26,62 | 30,80 | 32,20 | 30,55 |
| 24 | 37,80 | 43,37 | 40,96 | 38,94 |
| 36 | 47,13 | 53,14 | 49,63 | 47,78 |
| 48 | 49,11 | 50,30 | 59,32 | 55,17 |
| 72 | 62,13 | 63,41 | 63,35 | 60,22 |
| 96 | 66,31 | 67,42 | 68,05 | 67,12 |
| a | 10,57 | 14,37 | 11,97 | 10,02 |
| b | 61,98 | 54,93 | 59,63 | 60,23 |
| c | 0,0235 | 0,0296 | 0,0292 | 0,0277 |
| Kp estimado (%/h) | 0,0191 | 0,0227 | 0,0235 | 0,0207 |
| DE (Kpestimado) | 44,87 | 44,69 | 45,02 | 44,56 |

Apêndice 18 –Desaparecimento da fibra em detergente neutro (FDN) do feno incubada *in situ* nos animais recebendo o TRATAMENTO 3 nos diferentes,horários, parâmetros do modelo de degradação: fração solúvel (a); fração insolúvel e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c); taxa de passagem estimada (Kp estimado) e degradabilidade efetiva (DE).

| Horário /Animal | Período | | | |
|-------------------|---------|---------|--------|---------|
| | 1 16 | 2 66 | 3 8 | 4 12 |
| 0 | 14,07 | 13,60 | 13,01 | 13,94 |
| 2 | 12,22 | 16,88 | 13,57 | 12,28 |
| 4 | 13,72 | 20,27 | 18,04 | 16,30 |
| 6 | 17,02 | 20,55 | 19,05 | 15,95 |
| 9 | 20,33 | 23,12 | 22,02 | 20,93 |
| 12 | 33,62 | 30,91 | 27,03 | 28,66 |
| 24 | 37,57 | 29,46 | 32,65 | 36,45 |
| 36 | 40,90 | 42,43 | 49,63 | 52,32 |
| 48 | 52,82 | 50,50 | 52,40 | 58,16 |
| 72 | 55,72 | 56,48 | 60,06 | 59,89 |
| 96 | 60,38 | 58,68 | 64,38 | 61,56 |
| a | 8,73 | 15,34 | 11,09 | 6,61 |
| b | 52,65 | 52,40 | 59,60 | 58,19 |
| c | 0,0334 | 0,0200 | 0,0242 | 0,0368 |
| Kp estimado (%/h) | 0,0187 | 0,0162 | 0,0203 | 0,0236 |
| DE (Kpestimado) | 42,65 | 42,48 | 43,56 | 42,44 |

Apêndice 19 –Desaparecimento da fibra em detergente neutro (FDN) do feno incubada *in situ* nos animais recebendo o TRATAMENTO 4 nos diferentes,horários, parâmetros do modelo de degradação: fração solúvel (a); fração insolúvel e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c); taxa de passagem estimada (Kp estimado) e degradabilidade efetiva (DE).

| Horário /Animal | Período | | | |
|-------------------|---------|--------|---------|---------|
| | 1 66 | 2 8 | 3 12 | 4 16 |
| 0 | 14,07 | 13,60 | 13,01 | 13,94 |
| 2 | 13,67 | 16,02 | 13,83 | 12,28 |
| 4 | 12,38 | 17,14 | 18,64 | 14,38 |
| 6 | 14,32 | 18,44 | 20,09 | 14,20 |
| 9 | 18,48 | 20,85 | 20,93 | 22,11 |
| 12 | 26,09 | 25,81 | 34,77 | 31,01 |
| 24 | 33,97 | 30,41 | 36,15 | 46,66 |
| 36 | 38,57 | 46,30 | 39,16 | 48,19 |
| 48 | 45,38 | 44,55 | 51,64 | 52,12 |
| 72 | 52,87 | 51,80 | 58,93 | 58,86 |
| 96 | 59,33 | 59,84 | 63,86 | 63,13 |
| a | 9,56 | 12,98 | 13,84 | 5,32 |
| b | 55,47 | 53,02 | 57,86 | 56,58 |
| c | 0,0221 | 0,0206 | 0,0205 | 0,0438 |
| Kp estimado (%/h) | 0,0167 | 0,0170 | 0,0207 | 0,0277 |
| DE (Kp estimado) | 41,37 | 42,03 | 41,8 | 40,31 |

Apêndice 20 –Desaparecimento da proteína bruta dos suplementos e do feno incubados *in situ* nos animais diferentes,horários, parâmetros do modelo de degradação: fração solúvel (a); fração insolúvel e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c); taxa de passagem estimada (Kp estimado) e degradabilidade efetiva (DE).

| Horário | Suplementos | | | | Feno | |
|-------------------|-------------|--------|--------|--------|----------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | Horários | |
| 0 | 36,31 | 46,85 | 42,83 | 43,45 | 0 | 36,46 |
| 2 | 46,51 | 44,91 | 52,12 | 50,03 | 3 | 47,32 |
| 4 | 53,19 | 59,52 | 52,89 | 55,85 | 12 | 58,05 |
| 6 | 56,83 | 48,85 | 56,51 | 47,25 | 24 | 66,34 |
| 9 | 69,78 | 58,01 | 53,89 | 54,59 | 48 | 63,32 |
| 12 | 75,21 | 65,04 | 67,43 | 63,27 | 72 | 65,13 |
| 24 | 100,00 | 75,20 | 82,20 | 76,17 | 96 | 67,73 |
| 36 | | 90,46 | 85,27 | 85,93 | 120 | 69,59 |
| 48 | | 94,58 | 85,46 | 91,28 | | |
| a | 38,87 | 44,36 | 44,46 | 45,10 | | 40,21 |
| b | 109,54 | 74,65 | 48,06 | 75,49 | | 26,58 |
| c | 0,0341 | 0,0242 | 0,0489 | 0,0206 | | 0,1011 |
| Kp estimado (%/h) | 0,0716 | 0,0715 | 0,0440 | 0,0404 | | |
| DE (Kpestimado) | 71,61 | 63,42 | 68,11 | 69,02 | | |

Apêndice 21 –Desaparecimento da matéria orgânica dos suplementos incubados *in situ* nos animais diferentes,horários, parâmetros do modelo de degradação: fração solúvel (a); fração insolúvel e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c) e taxa de passagem estimada (Kp estimado).

| Horário | Suplementos | | | |
|-------------------|-------------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0 | 37,70 | 30,94 | 33,75 | 30,89 |
| 2 | 44,82 | 38,67 | 38,49 | 35,87 |
| 4 | 50,66 | 47,52 | 47,00 | 41,60 |
| 6 | 57,81 | 59,04 | 49,42 | 47,15 |
| 9 | 70,61 | 53,59 | 52,85 | 50,75 |
| 12 | 75,73 | 68,60 | 68,53 | 64,56 |
| 24 | 96,91 | 79,44 | 84,22 | 79,61 |
| 36 | 98,07 | 95,78 | 89,43 | 89,64 |
| 48 | 98,43 | 94,49 | 89,35 | 93,29 |
| a | 31,19 | 38,87 | 29,26 | 27,75 |
| b | 70,15 | 109,54 | 64,70 | 72,01 |
| c | 0,0883 | 0,0341 | 0,0685 | 0,0527 |
| Kp estimado (%/h) | 0,0716 | 0,0715 | 0,0440 | 0,0404 |

Apêndice 22 – Tabela de análise de variância para DMO (%).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|--------|----------|---------|
| Tratamento (A) | 3 | 60,97 | 20,32319 | 8,94 ** |
| Período (B) | 2 | 8,07 | 4,033055 | 1,77 NS |
| A*B | 6 | 28,35 | 4,724468 | 2,08 NS |
| Resíduo | 11 | 25,00 | 2,272482 | |
| Total | 22 | 122,38 | | |

Apêndice 23 – Tabela de análise de variância para DMO_{feno} (%).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|---------|----------|----------|
| Tratamento (A) | 3 | 1322,86 | 440,9529 | 78,28 ** |
| Período (B) | 2 | 75,92 | 37,96242 | 6,74 * |
| A*B | 6 | 55,93 | 9,322272 | 1,65 NS |
| Resíduo | 11 | 61,96 | 5,633014 | |
| Total | 22 | 1516,68 | | |

Apêndice 24 – Tabela de análise de variância para DFDN (%).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|--------|----------|----------|
| Tratamento (A) | 3 | 131,04 | 43,67946 | 14,19 ** |
| Período (B) | 2 | 27,93 | 13,96332 | 4,54 * |
| A*B | 6 | 14,90 | 2,482741 | 0,80 NS |
| Resíduo | 11 | 33,85 | 3,077409 | |
| Total | 22 | 207,71 | | |

Apêndice 25 – Tabela de análise de variância para DCEL (%).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|--------|----------|---------|
| Tratamento (A) | 3 | 51,54 | 17,18127 | 5,06 * |
| Período (B) | 2 | 26,02 | 13,00852 | 3,83 * |
| A*B | 6 | 23,53 | 3,921802 | 1,15 NS |
| Resíduo | 11 | 37,37 | 3,397132 | |
| Total | 22 | 138,46 | | |

Apêndice 26 – Tabela de análise de variância para DHEMI (%).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|---------|----------|----------|
| Tratamento (A) | 3 | 1048,22 | 349,4063 | 51,16 ** |
| Período (B) | 2 | 121,20 | 60,60146 | 8,87 ** |
| A*B | 6 | 2,16 | 0,359771 | 0,05 NS |
| Resíduo | 11 | 75,12 | 6,828677 | |
| Total | 22 | 1246,70 | | |

Apêndice 27– Tabela de análise de variância para DVMO (%).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|--------|----------|----------|
| Tratamento (A) | 3 | 137,85 | 45,95135 | 23,83 ** |
| Período (B) | 2 | 0,55 | 0,275012 | 0,14 NS |
| A*B | 6 | 13,66 | 2,276085 | 1,18 NS |
| Resíduo | 11 | 21,21 | 1,928177 | |
| Total | 22 | 173,27 | | |

Apêndice 28– Tabela de análise de variância para EFM (% CMO).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|--------|----------|----------|
| Tratamento (A) | 3 | 178,05 | 59,34918 | 42,74 ** |
| Período (B) | 2 | 7,04 | 3,521769 | 2,53 NS |
| A*B | 6 | 4,04 | 0,673765 | 0,48 NS |
| Resíduo | 11 | 15,27 | 1,388445 | |
| Total | 22 | 204,41 | | |

Apêndice 29 – Tabela de análise de variância para pH FECAL.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|------|----------|----------|
| Tratamento (A) | 3 | 6,56 | 2,185689 | 87,44 ** |
| Período (B) | 2 | 0,09 | 0,044827 | 1,79 NS |
| A*B | 6 | 0,30 | 0,049913 | 1,99 NS |
| Resíduo | 11 | 0,27 | 0,024995 | |
| Total | 22 | 7,22 | | |

Apêndice 30 – Tabela de análise de variância para CMO (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|------|----------|----------|
| Tratamento (A) | 3 | 1,66 | 0,554312 | 19,63 ** |
| Período (B) | 2 | 0,14 | 0,072137 | 2,55 NS |
| A*B | 6 | 0,11 | 0,017512 | 0,62 NS |
| Resíduo | 11 | 0,31 | 0,028227 | |
| Total | 22 | 2,22 | | |

Apêndice 31 – Tabela de análise de variância para CMO_{feno} (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|------|----------|---------|
| Tratamento (A) | 3 | 0,64 | 0,212295 | 7,40 ** |
| Período (B) | 2 | 0,16 | 0,077554 | 2,70 NS |
| A*B | 6 | 0,10 | 0,016407 | 0,57 NS |
| Resíduo | 11 | 0,32 | 0,028664 | |
| Total | 22 | 1,21 | | |

Apêndice 32 – Tabela de análise de variância para CoefSub.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|---------|---------|---------|
| Tratamento (A) | 2 | 0,13459 | 0,06729 | 1,08 NS |
| Período (B) | 2 | 0,27549 | 0,13774 | 2,22 NS |
| A*B | 4 | 0,31581 | 0,07895 | 1,27 NS |
| Resíduo | 9 | 0,55871 | 0,06208 | |
| Total | 17 | 1,28459 | | |

Apêndice 33 – Tabela de análise de variância para CMOD (UTM).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|---------|----------|----------|
| Tratamento (A) | 3 | 1221,58 | 407,1917 | 26,75 ** |
| Período (B) | 2 | 127,33 | 63,66605 | 4,18 * |
| A*B | 6 | 57,85 | 9,642114 | 0,63 NS |
| Resíduo | 11 | 167,41 | 15,21949 | |
| Total | 22 | 1574,17 | | |

Apêndice 34 – Tabela de análise de variância para CPDR:CMOD.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|-------|----------|---------|
| Tratamento (A) | 3 | 7,46 | 2,485364 | 7,48 ** |
| Período (B) | 2 | 2,12 | 1,05913 | 3,18 NS |
| A*B | 6 | 2,95 | 0,491699 | 1,48 NS |
| Resíduo | 11 | 3,66 | 0,332379 | |
| Total | 22 | 16,18 | | |

Apêndice 35 – Tabela de análise de variância CMO (%PC)- Experimento II.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|--------|---------|----------|
| Tratamentos | 3 | 0,8151 | 0,27170 | 62,63 ** |
| Colunas | 3 | 0,0962 | 0,03207 | 7,39 * |
| Linhas | 3 | 0,0132 | 0,00442 | 1,02 NS |
| Erro | 5 | 0,0216 | 0,0043 | |
| Total | 14 | 0,9463 | | |

Apêndice 36 – Tabela de análise de variância CMO_{feno} (%PC)- Experimento II.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|--------|--------|-----------|
| Tratamentos | 3 | 0,9056 | 0,3019 | 147,37 ** |
| Colunas | 3 | 0,0468 | 0,0156 | 7,61 * |
| Linhas | 3 | 0,0301 | 0,0100 | 4,90 NS |
| Erro | 5 | 0,0102 | 0,0020 | |
| Total | 14 | 0,9928 | | |

Apêndice 37 – Tabela de análise de variância para pH ruminal.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|-----|--------|--------|----------|
| Tratamentos (A) | 3 | 5,8682 | 1,9560 | 21,13 ** |
| Linhas (B) | 3 | 1,6129 | 0,5376 | 6,68 * |
| Colunas (C) | 3 | 0,6406 | 0,2135 | 3,03 NS |
| Erro a | 6 | 0,3754 | 0,0625 | |
| Horários (D) | 16 | 6,1352 | 0,3834 | 6,42 * |
| AxD | 48 | 1,4815 | 0,0308 | 1,74 * |
| BxD | 48 | 0,9914 | 0,0206 | 1,16 NS |
| CxD | 48 | 0,6592 | 0,0137 | 0,77 NS |
| Erro b | 79 | 1,4029 | 0,0177 | |
| Total | 254 | 19,167 | | |

Apêndice 38 – Tabela de análise de variância para Amonia ruminal.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|-----|---------|--------|---------|
| Tratamentos (A) | 3 | 498,16 | 166,05 | 2,89 NS |
| Linhas (B) | 3 | 97,94 | 32,64 | 1,00 NS |
| Colunas (C) | 3 | 31,15 | 10,38 | 0,38 NS |
| Erro a | 6 | 189,85 | 31,64 | |
| Horários (D) | 9 | 5006,58 | 556,28 | 9,81 ** |
| AxD | 27 | 782,68 | 28,97 | 3,18 ** |
| BxD | 27 | 266,57 | 9,87 | 1,08 NS |
| CxD | 27 | 531,51 | 19,68 | 2,16 NS |
| Erro b | 44 | 400,98 | 9,11 | |
| Total | 149 | 7805,12 | | |

Apêndice 39– Tabela de análise de variância para a fração “a” da degradabilidade da MO.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|----------|----------|----------|
| Tratamentos | 3 | 6,249063 | 2,083021 | 2,55 NS |
| Colunas | 3 | 2,912305 | 0,970768 | 1,19 NS |
| Linhas | 3 | 25,59236 | 8,530788 | 10,46 ** |
| Erro | 5 | 4,076039 | 0,815208 | |
| Total | 14 | 38,82977 | | |

Apêndice 40 – Tabela de análise de variância para a fração “b” da degradabilidade da MO.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|----|----------|----------|----------|
| Tratamentos | 3 | 74,76698 | 24,92233 | 57,49 ** |
| Colunas | 3 | 16,32363 | 5,441208 | 12,55 ** |
| Linhas | 3 | 69,89569 | 23,29856 | 53,74 ** |
| Erro | 5 | 2,16758 | 0,433516 | |
| Total | 14 | 163,1539 | | |

Apêndice 41– Tabela de análise de variância para a fração “c” da degradabilidade da MO.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|----------|----------|----------|
| Tratamentos | 3 | 0,000218 | 7,27E-05 | 8,95 ** |
| Colunas | 3 | 0,000295 | 9,85E-05 | 12,12 ** |
| Linhas | 3 | 0,000294 | 9,81E-05 | 12,07 ** |
| Erro | 5 | 4,06E-05 | 8,12E-06 | |
| Total | 14 | 0,000848 | | |

Apêndice 42 – Tabela de análise de variância para DEestimada da MO.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|----------|----------|-----------|
| Tratamentos | 3 | 467,44 | 155,8133 | 396,75 ** |
| Colunas | 3 | 0,442817 | 0,147606 | 0,37 NS |
| Linhas | 3 | 2,164617 | 0,721539 | 1,83 NS |
| Erro | 5 | 1,963583 | 0,392717 | |
| Total | 14 | 472,011 | | |

Apêndice 43– Tabela de análise de variância para a fração “a” da degradabilidade da FDN.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|----------|----------|----------|
| Tratamentos | 3 | 12,18503 | 4,061677 | 3,51 ** |
| Colunas | 3 | 16,8631 | 5,621035 | 4,86 NS |
| Linhas | 3 | 102,2379 | 34,0793 | 29,50 ** |
| Erro | 5 | 5,775396 | 1,155079 | |
| Total | 14 | 137,0614 | | |

Apêndice 44 – Tabela de análise de variância para a fração “b” da degradabilidade da FDN.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|----------|----------|----------|
| Tratamentos | 3 | 149,7827 | 49,92757 | 46,70 ** |
| Colunas | 3 | 26,85731 | 8,952436 | 8,37 * |
| Linhas | 3 | 93,71094 | 31,23698 | 29,22 ** |
| Erro | 5 | 5,344812 | 1,068962 | |
| Total | 14 | 275,6958 | | |

Apêndice 45 – Tabela de análise de variância para a fração “c” da degradabilidade da FDN.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|----------|----------|----------|
| Tratamentos | 3 | 0,000197 | 6,58E-05 | 6,05 * |
| Colunas | 3 | 0,000454 | 0,000151 | 13,93 ** |
| Linhas | 3 | 0,000302 | 0,000101 | 9,27 ** |
| Erro | 5 | 5,43E-05 | 1,09E-05 | |
| Total | 14 | 0,001008 | | |

Apêndice 46 – Tabela de análise de variância para DEestimada da FDN.

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|----------|----------|-----------|
| Tratamentos | 3 | 47,57179 | 15,85726 | 120,66 ** |
| Colunas | 3 | 0,453808 | 0,151269 | 1,15 NS |
| Linhas | 3 | 2,037625 | 0,679208 | 5,17 NS |
| Erro | 5 | 0,657083 | 0,131417 | |
| Total | 14 | 50,72031 | | |

Apêndice 47 – Tabela de análise de regressão para DMO (%) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|----------|----------|----------|
| Linear | 1 | 0,08569 | 0,08569 | 0,02 NS |
| Quadrática | 1 | 60,27491 | 60,27491 | 19,43 ** |
| Resíduo | 20 | 62,0192 | 3,10096 | |
| Total | 22 | 122,38 | | |

Apêndice 48 – Tabela de análise de regressão para DMO_{feno} (%) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|---------|-----------|
| Linear | 1 | 1075,58 | 1075,58 | 107,95 ** |
| Quadrática | 1 | 241,83 | 241,83 | 24,27 ** |
| Resíduo | 20 | 199,27 | 9,9635 | |
| Total | 22 | 1516,68 | | |

Apêndice 49 – Tabela de análise de regressão para DFDN (%) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|---------|----------|
| Linear | 1 | 130,788 | 130,788 | 34,00 ** |
| Quadrática | 1 | 0,007 | 0,007 | 0,001 NS |
| Resíduo | 20 | 76,9183 | 3,84592 | |
| Total | 22 | 207,713 | | |

Apêndice 50 – Tabela de análise de regressão para DCEL (%) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|---------|----------|
| Linear | 1 | 49,5957 | 49,5957 | 11,25 ** |
| Quadrática | 1 | 0,6988 | 0,6988 | 0,15 NS |
| Resíduo | 20 | 88,1657 | 4,40828 | |
| Total | 22 | 138,46 | | |

Apêndice 51 – Tabela de análise de regressão para DHEMI (%) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|---------|-----------|
| Linear | 1 | 1047,16 | 1047,16 | 105,06 ** |
| Quadrática | 1 | 0,2 | 0,2 | 0,02 NS |
| Resíduo | 20 | 199,337 | 9,96687 | |
| Total | 22 | 1246,7 | | |

Apêndice 52– Tabela de análise de regressão para DVMO (%) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|---------|----------|
| Linear | 1 | 134,763 | 134,763 | 75,78 ** |
| Quadrática | 1 | 2,944 | 2,944 | 1,65 NS |
| Resíduo | 20 | 35,5639 | 1,7782 | |
| Total | 22 | 173,271 | | |

Apêndice 53 – Tabela de análise de regressão para EFM (%CMO) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|---------|-----------|
| Linear | 1 | 141,493 | 141,493 | 107,88 ** |
| Quadrática | 1 | 36,683 | 36,683 | 27,97 ** |
| Resíduo | 20 | 26,2303 | 1,31152 | |
| Total | 22 | 204,407 | | |

Apêndice 54 – Tabela de análise de regressão para pH FECAL pelo consumo de matéria seca de milho (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|---------|-----------|
| Linear | 1 | 6,50394 | 6,50394 | 192,99 ** |
| Quadrática | 1 | 0,04318 | 0,04318 | 1,28 NS |
| Resíduo | 20 | 0,67402 | 0,0337 | |
| Total | 22 | 7,22115 | | |

Apêndice 55 – Tabela de análise de regressão para CMO (%PC) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|---------|----------|
| Linear | 1 | 1,63874 | 1,63874 | 56,37 ** |
| Quadrática | 1 | 0,00263 | 0,00263 | 0,09 NS |
| Resíduo | 20 | 0,58141 | 0,02907 | |
| Total | 22 | 2,22278 | | |

Apêndice 56 – Tabela de análise de regressão para CMO_{feno} (%PC) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|---------|----------|
| Linear | 1 | 0,61999 | 0,61999 | 21,22 ** |
| Quadrática | 1 | 0,00127 | 0,00127 | 0,04 NS |
| Resíduo | 20 | 0,58447 | 0,02922 | |
| Total | 22 | 1,20573 | | |

Apêndice 57 – Tabela de análise de regressão para CMOD (UTM) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|---------|----------|
| Linear | 1 | 1162,39 | 1162,39 | 65,93 ** |
| Quadrática | 1 | 59,19 | 59,19 | 3,35 NS |
| Resíduo | 20 | 352,59 | 17,6295 | |
| Total | 22 | 1574,17 | | |

Apêndice 58 – Tabela de análise de regressão para CMO (%) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC) – Experimento II

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|----------|--------|
| Linear | 1 | 0.8316 | 0.8316 | 87.760 |
| Quadrática | 1 | 0.00101 | 0.00101 | 0.1065 |
| Resíduo | 12 | 0.11371 | 0.009476 | |
| Total | 14 | 0.94632 | | |

Apêndice 59 – Tabela de análise de regressão para CMOFeno (%) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC) – Experimento II

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|----------|----------|
| Linear | 1 | 0.8833 | 0.8833 | 98.37216 |
| Quadrática | 1 | 0.00173 | 0.00173 | 0.192668 |
| Resíduo | 12 | 0.10775 | 0.008979 | |
| Total | 14 | 0.99278 | | |

Apêndice 60– Tabela de análise de regressão para DEMOFeno (%) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|---------|-----------|
| Linear | 1 | 366,58 | 366,58 | 144,60 ** |
| Quadrática | 1 | 75,01 | 75,01 | 29,59 ** |
| Resíduo | 12 | 30,4206 | 2,53505 | |
| Total | 14 | 472,011 | | |

Apêndice 61 – Tabela de análise de regressão para DEFDN (%) pelo consumo de matéria seca de milho (%PC).

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|----|---------|----------|-----------|
| Linear | 1 | 45,6789 | 45,6789 | 109,53 ** |
| Quadrática | 1 | 0,0371 | 0,0371 | 0,09 NS |
| Resíduo | 12 | 5,00433 | 0,417028 | |
| Total | 14 | 50,7203 | | |

Apêndice 62 – Tabela de análise de variância para testar os contrastes entre os regressores das equações de regressão linear ajustadas para o pH ruminal, nos diferentes horários e tratamentos .

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|-----|----------|----------|----------|
| Modelo | 25 | 12,3532 | 0,4941 | 17,84 ** |
| Contrastes | | | | |
| tr2 vs tr1 | 1 | 0,062088 | 0,062088 | 3,50 NS |
| tr3 vs tr1 | 1 | 0,331067 | 0,331067 | 18,70 ** |
| tr4 vs tr1 | 1 | 0,420909 | 0,420909 | 23,78 ** |
| tr3 vs tr2 | 1 | 0,106412 | 0,106412 | 6,01 ** |
| tr4 vs tr2 | 1 | 0,15968 | 0,15968 | 9,02 ** |
| tr4 vs tr3 | 1 | 0,005386 | 0,005386 | 0,30 NS |
| Erro | 79 | 1,4029 | 0,0177 | |
| Total | 254 | 19,167 | | |

Apêndice 63– Tabela de análise de variância para testar os contrastes entre os regressores das equações de regressão linear ajustadas para o Amonia ruminal, nos diferentes horários e tratamentos .

| Causas da Variação | GL | SQ | QM | F |
|-----------------------|-----|---------|-------|------|
| Modelo | 13 | 948,82 | 72,98 | 1,55 |
| Contrastes | | | | |
| tr2 vs tr1 | 1 | 0,028 | 0,028 | 0,00 |
| tr3 vs tr1 | 1 | 8,82 | 8,82 | 0,19 |
| tr4 vs tr1 | 1 | 0,588 | 0,588 | 0,01 |
| tr3 vs tr2 | 1 | 9,85 | 9,85 | 0,21 |
| tr4 vs tr2 | 1 | 0,357 | 0,357 | 0,01 |
| tr4 vs tr3 | 1 | 13,96 | 13,96 | 0,30 |
| Erro | 146 | 6856,33 | 46,96 | |
| Total | 159 | 7805,15 | | |

9. VITA

Fábio Schuler Medeiros, filho de Fernando Santos Medeiros e Gládis Teresinha Schuler Medeiros, nasceu aos 25 dias do mês de outubro de 1977, em Porto Alegre, RS.

Freqüentou o ensino primário e médio na escola Marista Nossa Senhora do Rosário, em Porto Alegre, concluindo o ensino médio em 1994. Ingressou no curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Santa Maria, no ano de 1995. Foi monitor da disciplina de Bromatologia Animal, no Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, de maio de 1995 a junho de 1996, ocasião na qual começou a trabalhar como bolsista voluntário deste departamento sob a orientação do Prof. Dr. José Laerte Nornberg, em caráter de iniciação científica, permanecendo sob sua orientação até o final do curso. Cumpriu o estágio curricular obrigatório na Empresa Agropecuária Guatambu-RS, formando-se Médico Veterinário em dezembro de 2000. Ingressou no curso de mestrado em zootecnia, área de produção animal, em março de 2002, sob a orientação do Prof. Dr. Harold Ospina Patino.