

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

**EFEITOS ASSOCIATIVOS DA SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA E
PROTÉICA DE VOLUMOSO DE BAIXA QUALIDADE EM OVINOS**

ANDRÉ LUÍS FINKLER DA SILVEIRA

Médico veterinário, Mestre em Zootecnia - UFRGS

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

Porto Alegre (RS), Brasil

Janeiro de 2007

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pela fé.

Ao meu Orientador, professor Harold pelos ensinamentos, pelo estímulo à pesquisa, pela amizade e pela dedicação.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro dado na forma da bolsa e da taxa de bancada, sem os quais o trabalho ficaria inviabilizado.

À minha esposa Elaine que me apoiou nesta etapa tão importante das nossas vidas.

Aos meus pais e meu irmão. Meus pais que me ensinaram os valores que procuro seguir e se conformaram com a minha ausência, muitas vezes por meses, da convivência familiar sem, em momento algum, deixar de me estimular.

Ao Sr. Arno Petry que jamais cobrou o pagamento dos animais experimentais. Felizmente ele já recebeu...

Aos meus colegas: Eduardo Azevedo, um companheiro nos melhores e piores momentos do trabalho, Maria Helena, Francisco Cortez, Diego OCampos (Gracias amigos!), Fábio Medeiros e Gilmar Brüning, aos bolsistas Cássio Wilbert, Diogo Del Ré e Gabriel Salis, e o meu amigo Fabrício Pellissari, que muitas vezes ajudaram física ou moralmente na execução deste trabalho (também ajudaram a consumir a carne nos churrascos dos finais de semana).

Ao professor Laerte Nörnberg que “emprestou” o NIDAL para as determinações de nitrogênio amoniacal, assim como a seus alunos.

Ao setor de cirurgia do Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS,

especialmente ao professor Afonso Beck e o mestrando Rafael que prepararam cirurgicamente os animais deste experimento.

Aos professores deste Programa de Pós-Graduação, que não pouparam esforços no ensino e estímulo. Em especial ao professor Ênio Rosa Prates, meu primeiro orientador e, juntamente com o Prof. Harold, um dos grandes responsáveis pela minha formação de pesquisador.

À coordenação do PPG-Zootecnia, nas pessoas do professor Alexandre Kessler e da Ione Borcelli (melhor secretária do mundo).

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia: Ângela, Débora, Lauro, Mônica, Maria do Carmo e Rosária, que estiveram sempre disponíveis para fazer uma cópia, analisar uma proteína ou até mesmo ajudar no manejo dos animais. Aos funcionários do Departamento de Solos: Adão e “Tonho” que auxiliaram na execução das análises de cromo.

Aos animais que, em momento algum, reclamaram da condição de “animais experimentais” e dia após dia ajudaram na produção destes dados.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a minha formação e para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

EFEITOS ASSOCIATIVOS DA SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA E PROTÉICA DE VOLUMOSO DE BAIXA QUALIDADE EM OVINOS¹

Autor: André Luís Finkler da Silveira

Orientador: Harold Ospina Patino

RESUMO

Foi realizado um experimento de suplementação com ovinos machos inteiros fistulados no rúmen. Os tratamentos foram dois níveis de suplementação com milho moído (0 e 1 % do peso corporal) e 4 níveis de suplementação de proteína degradável no rúmen (PDR: 0, 40, 80 e 120 %) em relação à exigência estimada de 13 % da matéria orgânica digestível. O volumoso utilizado foi feno de Coast Cross (*Cynodon dactylon*) de baixa qualidade (PB: 5,5 %, FDN: 78,6 %). As fontes de PDR foram a proteína isolada de soja e a amiréia. Foram realizadas medidas de digestibilidade, consumo, pH e N-NH₃ ruminais, degradabilidade ruminal da MS e da FDN e parâmetros de degradação ruminal. Sobre a digestibilidade foram observados efeitos da PDR apenas quando houve suplementação com energia, sendo o efeito linear e positivo para a digestibilidade da MO, FDN, celulose, digestibilidade real da MO e digestibilidade estimada do feno. Não houve efeitos da suplementação com PDR sobre o consumo, sendo este apenas afetado pela suplementação energética. Os níveis de amônia ruminal aumentaram com a suplementação com PDR, entretanto a resposta foi linear quando houve energia suplementar e quadrática quando não houve suplemento energético. O pH ruminal foi afetado pelo nível de energia e pela disponibilidade de N-NH₃ no rúmen, sendo ambos de maneira negativa. O aumento na concentração de N-NH₃ afetou a digestibilidade quando a energia foi suplementada, e não houve efeito quando suplementada apenas PDR. A degradabilidade ruminal da MS e da FDN foi afetada negativamente pelo nível de energia a partir de 6 até 96 horas de incubação. A taxa de degradação ruminal da MS e da FDN foi afetada positiva e linearmente pela suplementação com PDR na presença de suplemento energético, não havendo efeito da PDR na ausência de energia. A análise dos dados por regressão mostrou aumento no consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) nos animais que receberam suplemento energético quando a relação entre o consumo de PDR e o CMOD (CPDR:CMOD) foi em torno de 11,8 % e não houve resposta na ausência de suplemento energético. A relação ideal entre CPDR:CMOD assim como concentração ótima de nitrogênio amoniacal dependem do tipo de dieta utilizada.

¹ Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (108 p.) janeiro, 2007.

ASSOCIATIVE EFFECTS OF THE ENERGY AND PROTEIC SUPPLEMENTATION OF LOW-QUALITY FORAGE IN SHEEP²

Autor: André Luís Finkler da Silveira

Orientador: Harold Ospina Patino

ABSTRACT

A supplementation trial was accomplished with whole male lambs rumen fistulated. The treatments were two supplementation levels with milled corn (0 and 1% of the body weight) and 4 levels of rumen degradable intake protein (DIP: 0, 40, 80 and 120%) in relation to the estimated requirements of 13% of the digestible organic matter. The forage used it was Coast Cross hay (*Cynodon dactylon*) of low-quality (CP: 5,5%, NDF: 78,6%). The DIP sources were the soybean isolated protein and the starea. The major measures were: digestibility, intake, ruminal pH and N-NH₃, rumen degradability of DM and NDF, and ruminal degradation parameters. On the digestibility effects of DIP were just observed when there was energy supplementation, being the lineal and positive effect for the digestibility of the OM, NDF, cellulose, organic matter true digestibility and estimated hay digestibility. There were not effects of the DIP supplementation with the intake, being just this affected for the energy supplementation. The levels of ruminal ammonia increased with the DIP supplementation, however the response was lineal when there was supplemental energy and quadratic when there was not energy supplement. The ruminal pH was affected by the level of energy and for the availability of N-NH₃ in the rumen, being both in a negative way. The increase in the concentration of N-NH₃ affected the digestibility when the energy was supplemented, and there was not effect when only DIP was supplemented. The ruminal degradability of the DM and of NDF was affected negatively for the level of energy, starting from 6 up to 96 hours of incubation. The rate of ruminal degradation of the DM and of NDF were affected positive and lineally for the DIP supplementation in the presence of energy supplement, not showing effect in the absence of energy. The analysis of the regression data of digestible organic matter intake (DOMI) showed an increase the animals that received energy supplement when the relationship between the consumption of DIP and DOMI (DIP:DOMI) it was around 11,8% and there was not response in the absence of energy supplement. The ideal DIP:DOMI relationship as well as the rumen ammonia nitrogen concentration are dependent of the used diet.

² Doctoral Science Thesis in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (108 p.) January, 2007.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1	Importância da suplementação na produção de ruminantes.....	3
2.2	Aspectos nutricionais da suplementação de ruminantes. Efeitos associativos.....	3
2.1	Fatores que afetam o aparecimento dos efeitos associativos em volumosos de baixa qualidade.....	7
2.1.1	pH ruminal.....	7
2.1.2	Nível e tipo de carboidratos e sua relação com o pH ruminal.....	9
2.1.3	Nível e tipo de proteína degradável no rúmen (PDR).....	11
2.1.4	Sincronização entre a taxa de liberação de energia fermentável e a PDR e seu efeito sobre alguns parâmetros ruminais.....	16
2.1.5	Taxa de passagem da fase particulada do conteúdo ruminal.....	17
2.1.6	Degradabilidade ruminal.....	18
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1	Local e Duração do experimento.....	21
3.2	Animais experimentais.....	21
3.3	Tratamentos.....	22
3.3.1	Formulação dos suplementos.....	22
3.4	Condução do experimento.....	23
3.4.1	Alimentos e alimentação.....	23
3.4.2	Determinações.....	25
3.5	Análises laboratoriais.....	31
3.6	Delineamento experimental e análises estatísticas.....	31
3.6.1	Modelos matemáticos.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1	Coeficientes de digestibilidade.....	35
4.1.1	Efeitos associativos sobre a digestibilidade.....	42
4.2	Consumo das frações nutritivas.....	43
4.2.1	Relações CPDR:CMOD e CMOD.....	46
4.3	Taxa de passagem da fase sólida.....	49
4.4	Degradabilidade ruminal da FDN.....	52
4.4.1	Parâmetros de degradação da FDN.....	54
4.5	Nitrogênio amoniacal e pH.....	56
4.6	Relação entre a concentração de N-NH ₃ , a % de volumoso e os coeficientes de digestibilidade na presença de suplemento energético.....	61
5	CONCLUSÕES.....	65

6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
7.	APÊNDICES	75
8.	VITA.....	108

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1. Composição bromatológica e proteína degradável no rúmen (PDR) do feno e dos concentrados	24
Tabela 2. Composição dos concentrados dos diferentes tratamentos (na base úmida), nível de oferta em % do PC dos animais e DMO estimada.....	25
Tabela 3. Amostras (horários) em que não ocorreram determinações de N-NH ₃ , nos períodos 1 e 3, dentro dos níveis de PDR.....	28
Tabela 4. Efeito do nível de PDR e da presença ou não de energia sobre a digestibilidade aparente da matéria orgânica (DMO, %), digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN, %), da celulose (DCEL, %) da hemicelulose (DHCEL, %), digestibilidade real da matéria orgânica (DMOR, %), excreção fecal metabólica (EFM, %) e digestibilidade aparente da matéria orgânica do feno (DMOf, %) com seus respectivos efeitos principais, interações e regressões linear (L) e quadrática (Q).	36
Tabela 5. Efeito do nível de PDR e da presença ou não de energia sobre o consumo de matéria orgânica total, em gramas por dia (CMO, g/ dia), como percentagem do peso corporal (CMO, % PC), de feno em gramas por dia (CMO feno, g/dia), como percentagem do peso corporal (CMO feno, % PC), consumo de matéria orgânica de concentrado em gramas por dia (CMO conc, g/dia) e em percentagem do peso corporal (CMO conc, % PC) e consumo de matéria orgânica digestível em gramas por dia (CMOD, g/d) e em percentagem do peso corporal (CMOD, % PC).....	45
Tabela 6. Relação entre o consumo de PDR e o consumo de matéria orgânica digestível (CPDR:CMOD, %) e relação CPDR com o consumo de matéria orgânica realmente digerida (CPDR:CMODr, %)	47
Tabela 7. Efeito do nível de PDR e da presença ou não de energia sobre a taxa de passagem da fase sólida pelo rúmen-retículo (k1), pelo baixo trato (k2), tempo de trânsito (TT, horas), tempo de retenção ruminal (TRR), tempo de retenção no baixo trato (TRC) e tempo total de retenção da digesta (TTR).	51
Tabela 8. Efeito do nível de PDR e da presença ou não de energia sobre a degradabilidade ruminal da FDN nos diferentes horários de incubação.....	53
Tabela 9. Efeito do nível de PDR e da presença ou não de energia sobre as médias ajustadas da interação energia-horário de incubação para a degradabilidade ruminal da FDN.....	54

Tabela 10. Efeito do nível de PDR e da presença ou não de energia sobre os parâmetros de degradação da FDN do feno incubado: a – fração rapidamente solúvel (%), b – fração insolúvel e potencialmente degradável (%), c – taxa de degradação, LT – tempo de colonização (horas) e DE – degradabilidade efetiva (%).	55
Tabela 11. Médias ajustadas de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃ , mg/DL) em função do efeito da interação energia*PDR.	58
Tabela 12. Efeito da interação energia*horário sobre as médias de pH ruminal. .	60
Tabela 13. Regressão múltipla linear entre o pH ruminal 4 horas após a alimentação da manhã, os níveis de energia e a concentração de N-NH ₃ (mg/dL).....	61
Tabela 14. Regressões lineares múltiplas entre a concentração de N-NH ₃ média e nos diferentes horários, o percentual de volumoso e a digestibilidade aparente da MO, as digestibilidades da FDN, celulose, hemicelulose e real dentro do nível 1 de energia.....	63

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1. Mapa conceitual dos efeitos associativos da suplementação de volumosos de média e baixa qualidade com proteína e ou energia, considerando que não há limitações de oferta para a ingestão do volumoso.	9
Figura 2. Relação entre o consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) e a relação CPDR:CMOD.	49
Figura 3. Efeito da interação energia*PDR sobre a taxa de degradação da FDN do feno.	56
Figura 4. Relação entre a energia suplementar, a suplementação com proteína degradável no rúmen, o tempo de coleta pós alimentação (horas) e o nitrogênio amoniacal (N-NH ₃ , mg/DL).....	57
Figura 5. Relação entre a concentração de N-NH ₃ e a relação CPDR:CMOD com e sem energia suplementar.	59
Figura 6. Relação entre a energia suplementar, a suplementação com proteína degradável no rúmen, o tempo de coleta pós alimentação (horas) e o pH ruminal (médias ajustadas pelo LSmeans do SAS)	59

LISTA DE ABREVIATURAS

ADE: complexo vitamínico contendo as vitaminas A, D e E.

CMO: consumo de matéria orgânica

CMOD: consumo de matéria orgânica digestível

CPDR:CMOD: relação entre o consumo de proteína degradável no rúmen e o consumo de matéria orgânica digestível, expressa em percentagem

CPDR:CMODR: relação entre o consumo de proteína degradável no rúmen e o consumo de matéria orgânica digestível real, expressa em percentagem

Cr: cromo

Csupl: consumo de suplemento

CVPS: consumo de volumoso depois da suplementação

CVSS: consumo de volumoso sem suplementação,

DCEL: digestibilidade da celulose

DE: degradabilidade efetiva

DFDN: digestibilidade da FDN

DHCEL: digestibilidade da hemicelulose

DMO: digestibilidade aparente da matéria orgânica

DMOf: digestibilidade calculada da matéria orgânica do feno

DMOR: digestibilidade real da matéria orgânica

FDA: fibra em detergente ácido

FDN: Fibra em detergente neutro

k_1 medida quantitativa da velocidade fracional de passagem do marcador pelo rúmen-retículo

k_2 medida quantitativa da velocidade fracional de passagem do marcador pelo ceco e cólon proximal

LDA: Lignina em detergente ácido

LEZO: Laboratório de Ensino Zootécnico

LT: tempo de colonização

MO: Matéria orgânica

MOD: matéria orgânica digestível

MS: matéria seca

N: nitrogênio

NDT: nutrientes digestíveis totais

N-NH₃: nitrogênio amoniacal

NNP: nitrogênio não protéico

PB: proteína bruta

PC: peso corporal (kg)

PDR: proteína degradável no rúmen

PIDA: proteína bruta insolúvel em detergente ácido

PIDN: proteína bruta insolúvel em detergente neutro

TGI: trato gastrintestinal

TRC: tempo médio de retenção do marcador no trato digestivo posterior

TRR: tempo médio de retenção do marcador no rúmen-retículo

TT: tempo de trânsito

TTR: tempo total médio de retenção do marcador no TGI

UTM: unidade de tamanho metabólico ($PC^{0,75}$)

1 INTRODUÇÃO

A suplementação de ruminantes é uma prática bastante utilizada nos dias atuais. Estima-se que no Brasil cerca de 2,7 milhões de cabeças de gado sejam terminadas com suplementação com mais de 500 gramas por animal por dia (Anualpec, 2006).

As misturas minerais são as de maior utilização e aceitação entre os produtores em função, principalmente, do seu baixo custo de implantação, comparada aos outros tipos. A suplementação protéica tem sido bastante utilizada enquanto a energética é muitas vezes preterida, provavelmente, pelo alto custo de sua implantação e também pelos efeitos associativos negativos decorrentes da sua utilização. Estes efeitos associativos os quais são responsáveis por respostas negativas ou aquém das expectativas, são causados principalmente quando utilizados suplementos energéticos elaborados à base de amido como fonte de energia. O principal efeito dos suplementos energéticos amiláceos é a depressão na digestão da fração fibrosa da dieta.

Apesar de preterida, a suplementação energética é a que tem o maior potencial de modificar o desempenho animal, e, em tempos de grandes desafios à produção de carne de qualidade, poderá ser o diferencial e a alternativa em relação à terminação de animais em confinamento.

Diversos trabalhos vêm sendo publicados no intuito de entender os efeitos associativos negativos da suplementação energética sobre a digestão do volumoso. Aparentemente a suplementação com proteína degradável no rúmen (PDR) gera respostas positivas devido ao maior aporte de energia metabolizável, e estas respostas suportam a teoria de que a competição por nutrientes, especialmente o nitrogênio, seria a maior responsável pelos efeitos negativos, em detrimento da teoria, defendida por muito tempo, de que o pH ruminal é o maior responsável por estes efeitos. Além disso, os efeitos dos suplementos protéicos sobre a digestão de volumosos de baixa qualidade não são claros. O aumento no consumo de volumosos de baixa qualidade quando suplementados com proteína é consensual, entretanto alguns trabalhos demonstram haver um aumento na digestibilidade, enquanto outros demonstram que esta não foi alterada.

Este trabalho tem por objetivo esclarecer questões relacionadas à 1) amplitude da resposta à suplementação com PDR (em consumo e digestibilidade) em condições em que há suplementação com energia; 2) as respostas da suplementação com PDR sobre a digestibilidade e consumo de volumosos de baixa qualidade; 3) além de determinar níveis ótimos de PDR nestas condições, correlacionando-os aos parâmetros de degradação ruminal e parâmetros ruminais como o pH e a concentração de nitrogênio amoniacal.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da suplementação na produção de ruminantes

A suplementação pode ser definida como a adição de nutrientes a uma dieta basal e pode ter como objetivos: melhorar o consumo de energia, substituir parte do volumoso ou ainda, estimular o consumo de volumosos de baixa qualidade. Em pastejo, dificilmente, é alcançada a exigência do animal devido a estacionalidade da pastagem, tanto em quantidade quanto em qualidade. Neste contexto, a suplementação pode ser utilizada para minorar as quedas de desempenho, evitar perdas de peso, atingir metas em menor tempo, prevenção de deficiências de minerais, entre outras. O fator econômico não pode ser esquecido, pois, em atividades com margens reduzidas como a pecuária (tanto ovina como bovina) qualquer ganho em eficiência econômica é bem-vindo. Entretanto, o assunto desta revisão limita-se ao estudo das respostas biológicas da suplementação e dos suplementos, mais especificamente dos efeitos destes sobre a ingestão de nutrientes e seu aproveitamento.

2.2 Aspectos nutricionais da suplementação de ruminantes.

Efeitos associativos

Os efeitos associativos são definidos como as respostas observadas no consumo e/ou na digestibilidade, quando ruminantes são alimentados com

misturas de dois ou mais alimentos, sendo que os valores de tais respostas não correspondem à média dos valores observados quando os alimentos são utilizados individualmente (Hart, 1987).

Segundo Lange (1980), os efeitos associativos sobre o consumo podem ser classificados da seguinte maneira:

- Adição – ocorre quando não há diminuição no consumo do volumoso, o consumo total é a soma do consumo de suplemento com o consumo do volumoso sem suplementação.
- Adição com estímulo – ocorre um estímulo ao consumo de volumoso, assim o consumo total é superior a soma do consumo do volumoso sem suplemento com o consumo de suplemento.
- Substituição – o consumo total não se altera, e para cada unidade de suplemento consumido o animal deixa de consumir uma unidade de volumoso.
- Substituição com depressão – ocorre uma diminuição no consumo de volumoso acima do nível e consumo do suplemento, diminuindo o consumo total de alimento.
- Adição com substituição – ocorre substituição de apenas parte do volumoso por suplemento, causando um aumento no consumo total de alimento. A maioria das suplementações encontradas estão inseridas nesta situação pois os efeitos separados dificilmente ocorrem em condições práticas.

A resposta produtiva do ruminante em pastejo é multifatorial, mas o fator mais importante é a ingestão de alimento. Por outro lado, quando a

suplementação é utilizada, surge como principal conceito a substituição (Bargo et al., 2003), que pode ser definida pela fórmula:

$$S = \frac{(CVSS - CVPS)}{C_{supl}}$$

Onde:

CVSS é o consumo de volumoso sem suplementação,

CVPS é o consumo de volumoso depois da suplementação e

C_{supl} é o consumo de suplemento.

Desta forma, substituição (S), no sentido amplo, englobaria os conceitos de adição (S = 0), adição com estímulo (S < -1), substituição (S = -1), substituição com depressão (S > -1) e substituição-adição (0 < S < 1).

Nem sempre uma modificação no consumo é acompanhada por mudanças na digestibilidade e vice-versa. Silveira (2002) observou que novilhos alimentados com feno de média qualidade e recebendo suplementação com milho e níveis crescentes de uréia, aumentaram linearmente a digestibilidade sem que o consumo fosse alterado. O mesmo autor observou aumento linear no consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) com a suplementação com PDR.

Mallmann et al. (2006) verificaram uma resposta quadrática no consumo de feno de baixa qualidade, quando novilhos foram suplementados com níveis crescentes de NNP, sem que fossem encontradas diferenças estatisticamente significativas na digestibilidade. Neste trabalho, o CMOD teve resposta quadrática à suplementação com NNP.

O CMOD é uma das principais respostas buscadas na suplementação, pois é um indicativo do consumo de energia. Esta resposta, corresponde ao produto da multiplicação do consumo pela digestibilidade (na MO), e integra estas duas variáveis em uma única resposta, representando, de forma mais ampla, os efeitos associativos da suplementação.

A qualidade do volumoso (digestibilidade, consumo, etc) assim como sua disponibilidade em condições de pastejo são fatores que interferem no consumo. Em condições de suplementação, onde não há limitação não nutricional (Poppi et al., 1987) ao consumo do volumoso (disponibilidade, acesso, altura da pastagem), os volumosos de melhor qualidade são substituídos em maior quantidade pelo suplemento do que aqueles de menor qualidade (Moore et al., 1999). Um valor chave dado por Moore et al. (1999), é que, com volumosos cujo consumo voluntário é abaixo de 1,75 % do PC, não ocorre substituição. Entretanto, apesar de não serem substituídos em proporções significativas, os volumosos de menor qualidade são os que mais sofrem efeitos sobre a digestibilidade, principalmente quando suplementados com energia baseada em carboidratos amiláceos (Mould et al., 1983; Dixon & Stockdale, 1999; Silveira, 2002).

Nos últimos anos muitos trabalhos têm sido publicados com o objetivo de esclarecer quais são os fatores responsáveis pelo aparecimento destes efeitos associativos sobre a digestibilidade de volumosos de baixa e média qualidade. Entre os principais podem ser citados: a relação e disponibilidade de nutrientes para os microrganismos e seu efeito sobre o pH e alguns parâmetros ruminais (N-NH₃, taxa de passagem, taxa de degradação, etc.) (El-Shazly et al., 1961; Olson et al., 1999; Bodine et al., 2000; Silveira,

2002; Arroquy et al., 2004a; Arroquy et al., 2005).

Na Figura 1 é proposto um mapa conceitual para tentar estabelecer a relação que existe entre alguns dos fatores que contribuem para o aparecimento dos efeitos associativos na suplementação de ruminantes alimentados com volumoso de média e baixa qualidade.

2.1 Fatores que afetam o aparecimento dos efeitos associativos em volumosos de baixa qualidade

Alguns trabalhos têm demonstrado um aumento do consumo de volumosos de baixa qualidade quando estes são suplementados com proteína degradável. Entretanto, ainda pairam dúvidas sobre os reflexos desta sobre a digestibilidade. Alguns trabalhos demonstram aumento da digestibilidade (Klevesahl et al., 2003; Arroquy et al., 2004a; Wickersham et al., 2004), enquanto alguns outros têm demonstrado apenas incrementos no consumo e estabilização da digestibilidade (Bodine et al., 2000; Mallmann et al., 2006). Há de ser ressaltado que seria interessante calcular, naqueles trabalhos, o efeito sobre a digestibilidade do volumoso, já que em geral, são usados alimentos “puros” e de alta digestibilidade como a caseína e a uréia, o que, logicamente, apesar do baixo consumo, aumentaria a digestibilidade.

2.1.1 pH ruminal

Vários trabalhos relacionam a diminuição da digestão da fibra à diminuição do pH ruminal em animais suplementados, sendo este um dos principais fatores estudados.

Mould et al. (1983), utilizando níveis crescentes de suplementação com cevada (grãos), e diferentes graus de processamento do feno e da

cevada, observaram reduções de até 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. Este efeito residual não revertido pelo controle do pH ruminal foi denominado efeito carboidrato.

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, respectivamente. Dados semelhantes a estes são citados por Caton & Dhuyvetter (1997), que discutem a necessidade de maiores estudos focando a relação entre o pH ruminal e a digestibilidade, já que, em vários experimentos, a digestibilidade diminuiu, enquanto o pH ruminal não atingiu os níveis críticos. Romney & Gill (2000) citam que a depressão do pH inibe as enzimas chave na digestão da celulose, hipótese corroborada por Martin et al. (2001) os quais observaram efeito negativo da suplementação com amido (cevada em grãos) sobre a atividade fibrolítica, sem encontrar efeito sobre as principais espécies de microorganismos celulolíticos aderidos à fibra. Segundo os autores as duas hipóteses que podem ser levantadas para explicar este efeito são: (1) depressão da celulólise através de um efeito catabólico do pH e/ou dos produtos da digestão do amido sobre as enzimas fibrolíticas ou (2) uma modificação da colonização e ou das espécies associadas com as partículas. Esta segunda hipótese também foi levantada por Mourino et al. (2001), ao demonstrarem que pode ocorrer uma substancial hidrólise da celulose pelos microorganismos ruminais em pH ruminal abaixo de 6 desde

que as bactérias tenham aderido à celulose, sintetizado o “glicocálix” e iniciado o crescimento bacteriano a um pH superior a este.

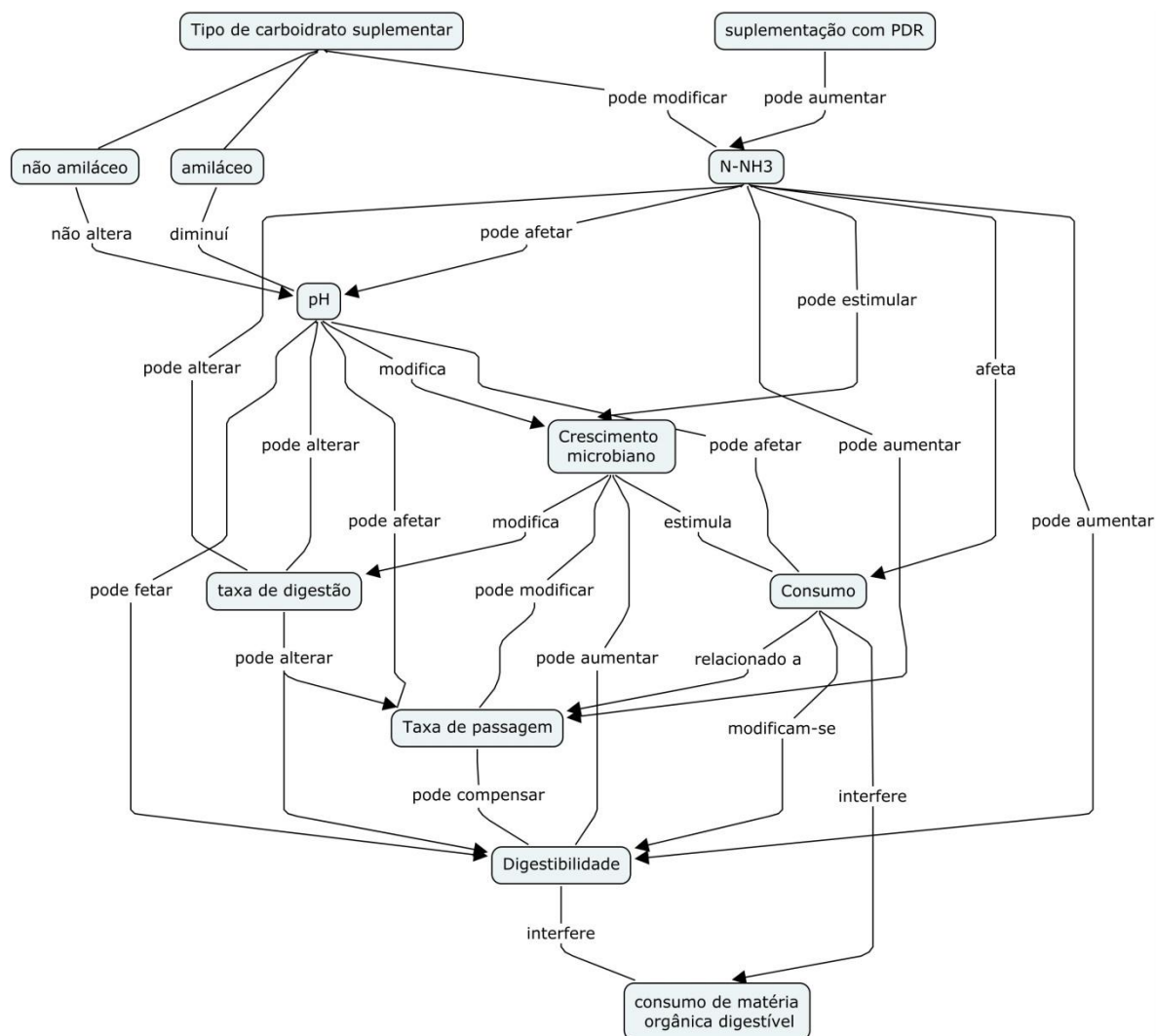


Figura 1. Mapa conceitual dos efeitos associativos da suplementação de volumosos de média e baixa qualidade com proteína e ou energia, considerando que não há limitações de oferta para a ingestão do volumoso.

2.1.2 Nível e tipo de carboidratos e sua relação com o pH ruminal

O pH ruminal parece depender basicamente do tipo de carboidrato usado na suplementação, além de ser limitado pelo suprimento adequado de outros nutrientes. Carboidratos fibrosos normalmente não diminuem o pH por

não gerarem ácido lático na sua fermentação, já carboidratos amiláceos têm o ácido lático como um metabólito comum da sua fermentação.

Gomes (1998) trabalhou com novilhos de corte fistulados no rúmen, substituindo o milho pela casca de soja (0, 50 e 100 %) em dietas com diferentes proporções de concentrado (30, 50 e 70 %). O autor não observou diferenças na digestibilidade da MO e MS, quando a casca de soja substituiu o milho total ou parcialmente. Contudo, foi observado que, quando a casca foi incluída na dieta (50 e 100 %), a digestibilidade da FDN aumentou em relação à dieta que continha apenas milho.

Medeiros et al. (2003) avaliaram o efeito da suplementação do feno de alfafa com milho ou casca de soja (1 % PC) e verificaram que não houve diferenças no consumo de matéria orgânica digestível entre os dois suplementos, entretanto os dois foram superiores ao não suplementado. Sobre a digestibilidade da MO houve diferenças, com superioridade dos suplementados sobre o não suplementado (61,2, 67,2 e 70,1 % para controle, casca de soja e milho respectivamente). A digestibilidade da FDN foi superior para a casca de soja em relação aos demais, provavelmente pelo maior conteúdo de FDN digestível desta em relação ao milho e o feno de alfafa.

Baumann et al. (2004) elaboraram um experimento com o objetivo de testar a interação entre o tipo de carboidrato (0,4 % PC de casca de soja ou milho) e o fornecimento ou não de proteína degradável (0 e 0,2 % PC de farelo de girassol) sobre a digestibilidade e o consumo de novilhos adultos (686 kg) consumindo como dieta basal feno de gramínea (PB: 11,5 %) e palha de trigo (PB: 7,4%) na proporção de 75:25. Foi verificada interação entre tipo de carboidrato e PDR para o pH ruminal, sendo este inferior, quando a fonte de

carboidrato foi o milho suplementado com farelo de girassol, isto é, quando havia PDR suficiente, pode ter havido maior atividade fermentativa, o que diminuiu o pH ruminal. A digestibilidade da matéria orgânica também apresentou interação carboidrato vs. PDR. Quando a casca de soja foi utilizada não houve efeito da PDR, já quando a PDR foi adicionada ao milho houve uma leve diferença em favor desta para a digestibilidade (60 vs 57 %, $p=0,14$).

Olson et al. (1999) observaram efeito da suplementação com energia e proteína sobre o pH ruminal e a digestibilidade. Suplementando feno de baixa qualidade com amido (até 0,3 % do PC) e ou proteína degradável, os autores observaram que, com o maior nível de amido e na ausência de PDR, houve a menor digestibilidade, enquanto o pH ruminal foi o mais alto. Com a suplementação de amido e PDR, o pH ruminal foi inferior, porém em níveis considerados não limitantes (6,25), indicando maior atividade fermentativa e, como consequência, houve maior digestibilidade.

2.1.3 Nível e tipo de proteína degradável no rúmen (PDR)

Segundo Tedeschi et al. (2000), o suprimento de N no rúmen é dado pela soma da proteína degradável da dieta (peptídeos e NNP) com a proteína reciclada (uréia). A participação do N reciclado torna-se mais importante quando ocorre deficiência de N na dieta (Van Soest, 1994). Este último autor sugere 7 % de proteína bruta no volumoso como o nível máximo para que ocorra resposta a suplementação de proteína sobre o consumo. Níveis de proteína bruta acima deste seriam suficientes para que o consumo fosse otimizado, sem a necessidade de suplementação.

As exigências por proteína degradável, ou a eficiência de utilização

desta têm variações bastante amplas. A observação dos dados do SCARM (1990), para ovinos, mostra variações de 95 (feno de trigo) a 169 (azevém perene fresco) g/kg de MOD além de valores semelhantes a estes para bovinos (de 95 a 170 g/g de MOD). O NRC (1996) recomenda, para bovinos de corte, 13 % de PDR em relação ao NDT (para volumosos, o NDT é muito semelhante a MOD) para dietas mistas, o que confere com a recomendação do SCARM (1990). Todavia, no que diz respeito a dietas à base de forragens, aquele cita uma média de 7,82 % do NDT, com valores variando entre 5 e 11,4 %. Uma forma de avaliar a exigência de proteína degradável no rúmen é calcular a relação entre o consumo desta e o consumo de matéria orgânica digestível (CPDR:CMOD). Neste sentido, alguns trabalhos tem apresentado valores da relação CPDR:CMOD de 8,2 até 15,8 %, dependendo do método de ajuste da exigência ou do volumoso utilizado. O ajuste pode ser otimizado através do método de polinômios segmentados ou "linha quebrada" (broken line) (Koster et al., 1996, Klevesahl et al., 2003 e Mathis et al. 2000).

No Brasil, Mallmann et al. (2006) observaram níveis bastante baixos de exigências de PDR para feno de baixa qualidade, quando a amiréia foi utilizada como fonte de PDR: 5,9 ou 8,1 % da matéria orgânica digestível, determinadas, respectivamente, através do modelo de linha quebrada e através do ponto de máxima da função quadrática, respectivamente.

A falta de PDR foi responsável por depressões de 6 a 7 pontos percentuais na digestibilidade da FDN e da MO quando novilhos de corte receberam feno de média a baixa qualidade (9,5 % PB, 81 % FDN) suplementado com milho a 1 % do PC (Silveira, 2002). A reversão deste efeito ocorreu com a utilização de uréia verificando-se aumento linear da DMO e

DFDN à inclusão desta. O mesmo autor verificou aumento de 8,3 g de FDN digeridas para cada grama de uréia suplementar. No trabalho de Bodine et al. (2000), os autores encontraram aumento na DMO do feno (6,1 % PB, 74,6 % FDN) quando a PDR foi suplementada para animais que receberam 0,75 % do PC de milho (de 32 a 48 % de DMO aproximadamente), entretanto não ocorreu modificação para os que não recebiam milho e recebiam proteína (média 56 % aproximadamente). Os autores verificaram diferenças de até 13 pontos percentuais entre a digestibilidade esperada e a observada, quando os animais receberam milho (0,75 % PC) e não houve suplementação com PDR. Com 100 % da PDR suprida, a diferença foi de apenas 2,8 pontos percentuais.

Há certa concordância na literatura quanto às respostas da suplementação com PDR em dietas deficientes em N, principalmente quando esta deficiência é causada por um aumento no consumo de carboidratos amiláceos. A eficiência do uso do N tende a diminuir com a suplementação, entretanto o desempenho animal tende a aumentar. Knaus et al. (2002), encontraram um aumento no desempenho animal, entretanto apenas uma tendência ($P < 0,07$) de aumento na digestibilidade da MS e MO com a adição de uréia na dieta, e efeito semelhante sobre a digestão quando proteína isolada de soja foi adicionada.

Klevesahl et al. (2003) observaram que um aumento no suprimento de PDR (caseína) melhorou a digestão, quando feno de baixa qualidade foi suplementado com amido, apesar desta interação não ter sido significativa.

Tedeschi et al. (2000) verificaram que a inclusão de uma sub-rotina que calculasse a deficiência de PDR no sistema de Cornell melhorou de 0,77 para 0,88 o coeficiente de determinação da relação entre os valores estimados

e o observados da digestibilidade da parede celular. Quando o mesmo sistema foi utilizado para ovinos, houve melhora das estimativas (Cannas et al., 2004), apesar de subestimar as mesmas, o que levou os autores a proporem que ovinos podem reciclar mais nitrogênio do que os bovinos e, portanto, responderem de forma diferente à deficiência de proteína degradável.

Bodine & Purvis (2003) observaram que o desempenho dos animais recebendo suplementos baseados em amido foi inferior aos que consumiam suplemento energético baseado em carboidratos fibrosos, entretanto quando foi suprida a PDR que exigia o tratamento com amiláceos, o desempenho foi semelhante.

Kalscheur et al. (2006) observaram que o suprimento das exigências para vacas leiteiras, tendo como objetivo diminuir a excreção de N no ambiente, melhorou a eficiência de uso do N (30,4 % contra 28,2 % de N recuperado no leite), mas prejudicou o desempenho das vacas, reduzindo a produção leiteira em 0,7 kg/vaca/dia. Os autores observaram resposta linear tanto na produção (positiva) quanto na eficiência de utilização do N (negativa) com níveis crescentes de PDR na dieta.

Segundo Russell et al. (1992), as bactérias celulolíticas utilizam apenas o nitrogênio amoniacal para o crescimento, enquanto as amilolíticas utilizam, também, aminoácidos e peptídeos pré-formados. Algumas evidências de estímulo à atividade celulolítica com a adição de isoácidos têm sido encontradas por alguns autores (Moharrery & Das, 2001). Contudo, outros, como Knaus et al. (2002), não encontraram efeito algum da utilização de proteína verdadeira (fornecedora de isoácidos) sobre a digestibilidade quando esta foi comparada à uréia.

Com novilhos de corte, substituindo a caseína por uréia, Koster et al. (1997) demonstraram que a uréia foi inferior à caseína para a digestibilidade e o consumo, recomendando que a proteína suplementar deveria ter no máximo 75 % de PDR provinda da uréia na suplementação volumosos de baixa qualidade. No entanto, Arroquy et al. (2004b) demonstraram que, quando foi utilizado amido ou dextrose como fonte de carboidrato, a substituição da caseína por uréia não afetou a digestibilidade da FDN nem da MO, apesar de um decréscimo linear na taxa de passagem da fase sólida.

Knaus et al. (2002) encontraram superioridade na digestibilidade quando a uréia foi comparada à proteína isolada de soja como fonte de PDR para novilhos de corte. Ao contrário, Kozloski et al. (no prelo, 2006) não verificaram efeitos sobre a digestibilidade quando uréia ou caseína foram utilizadas como fonte de PDR em ovinos recebendo feno suplementado ou não com farinha de mandioca. Os mesmos autores observaram níveis bem mais elevados de peptídeos e aminoácidos, quando foi utilizada caseína como fonte de PDR, entretanto a digestibilidade não foi alterada, provavelmente pela baixa exigência em aminoácidos dos microorganismos ruminais o que propiciou seu suprimento adequado pelas dietas suplementadas sem fonte de proteína verdadeira.

Demeyer & Fievez (2004) sugerem que, em um ambiente ruminal proporcionado por dietas ricas em fibras de lenta degradação, a população de protozoários é suficientemente ativa para suprir aminoácidos e/ou peptídeos para suportar a renovação da proteína microbiana, não havendo, portanto, a necessidade de suplementação.

2.1.4 Sincronização entre a taxa de liberação de energia fermentável e a PDR e seu efeito sobre alguns parâmetros ruminais

É sabido que fontes de proteína degradável como a uréia e amiréia têm rápida disponibilidade (degradação) ruminal e que os carboidratos fibrosos têm mais lenta degradação (Van Soest, 1994). Assim observa-se uma diferença muito grande entre o momento que ocorre a liberação de energia e a liberação de nitrogênio. Esta hipótese levou alguns pesquisadores a propor que a sincronização melhoraria a síntese de proteína microbiana, além de diminuir a fração do N-NH₃ absorvido desta forma pela parede ruminal (Fox et al., 1992; Russell et al., 1992; Sniffen et al., 1992; Van Soest, 1994). Entretanto, as várias tentativas de demonstrar o efeito da sincronização sobre a síntese de proteína microbiana não têm tido sucesso, provavelmente por fatores como a reciclagem de N através da saliva e a capacidade dos microorganismos ruminais de armazenar energia em momentos de falta de N, para depois utilizarem quando houver suprimento adequado deste (Dewhurst et al., 2000).

Knorr et al. (2005) suplementaram pastagem nativa diferida, no Rio Grande do Sul, com sais proteinados e não verificaram diferenças entre uréia e amiréia no ganho de peso de novilhos de corte, resultado que demonstra que amiréia e uréia não diferem muito em índices produtivos.

Mesmo não ocorrendo aumento da síntese de proteína microbiana, e por conseqüência o aumento da eficiência da utilização da PDR, existem evidências de que, no ciclo de uma refeição, pode ocorrer o aumento da captação do nitrogênio amoniacal, quando há um suprimento adequado de energia (Rémond et al., 2002).

Em sua revisão, Bach et al. (2005) citam outros prováveis motivos para não se encontrar efeitos da sincronização sobre a síntese de proteína microbiana: “Apesar do conceito de sincronização do suprimento de proteína e energia ter uma forte base teórica, é provável que, no complexo ecossistema dos microorganismos ruminais, quando o suprimento está sincronizado para uma subpopulação específica, o mesmo pode não estar sincronizado para outras subpopulações. Portanto, a eficiência microbiana média permanece bastante estável. Também, o nitrogênio reciclado para o rúmen pode contribuir para a estabilização do crescimento microbiano, mesmo quando o suprimento de N não é bem sincronizado.”

2.1.5 Taxa de passagem da fase particulada do conteúdo ruminal

O efeito da suplementação com PDR e ou energia sobre a taxa de passagem da fase sólida tem sido avaliado em vários trabalhos. Em geral, a taxa de passagem aumenta ou permanece inalterada. Dificilmente há uma diminuição com a suplementação com PDR. Este efeito deve-se principalmente ao aumento no consumo do volumoso que ocorre neste tipo de suplementação.

No trabalho de Wickersham et al. (2004), não foi observado efeito da infusão pós ruminal de caseína sobre a taxa de passagem, entretanto houve tendência de aumento desta quando a fonte de PDR foi infundida no rúmen.

Klevesahl et al. (2003) observaram aumento da taxa de passagem, com comportamento quadrático (1,5 até 2,8 %/h), quando suplementaram diferentes níveis de caseína em dietas apenas com feno ou com feno mais suplementação de amido (0,3 % PC), independente do nível de amido.

Arroquy et al. (2004a) verificaram aumento linear na taxa de

passagem (2 até 3,5%/h), quando suplementaram PDR em dietas que continham feno de baixa qualidade suplementado com amido ou dextrose, não havendo interação entre a fonte de carboidrato e o nível de PDR suplementar. O aumento na taxa de passagem provavelmente deu-se devido ao aumento considerável no consumo de alimento (efeito quadrático e aumento de 70 até 110 g/UTM).

Quando compararam a substituição da caseína por uréia, Arroquy et al. (2004b) observaram um decréscimo linear na taxa de passagem a medida que a uréia aumentava na dieta. Este efeito mais uma vez foi acompanhado de diminuição no consumo de alimento.

Bodine et al. (2000) observaram resposta quadrática sobre a taxa de passagem quando suplementaram feno de baixa qualidade com PDR (de 1,9 a 3,5 %/h) e linear quando suplementaram feno de baixa qualidade com PDR mais 0,75 % do PC de milho (de 2,6 a 3,8 %/h).

2.1.6 Degradabilidade ruminal

As modificações determinadas no ambiente ruminal pela suplementação podem ser detectadas através da degradabilidade *in situ* (Orskov, 2000). Orskov (2000) afirma que dificilmente a fração A seria afetada pelo ambiente ruminal. A fração B também dificilmente será afetada numa avaliação pois, desde que dado tempo suficiente de incubação, o alimento alcançará seu potencial de degradação, sendo então necessário que os estudos sejam centrados na taxa de digestão (c).

Medeiros (2004) avaliou o efeito de diferentes níveis de suplementação de um feno de baixa qualidade com milho moído (0, 0,4, 0,8 e

1,2 % PC) sem limitação no suprimento de proteína degradável (13 % da MOD). O autor verificou uma diminuição de 28 % na taxa de digestão (2,62 vs. 3,65 %/h) no maior nível de suplementação em relação ao tratamento controle. Aparentemente o tempo de incubação ruminal (até 96 horas) neste experimento foi insuficiente para que o potencial de degradação fosse atingido, o que determinou diferenças na fração B, sendo que o tratamento controle foi superior aos demais (63,1 vs 59,2, 55,7 e 55,7, respectivamente para 0, 0,4, 0,8 e 1,2 % PC).

Leventini et al. (1990) avaliaram diferentes níveis de cevada (10, 30 ou 50 % da dieta, composta também por feno de média qualidade: 10,3 % PB, 61 % FDN) com ou sem tamponante ruminal e seu efeito sobre a degradabilidade ruminal. Os autores observaram uma interação quadrática entre nível de cevada e tamponante, sendo que, na presença do tamponante, a taxa de degradação ruminal decresceu e sem a utilização houve maiores taxas de degradação no nível de 10 e 50 % de cevada comparados ao nível de 30 %: (3,89, 3,13, 3,70 %/h para 10, 30 e 50 % de cevada sem tamponante e 4,0, 3,75 e 3,2 %/h para 10, 30 e 50 % de cevada com tamponante respectivamente). As diferenças observadas foram associadas à falta de efeito do tamponante ruminal no nível de 10 %, seu efeito positivo no nível de 30 % e negativo quando a cevada participou em 50 % da dieta.

Gomes (1998) avaliou a utilização de dietas com diferentes níveis de concentrado (30, 50 ou 70 %) com substituição do milho por casca de soja (0, 50 ou 100 %) e seus efeitos sobre a degradabilidade ruminal de dois volumosos: bagaço de cana hidrolisado e feno de braquiária. Não foram encontradas diferenças nos parâmetros de degradação da MS e FDN com os

tratamentos utilizados, entretanto houve efeito da substituição do milho pela casca de soja quando o volumoso foi bagaço de cana hidrolisado. Após 72 horas de incubação, nas dietas com 50 e 100 % de casca de soja em substituição ao milho houve maiores degradabilidades da MS (56,85, 62,82 e 66,13 %, respectivamente para 0, 50 e 100 % de casca de soja) e FDN (44,83, 53,30 e 57,04 %, respectivamente para 0, 50 e 100 % de casca de soja) do que naquela que continha apenas milho.

Hussein et al. (1995) avaliaram o efeito da tostagem do farelo de soja sobre o ambiente ruminal e a degradabilidade ruminal de diferentes substratos. A liberação mais lenta de N, causada pela tostagem, elevou linearmente o desaparecimento (24 horas) da MS, MO, FDN e Hemicelulose, provavelmente por evitar a redução do pH ruminal através de uma liberação mais lenta de N, demonstrando que nem sempre a sincronização entre as frações de carboidratos e nitrogenadas é vantajosa, e que um pequeno desequilíbrio na velocidade de liberação do N contido na soja foi benéfico nestas condições.

Através dos trabalhos revisados foi possível perceber que as alterações no ambiente ruminal e na relação entre os nutrientes providos à este ambiente são de suma importância para o aparecimento dos efeitos associativos. Estas alterações podem afetar a digestibilidade, o consumo e, conseqüentemente, o desempenho animal. Parece haver uma lacuna, entre os trabalhos estudados, em relação ao estudo da degradabilidade ruminal, já que as publicações recentes têm dado pouca atenção a esta técnica como método de diagnóstico das condições ruminais para a digestão da fibra.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Duração do experimento

O trabalho foi realizado no setor de ruminantes do Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO) prof. Geraldo Velloso Nunes Vieira e as análises químicas nos laboratórios de Nutrição de Ruminantes e de Nutrição Animal prof. Dulphe Pinheiro Machado, todos pertencentes ao Departamento de Zootecnia - Faculdade de Agronomia da UFRGS.

O experimento iniciou em 27 de Janeiro e foi concluído em 30 de Junho de 2006.

3.2 Animais experimentais

Foram utilizados nove ovinos machos inteiros da raça Texel com 18 meses de idade e peso médio de $38,1 \pm 5,1$ kg. Estes animais foram fistulados no rúmen em janeiro de 2006. Inicialmente foram utilizados oito animais, entretanto, após o término do segundo período experimental, um animal morreu e foi substituído por outro animal de características semelhantes (idade, raça, peso). Antes de iniciar o experimento, os animais receberam vermífugo à base de Closantel e complexo vitamínico ADE. Em cada período os animais foram distribuídos aleatoriamente aos tratamentos.

3.3 Tratamentos

Os tratamentos avaliados consistiram na utilização de suplementos formulados com quatro níveis de proteína degradável no rúmen (PDR) na presença ou não de suplementação energética (milho moído). Foram formulados suplementos com inclusão de grão de milho moído equivalentes a zero e 1 % do peso corporal (PC). Os níveis de PDR consistiram no fornecimento de 0, 40, 80 e 120 % do suprimento da PDR faltante em relação à dieta controle. A estimativa da exigência de PDR foi considerada como sendo 13 % do teor de matéria orgânica digestível.

A proteína degradável foi suprida através de uma mistura de amiréia e proteína isolada de soja, onde 65 % da PDR provinha da amiréia e 35 % da proteína isolada de soja. Tanto a amiréia quanto a proteína isolada de soja foram assumidas como tendo sua proteína 100 % degradável no rúmen (Knaus et al., 2002).

3.3.1 Formulação dos suplementos

A formulação dos suplementos foi realizada com base na estimativa de digestibilidade da amostra inicial de feno (78,6 de FDN e 7,2 de LDA) calculada através da simplificação da equação proposta por Weiss (1993), para o cálculo do NDT: $\text{Digestibilidade} = 0,75 \times (\text{FDN} - \text{LDA}) \times (1 - (\text{LDA}/\text{FDN})^{0,667}) + 0,98 \times (100 - \text{FDN}) - 7$. A fórmula pode ser utilizada, pois assume que o conteúdo celular é 98 % digestível e calcula a FDN potencialmente digestível em função do seu encrustamento com lignina. O valor de 7 é referente à excreção fecal metabólica. Nesta equação está omitido o percentual de gordura, a proteína

bruta, o teor de N ligado à FDN e as cinzas, pois não é objetivo calcular o NDT, mas estimar a digestibilidade. O consumo foi estimado em 1,7 % do peso corporal (medido nos 5 dias pré experimentais) para os animais alimentados apenas com feno e a taxa de substituição do volumoso pelo concentrado (kg/kg) foi estimada em 0,4.

3.4 Condução do experimento

Foram realizados 3 períodos experimentais, intercalados por períodos de descanso de pelo menos 15 dias. Cada período experimental foi composto de 22 dias, sendo 10 de adaptação às dietas, cinco de coleta fecal e avaliação do consumo voluntário, dois para medidas de pH e coleta de líquido ruminal para análise de nitrogênio amoniacal e cinco de medidas de degradabilidade ruminal da MS e da FDN. Os animais permaneceram em baias individuais de 60 x 140 cm, com cochos de madeira de 40 x 25 x 30 cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente e bebedouros plásticos automatizados pelo princípio de vasos comunicantes. As baias possuíam piso ripado e os animais permaneciam soltos, preservando a liberdade de movimentação durante todo o tempo.

3.4.1 Alimentos e alimentação

Os animais foram alimentados com duas refeições diárias, sendo uma as 9 e outra às 17 horas. O suplemento foi colocado em cocho separado do feno e fornecido logo após este. Os animais consumiam o suplemento rapidamente (em aproximadamente 15 minutos), sendo as sobras consideradas desprezíveis.

3.4.1.1 Feno

Foi utilizado feno de Coast cross (*Cynodon dactylon*), cuja composição é apresentada na Tabela 1. O feno foi moído em moedor de facas, resultando um tamanho médio de partículas entre 5 e 8 cm de comprimento.

Tabela 1. Composição bromatológica e proteína degradável no rúmen (PDR) do feno e dos concentrados

Componentes	Energia suplementar								
	Feno	Milho 0				Milho 1			
		PDR suplementar				PDR suplementar			
		0	40	80	120	0	40	80	120
MS (%)	87,0	97,2	89,9	88,3	88,2	84,6	86,1	84,3	84,8
MO (%)	94,7	9,4	65,7	77,8	81,8	97,6	97,3	97,8	97,7
PB (%)	5,5	-	75,1	95,9	104,7	10,1	14,4	19,6	23,6
FDN ^a (%)	78,6	-	4,4	5,2	5,8	22,7	20,9	21,7	18,7
FDA (%)	43,6	-	2,7	2,8	2,9	4,8	4,9	5,4	4,7
LDA (%)	7,2	-	0,9	0,7	1,0	0,8	0,9	1,0	1,1
PDR (% PB) ^b		-	100	100	100	42,0	63,6	70,0	76,0

^a livre de cinzas

^b Estimada para o feno utilizando os parâmetros de degradação do modelo de McDonald (1981) conforme descrito na seção 3.4.2.4 usando taxa de passagem obtida para cada animal (Apêndice 4), para os demais assumida como 100 % para proteína isolada de soja (PIS) e Amiréia e valor de PDR do milho de 43 % (NRC, 1996).

3.4.1.2 Concentrados

Foram preparadas as misturas dos concentrados antecipadamente, conforme a formulação apresentada na Tabela 2. Os concentrados foram misturados em misturador tipo Y, sendo todos os ingredientes utilizados oriundos dos mesmos lotes e partida. A composição bromatológica dos concentrados está exposta na Tabela 1.

Os animais receberam 0 (zero) ou 1 % do peso corporal (PC) na base seca de milho moído, o que resultou em diferentes consumos de MS de concentrado, sendo esta variação devida ao consumo de amiréia e proteína isolada de soja. Na formulação dos suplementos foi utilizado, ainda, um suplemento mineral comercial, específico para ovinos, com a seguinte

composição: Fósforo (mínimo): 80 g/kg, Cálcio (máximo): 120 g/kg, Enxofre: 18 g/kg, Sódio: 147 g/kg, Manganês: 1.320 mg/kg, Zinco: 2.730 mg/kg, Cobalto 44 mg/kg, Iodo 88 mg/kg e Selênio 18 mg/Kg.

Tabela 2. Composição dos concentrados dos diferentes tratamentos (na base úmida), nível de oferta em % do PC dos animais e DMO estimada

	Energia suplementar							
	Milho 0				Milho 1			
PDR suplementar (%)	0	40	80	120	0	40	80	120
Milho moído	0	0	0	0	99,0	95,1	91,6	88,3
PIS*	0	32,1	38,3	40,9	0	1,8	3,6	5,1
Amiréia 150 S ®	0	35,5	42,4	45,3	0	2,0	3,9	5,7
Sal mineralizado	100	32,4	19,3	13,8	1,0	1,0	0,9	0,9
Oferta % PC	0,012	0,036	0,060	0,084	1,15	1,19	1,24	1,29
DMO estimada (%)	100	100	100	100	80,2	81,0	81,8	82,4

* PIS: proteína isolada de soja

3.4.2 Determinações

3.4.2.1 Digestibilidade e consumo

Durante o período de adaptação, o feno foi oferecido em torno de 2 % do peso corporal, sendo gradativamente aumentado, buscando pelo menos 15 % de sobras em relação à oferta diária, permitindo desta forma, a seleção da dieta e maximização do consumo voluntário (Rymer, 2000). Na fase de consumo máximo e digestibilidade, os animais receberam feno o suficiente para que as sobras fossem de pelo menos 15 % (Rymer, 2000). Nesta fase, as sobras de feno foram pesadas e armazenadas para formação de uma amostra composta que, posteriormente, foi moída na sua totalidade a 5 mm e sub-amostrada para posterior processamento. A digestibilidade foi determinada através de medidas diretas de consumo e produção fecal. A produção fecal foi medida com a utilização de sacos coletores fixados nos animais durante cinco dias. Todas as fezes foram recolhidas diariamente no turno da manhã, pesadas

e armazenadas sob refrigeração. Ao final do período, as fezes foram homogeneizadas para formação de uma amostra composta, sendo então sub-amostrada para as determinações laboratoriais.

3.4.2.2 Taxa de passagem

A taxa de passagem da fase sólida foi medida através da técnica do cromo mordente conforme utilizado por Ospina (1995). A fibra foi extraída fervendo-se uma amostra do feno (aproximadamente 900 gramas) utilizado no experimento em uma solução a 3 % de detergente em pó comercial durante 24 horas, resultando em um material com 90,5 % de FDN. Posteriormente, esta fibra foi colocada em uma solução de 9 % de dicromato de sódio, por 16 horas, a 90 °C. Após a fibra marcada foi lavada com água destilada em um lavador de pipetas e o cromo foi reduzido com ácido ascórbico na relação de 0,5:1 (aproximadamente 300 gramas de fibra e 150 gramas de ácido ascórbico). Após estes procedimentos a fibra foi lavada com água destilada e seca em estufa de ventilação com temperatura de 60 °C (Ospina, 1995). Foram colocadas diretamente no rúmen dos animais, em torno de 3 gramas da fibra marcada e posteriormente as fezes foram coletadas diretamente do reto, em intervalos de 3 horas até as 33 horas, de 4 h até as 73 h e de 12 h até as 133 h.

A concentração de cromo nas fezes foi determinada pela técnica de espectrofotometria de absorção atômica. A solubilização do cromo foi feita seguindo a técnica descrita por Tedesco et al. (1995), com as seguintes modificações: o ácido nítrico foi misturado ao ácido perclórico na proporção de 5:1 antes de ser adicionado às fezes que seriam digeridas. As demais

operações foram mantidas conforme o autor recomenda. Após a solubilização, foi feita a leitura em espectrofotômetro de absorção atômica (Perkin - Elmer 2380) com comprimento de onda de 357,9 nm e acetileno como gás de arraste. Os dados das concentrações de cromo nas fezes foram ajustados ao modelo proposto por Grovum & Williams (1973):

$$Y = Ae^{-k_1(t-TT)} - Ae^{-k_2(t-TT)} \text{ se } t > TT$$

$$Y = 0 \text{ se } t < TT \text{ onde:}$$

Y é a concentração do Cr na MS ou MO das fezes, A não tem um significado biológico bem definido, k_1 é uma medida quantitativa da velocidade fracional de passagem do marcador pelo rúmen-retículo, k_2 , ainda tendo um significado incerto, e considerado como uma medida quantitativa da velocidade fracional de passagem do marcador pelo ceco e cólon proximal, TT é uma medida do tempo de trânsito do marcador através do omaso, intestino delgado e parte distal do intestino grosso, podendo ser considerado como o tempo mínimo gasto por uma partícula de marcador para transitar entre o local de introdução e o de amostragem e t é o tempo decorrido entre a dosagem do marcador e a coleta de fezes.

O tempo médio de retenção do marcador no rúmen-retículo é igual a $TRR = 1/k_1$. Da mesma forma, o tempo médio de retenção do marcador no trato digestivo posterior é igual a: $TRC = 1/k_2$ e o tempo total médio de retenção do marcador no TGI é igual a: $TTR = TRR + TRC + TT$.

Os parâmetros k_1 , k_2 , TT e A foram obtidos ajustando os dados da concentração fecal de Cr ao modelo proposto por Grovum & Williams (1973),

mediante o aplicativo Statgraphics 5.1 no menu *Special/advanced regression/nonlinear regression* usando o método iterativo de Marquardt da regressão não linear.

3.4.2.3 pH ruminal e nitrogênio amoniacal

O pH ruminal foi medido no 17º dia de cada período experimental. Foram coletadas amostras para determinação de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e leitura de pH, em 0, 1, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação da manhã. As amostras de líquido ruminal foram coletadas e imediatamente levadas ao laboratório, onde foram realizadas leituras de pH utilizando-se um pH-metro digital, com eletrodos para pH e temperatura. As alíquotas destinadas à determinação de nitrogênio amoniacal foram filtradas em duas camadas de gaze, acidificadas com 8 gotas de ácido sulfúrico concentrado pa e congeladas para determinação posterior.

Das 144 amostras para determinações de N-NH₃, sete tiveram problemas e não foram determinadas, o que gerou um desbalanço que teve como consequência as estimativas de médias através do ajuste do *statement* LSMEANS do procedimento GLM do SAS.

Tabela 3. Amostras (horários) em que não ocorreram determinações de N-NH₃, nos períodos 1 e 3, dentro dos níveis de PDR

Período	Energia	Nível de PDR		
		0	40	80
1	0	8		0 e 4
3	1	2, 4 e 6	1	

3.4.2.4 Degradabilidade ruminal da MS e FDN

A degradação ruminal, nos diferentes tratamentos, foi determinada utilizando-se amostras do feno experimental, moído a 5 mm e colocadas em

sacos de náilon de 5 x 10 cm com poro de 45 μ , durante 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas de incubação. Aproximadamente um grama de amostra foi colocado nos sacos de náilon previamente secos (em estufa de ventilação a 60 °C) e pesados. Após, os sacos com as amostras retornaram à estufa por, permanecendo no mínimo, 72 horas quando foram novamente pesados. A incubação foi seqüencial e a retirada simultânea. Os sacos foram amarrados com atilhos de borracha e mantidos no saco ventral do rúmen com uma corrente de aproximadamente 250 gramas. Após a incubação os sacos foram lavados por 2 vezes em máquina de lavar, com regulagem para lavagem de tecidos delicados, secos em estufa de ventilação a 60 °C por 72 horas e pesados. O resíduo da incubação foi moído a 1 mm e analisado para matéria seca e FDN. Os dados foram ajustados ao modelo de Mcdonald (1981):

$$D = a + b(1 - e^{-kd(t-lag)})$$

Onde:

D é o desaparecimento da MS ou FDN no tempo de incubação, a é o intercepto e representa a fração de substrato rapidamente degradável, b representa o substrato potencialmente degradável, kd é a constante da cinética de degradação e lag é a duração do período pré-fermentativo (tempo de colonização). Os dados foram ajustados utilizando o programa “Fit Curve” baseado em “Microsoft Excel ®”.

A degradabilidade efetiva foi calculada pela seguinte fórmula, proposta por Orskov & Mcdonald (1979):

$$DE = a + (b \times c) / (c + k1)$$

Onde:

DE é a degradabilidade efetiva, a, b e c estão definidos anteriormente e k_1 é a taxa de passagem pelo rúmen-retículo, descrita anteriormente (Item 3.4.2.2) e calculada para cada animal em cada período.

Das 168 determinações de degradabilidade da MS e da FDN, 4 horários foram perdidos, sendo eles: 24 horas do nível 1 de energia e zero de PDR no período 2 e os horários 24, 48 e 72 do nível 1 de milho e 80 de PDR. Isto teve como consequência o desbalanceamento dos dados e o não ajuste do tratamento ao modelo de degradação no primeiro período.

3.4.2.5 Cálculo dos efeitos associativos

A digestibilidade da matéria orgânica do feno foi calculada estimando-se a produção fecal de matéria orgânica referente a cada um dos concentrados, e subtraindo-se esta da excreção total de matéria orgânica, calculou-se a porção da excreção fecal referente ao feno, semelhante ao calculado por Goetsch et al. (1991). A digestibilidade de cada concentrado foi calculada assumindo a digestibilidade da matéria orgânica do milho em 80 % (dados não publicados do LANUR) e a digestibilidade da proteína isolada de soja e da amiréia como sendo 100 % (Tabela 2).

O coeficiente de substituição foi calculado por regressão, sendo a variável dependente o consumo médio de feno em todos os tratamentos e a variável independente o consumo de concentrado (na MO e em % PC). A inclinação da regressão linear (β) é o coeficiente de substituição em kg de feno/kg de concentrado consumido.

3.5 Análises laboratoriais

As amostras de alimento e sobras, juntamente com as amostras de fezes após a secagem a 60 °C, foram moídas em moinho tipo Wiley em peneira com crivos de 1 mm. Para determinação da degradabilidade ruminal da proteína, o feno foi moído a 5 mm. Foi determinada a matéria seca do feno, sobras, fezes (após secagem a 60 °C) e concentrados por secagem em estufa a 105 °C até peso constante.

As cinzas foram determinadas após 4 horas de queima em mufla a 550 °C, sendo o percentual de matéria orgânica determinado por diferença (%MO = 100 - cinzas). O nitrogênio total foi determinado pelo método Micro-Kjeldahl (A.O.A.C., 1995) e multiplicando-se o seu percentual por 6,25 obteve-se a percentagem de proteína bruta. A FDN, FDA e Lignina foram determinadas segundo Van Soest & Robertson (1985). O nitrogênio amoniacal foi determinado através da destilação com óxido de magnésio (A.O.A.C., 1995).

3.6 Delineamento experimental e análises estatísticas

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado. Os dados de digestibilidade, consumo, taxa de passagem foram analisados em esquema fatorial sendo energia e proteína os dois fatores. O período foi utilizado como efeito aleatório e os demais como efeito fixo. Quando houve desbalanço foi utilizado o procedimento GLM do SAS e a opção LSMEANS para estimativa das médias ajustadas. Também foram utilizadas as médias ajustadas de N-NH₃ (horário-energia-PDR) para geração de regressões múltiplas com os dados de pH e as digestibilidades (MO, FDN, celulose,

hemicelulose e do feno).

Os dados dos parâmetros de degradação da FDN foram analisados por regressão, testando a interação entre o nível de PDR e a presença ou não de energia, para isto, no aplicativo SAS (versão 8.1), foi utilizado o procedimento GLM, onde o nível de PDR foi considerado como variável contínua e a energia como variável classificatória, e os efeitos testados foram PDR, energia e a interação energia*PDR.

Os dados de degradabilidade, N-NH₃ e pH ruminal foram analisados em parcelas subdivididas com o horário e suas interações na subparcela e os níveis de PDR, energia e a interação energia-PDR na parcela principal. Foram feitas análises de regressão linear múltipla utilizando a opção STEPWISE do procedimento REG do SAS (SAS, 1992). As análises foram realizadas utilizando o aplicativo computacional SAS versão 8.1.

Para a discussão foi aceito o nível de 10 % de significância.

3.6.1 Modelos matemáticos

Os dados de digestibilidade e consumo e taxa de passagem foram avaliados seguindo o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + P_j + T_k + (EP)_{ij} + (ET)_{ik} + (PT)_{jk} + \varepsilon_{ijkl},$$

Onde:

Y_{jkl} = k-ésima observação no i-ésimo nível de energia, no j-ésimo nível de PDR, no k-ésimo período

μ = efeito médio,

E_i = efeito do i-ésimo nível de energia (i = 1, 2)

P_j = efeito do j-ésimo nível de PDR (i = 0, 40, 80, 120)

T_k = efeito do k-ésimo período ($k = 1, 2, 3$)

$(EP)_{ij}$ = efeito da ij-ésima interação entre energia e PDR

$(ET)_{ik}$ = efeito da ik-ésima interação entre energia e período

$(PT)_{jk}$ = efeito da jk-ésima interação entre PDR e período

ε_{ijkl} = resíduo.

Os dados submetidos à análise de regressão dentro de cada nível de energia seguiram o seguinte modelo matemático:

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

μ = efeito médio,

Y_{ij} = i-ésima observação associada ao j-ésimo nível de PDR,

$\beta_1 P_j$ = regressor associado ao efeito linear da PDR

$\beta_2 P_j^2$ = regressor associado ao efeito quadrático da PDR

$\beta_3 P_j^3$ = regressor associado ao efeito cúbico da PDR

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

Os parâmetros de degradação da FDN seguiram o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2\varphi} + \beta_3 X_{1i} X_{2\varphi} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = ijk-ésima observação

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ = parâmetros da regressão

x_{1i} = nível de PDR;

x_{2j} = nível de energia (0 ou 1);

$x_{1i}x_{2j}$ = interação entre o nível de energia e o nível de PDR;

ε_{ijk} = erro associado a ijk -ésima observação;

Os dados de pH e N-NH₃ e degradabilidade ruminal da MS e FDN seguiram o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijklm} = \mu + E_i + P_j + T_k + (EPT)_{ijk} + H_l + (EH)_{il} + (PH)_{jl} + (TH)_{kl} + \varepsilon_{ijklm},$$

onde:

Y_{ijklm} = i -ésima resposta do nível de energia no j -ésimo nível de PDR no k -ésimo período

μ = efeito médio

E_i = efeito do i -ésimo nível de energia ($i = 0, 1$)

P_j = efeito i -ésimo nível de PDR ($i=0, 40, 80, 120$),

T_k = efeito do k -ésimo período de avaliação ($k=1,2,3$)

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

H_l = efeito do l -ésimo horário de amostragem

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

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

$(TH)_{kl}$ = 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)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Coeficientes de digestibilidade

Os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica (DMO) e da MO do feno (DMO Feno), digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN), da celulose (DCEL), da hemicelulose (DHCEL), expressos em percentagem (%) encontram-se na Tabela 4. Os valores individualizados estão no Apêndice 1 e as respectivas análises de variância encontram-se nos Apêndices 17 a 23. As análises de regressão nos Apêndices 53 a 62.

A suplementação energética na presença de níveis crescentes de PDR afetou os coeficientes de digestibilidade das frações nutritivas, sendo que os menores efeitos foram observados na ausência de suplemento energético. Houve efeito da interação energia*PDR para a DMO ($P = 0,0339$), DFDN ($P = 0,0831$), DCEL ($P = 0,0710$) e DMO real ($P = 0,0233$) e DMOf ($P = 0,0356$). Entretanto, não foi observada a interação sobre a DHCEL ($P = 0,5221$), a qual apresentou efeitos isolados da energia ($P = 0,0776$) e da proteína ($P = 0,0179$) e para a EFM, a qual apenas apresentou efeito da energia ($P = 0,0139$).

Quando avaliada a interação, na presença de energia, houve resposta linear do nível de PDR sobre a DFDN, DCEL, DMOR, DMOf ($P < 0,05$) e DMO ($P = 0,061$) (Tabela 4). Nos tratamentos com suplementação

apenas de PDR, a análise de regressão apresentou resposta linear e positiva para a DHCEL ($P = 0,017$) e para a DMOR ($P = 0,095$), sem que as outras frações apresentassem significância para efeito linear ou quadrático.

Tabela 4. Efeito do nível de PDR e da presença ou não de energia sobre a digestibilidade aparente da matéria orgânica (DMO, %), digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN, %), da celulose (DCEL, %) da hemicelulose (DHCEL, %), digestibilidade real da matéria orgânica (DMOR, %), excreção fecal metabólica (EFM, %) e digestibilidade aparente da matéria orgânica do feno (DMOf, %) com seus respectivos efeitos principais, interações e regressões linear (L) e quadrática (Q).

Energia	PDR	DMO	DFDN	DCEL	DHCEL	DMOR	EFM	DMOf
Sem	0	51,1	51,4	58,6	50,2	59,6	8,49	51,1
	40	46,0	46,0	51,7	49,0	55,7	9,65	45,2
	80	58,0	57,8	64,4	58,8	65,5	7,57	56,7
	120	54,8	54,7	58,8	58,4	63,4	8,65	53,1
	Média	52,5	52,5	58,4	54,1	61,1	8,59 A	51,5
Com	0	62,1	45,8	43,2	52,1	70,1	8,00	44,8
	40	66,7	52,6	54,3	56,7	73,3	6,56	55,5
	80	67,5	54,6	54,4	59,8	75,0	7,53	55,2
	120	70,0	57,2	57,8	61,9	77,0	7,01	58,8
	Média	66,6	52,5	52,5	57,6	73,8	7,28 B	53,6
P < F								
Energia		< 0,0001	0,8980	0,0282	0,0766	< 0,0001	0,0139	0,2383
PDR		0,007	0,0158	0,0702	0,0179	0,0013	0,6113	0,0234
Energia*PDR		0,0339	0,0831	0,0710	0,5221	0,0233	0,1063	0,0356
Regressões								
Sem	L (P < F)	NS	NS	NS		0,095	NS	NS
Energia	Q (P < F)	NS	NS	NS		NS	NS	NS
	Intercepto					57,88		
	PDR					0,053		
	R ²					0,254		
Com	L (P < F)	0,061	0,043	0,025		0,033	NS	0,049
Energia	Q (P < F)	NS	NS	NS		NS	NS	NS
	Intercepto	62,87	47,12	45,85		70,45		47,31
	PDR	0,062	0,090	0,110		0,056		0,104
	R ²	0,307	0,349	0,410		0,378		0,335

Os dados de digestibilidade da matéria orgânica do feno, nos tratamentos suplementados apenas com PDR, foram semelhantes aos observados por Kozloski et al. (2006), com feno de *Cynodon* sp. (PB: 5,1 %, FDN: 76,7 %, DMO: 54 %), no tratamento controle (apenas feno).

Interações semelhantes às encontradas neste experimento já foram observadas e discutidas por Klevesahl et al. (2003), que apesar de não terem encontrado efeito significativo para a DMO, observaram este efeito para a DFDN quando suplementaram feno de baixa qualidade (PB: 4,9 %, FDN: 75,3 %) com níveis crescentes de PDR (caseína) com ou sem amido (0,3 % PC). Estes autores observaram resposta cúbica quando foi suplementado apenas PDR, sendo as respostas menores nos menores níveis de suplementação com PDR, e um aumento mais significativo nos maiores níveis. Quando a PDR foi adicionada aos tratamentos que recebiam amido, as respostas foram lineares na DFDN, e uma tendência de linearidade na DMO.

Bodine et al. (2000), utilizando feno de baixa qualidade (PB: 6,1 %, FDN: 74,6 %), suplementaram novilhos de corte com níveis crescentes de PDR, com ou sem suplementação com milho moído (0,75 % PC). Os autores não observaram efeito da suplementação com PDR sobre a digestibilidade do feno quando na ausência de milho. Entretanto, na presença deste, a resposta foi quadrática e positiva, com valores de DMO entre 32 e 46 % no menor e maior nível de PDR, respectivamente.

Observações semelhantes foram feitas por Delcurto et al. (1990) ao suplementarem feno de baixa qualidade (PB: 2,9 %, FDN: 74,2 %) com dois níveis de energia (alto e baixo) e três níveis de proteína (alto, moderado e baixo) e recomendando o uso de teores mais elevados de proteína quando se aumenta o nível de energia suplementar. Entretanto, os autores não observaram efeito da interação entre nível de proteína e nível de energia sobre a digestibilidade.

Dentro do nível zero de energia, não foram encontradas diferenças

nos coeficientes de digestibilidade avaliados, exceto na DMOR, pois as regressões não foram significativas para as demais frações nutritivas avaliadas.

Da mesma forma que os dados observados neste experimento, quando apenas suplementada PDR (sem energia), Mallmann et al. (2006) não encontraram efeito da suplementação com PDR sobre a DMO. Os autores suplementaram feno de baixa qualidade (PB: 3,9 %, FDN: 84,7 %) com amiréia, gerando diferentes relações CPDR:CMOD, registrando apenas efeito sobre o consumo do feno. Mathis et al. (2000) também não observaram diferenças na digestibilidade do feno de Bromus (PB: 5,9 %, FDN: 65 %) suplementado com diferentes níveis de PDR. Os mesmos autores observaram aumento da digestibilidade quando usaram feno de sorgo, de qualidade inferior (PB: 4,3 %, FDN: 60 %), assim como aumento no consumo. Os autores atribuem distintos efeitos a reciclagem de N via uréia. No feno de Bromus a reciclagem foi suficiente para suprir a exigência de PDR adequadamente, no entanto, no feno de sorgo a suplementação foi necessária.

Owens e Zinn (1988) afirmam que, em ruminantes, é comum, quando as dietas têm menos de 13 a 15 % de PB, a quantidade de nitrogênio que chega ao duodeno ser superior a ingerida devido à reciclagem deste elemento.

O aumento na digestibilidade possui resultados contraditórios entre os experimentos onde apenas é suplementada a PDR. Parece haver, também, uma relação entre o potencial de digestibilidade do volumoso e a digestibilidade alcançada no tratamento controle. No caso deste experimento, calculando o potencial de digestão da FDN, adaptando a fórmula de Weiss (1993), a DMOR foi estimada em 63,52 %, valor atingido nos níveis 80 e 120 de PDR

suplementar. Da mesma forma, no trabalho de Mallmann et al. (2006), a DMOR estimada foi de 61,08 e a observada na média foi de 63,73, e o tratamento controle ficou em 62,51, portanto não seriam esperadas diferenças neste experimento (Mallmann et al., 2006). Nesta linha de raciocínio, assumindo que a estimativa da FDN digestível está correta, poderiam ser explicadas as respostas sobre a digestibilidade quando volumosos de baixa qualidade são suplementados com PDR.

Outros experimentos têm demonstrado aumentos na DMO quando suplementado feno de baixa qualidade com PDR (Klevesahl et al., 2003; Wickersham et al., 2004). Currier et al. (2004) verificaram aumento na DMO de feno de festuca de baixa qualidade (PB: 4,3 %, PDR: 76 % da PB, FDN: 73,8 %) quando suplementaram com uréia ou biureto, em comparação ao controle (42,8 vs. 50,6 %).

Uma provável explicação para estas respostas, é que no presente experimento, a relação CPDR:CMOD do tratamento controle (sem energia, 0 PDR) foi de 6,83 e a relação CPDR:CMODR foi de 5,85 % (Tabela 6), o que em volumosos de baixa qualidade, com baixa taxa de passagem, pode ser o suficiente para suprir as exigências dos microorganismos ruminais, pois, está muito próximo de valores encontrados por Mallmann et al. (2006), (entre 5,9 e 8,1 % da MOD) e o dado de Kozloski et al. (2006, no prelo), trabalhando com feno semelhante (PB: 5,3, FDN: 76,7 %) de 5,8 % da DMOR, valor que não foi elevado quando utilizaram uréia (5,6 % da DMOR). Estes autores também não observaram efeito da suplementação com PDR, na forma de uréia, sobre a DMO e DFDN.

Outra possível justificativa que poderia ser levantada é a forma do N

utilizado para suplementar a PDR. Koster et al. (1997), verificaram depressão na digestibilidade da FDN e da MO de feno de baixa qualidade (PB: 2,35 %, FDN: 75,5 %) quando a uréia substituiu 100 % da caseína como suplemento protéico (MO: 49,6 para 43,9 e FDN: de 47,5 para 35,7). Os dados demonstram que pelo menos 25 % do N suplementar deve ser de proteína verdadeira, valor que neste experimento foi de 35 %. Entretanto, outros autores não demonstraram efeito do tipo de PDR sobre a digestibilidade (Kozloski et al., no prelo, 2006) ou sugerem que volumosos de baixa qualidade, com baixa taxa de passagem não responderiam à proteína verdadeira como fonte de PDR, devido ao suprimento de aminoácidos pré-formados ser atendido pelos protozoários (Demeyer & Fievez, 2004).

A resposta linear da suplementação com PDR observada sobre a DMO, DFDN, DCEL, DMOR e DMO_f nos tratamentos com suplementação energética pode ser creditada a melhor condição ruminal no tocante à disponibilidade de N-NH₃, já que no nível zero de suplementação protéica, o N-NH₃ ruminal foi de 2,7 mg/dL (Tabela 11), nível considerado muito abaixo do mínimo necessário para o favorecimento da digestão ruminal 5 a 10 mg/dL (Satter & Slyter, 1974; Leng, 1990).

A DFDN, assim como a digestibilidade de seus componentes principais (DCEL e DHCEL), apresenta uma boa possibilidade de avaliação dos tratamentos, pois normalmente são as frações mais afetadas em sua digestibilidade (Dixon & Stockdale, 1999; Silveira, 2002). A DFDN do tratamento com milho e sem adição de PDR foi 25 % menor do que no maior nível de suprimento de PDR. As diferenças podem ser explicadas pelo suprimento adequado de N conforme mostrou sua relação com a concentração

média de N-NH₃ (Tabela 14). Avaliando-se a regressão, houve um aumento de 0,090 pontos percentuais a cada nível de PDR suplementar quando foi usado milho como suplemento energético. A explicação mais plausível para a linearidade da resposta é que, com o aumento da exigência de PDR pelo uso do milho, a suplementação foi efetiva em aumentar a DFDN, dado que esta foi associada positivamente à concentração ruminal média de N-NH₃ (Tabela 14).

Dados semelhantes a estes foram observados por Klevesahl et al. (2003), sobre a DFDN, suplementando novilhos de corte com ou sem amido (0 e 0,3 % PC) e com níveis de caseína (PDR). Os autores verificaram interação entre PDR e amido, observando um efeito cúbico da PDR quando não havia amido e efeito linear quando foi utilizado amido. Entretanto, os autores não observaram interação entre amido e PDR sobre a DMO, o que corrobora a idéia de que a DFDN é superior àquela para avaliar a interação entre suplementos energéticos e protéicos sobre a digestibilidade.

A DCEL (%) foi, juntamente com a DFDN, uma das frações mais afetadas pela falta de proteína degradável no rúmen. Na presença de suplemento energético, houve depressão de aproximadamente 20 pontos percentuais comparado ao maior nível de DCEL e 14 pontos percentuais comparados ao maior nível de PDR suplementar (34 % a mais) quando utilizado suplemento energético. Esta depressão pode explicar a maior parte da depressão da DFDN, já que a DHCEL foi menos afetada (apenas 19 % a mais). Esta diferença entre a DHCEL e a DCEL contraria observações de Silveira (2002) e Medeiros (2004), que encontraram na DHCEL a maior depressão quando suplementaram energia em bovinos alimentados com feno de média e baixa qualidade, respectivamente.

Dixon & Stockdale (1999) também afirmam que a DHCEL, dependendo do método de avaliação da celulose, pode ser mais afetada do que a DCEL, justamente por estar ligada a frações de menor taxa de digestão do que esta.

A DHCEL não apresentou significância para a interação energia-PDR, somente efeito da PDR. A regressão foi linear e significativa, sendo a equação $DHCEL = 50,83 + 0,084 * PDR$ ($P = 0,005$, $R^2 = 0,306$). A menor inclinação da curva em relação àquela da celulose pode evidenciar menor resposta dos microorganismos que digerem hemicelulose em relação aos celulolíticos. Apesar disso, dados de experimento *in vitro*, conduzido em pH 6,1, de Griswold et al. (2003), demonstram que as bactérias que digerem hemicelulose poderiam ser mais competitivas do que as celulolíticas, a ponto de competirem com as amilolíticas por substratos como o N-NH₃, e talvez isto explique o efeito observado, isto é, uma menor resposta na digestão da hemicelulose em relação à celulose, quando suplementada com PDR.

4.1.1 Efeitos associativos sobre a digestibilidade

A suplementação energética na presença de níveis crescentes de PDR afetou a digestibilidade da MO do feno (DMOf), enquanto na ausência de suplemento energético não houve resposta.

Houve interação energia*PDR para a digestibilidade estimada do feno (DMOf) como pode ser observado na Tabela 4. Quanto utilizada energia, houve uma relação linear e positiva ($P = 0,049$) do nível de suplementação com PDR, sendo que para cada nível de aumento na PDR suprida, aumentou em 0,10 ponto percentual a DMOf ($r^2 = 0,335$). Entre os trabalhos revisados há

três que utilizam o cálculo da DMO_f para expressar as diferenças entre os tratamentos (Goetsch et al., 1991; Bodine et al., 2000; Silveira, 2002).

No trabalho de Goetsch et al. (1991), foi demonstrada depressão na DMO do feno com o incremento na suplementação com milho moído, depressão esta de aproximadamente 3,3 pontos percentuais para cada kg de milho suplementar.

Bodine et al. (2000) trabalhando com feno de baixa qualidade, suplementado com PDR e ou milho moído, demonstraram uma interação semelhante à observada neste experimento, pois a DMO do feno aumentou de forma quadrática com o suprimento de PDR nos animais suplementados com milho, ao contrário dos animais não suplementados com milho, que não alteraram a DMO do feno. Silveira (2002), observou resposta linear da suplementação com PDR sobre a DMO do feno quando suplementou 1 % do PC em milho (aumento de 52,6 para 62,6 %).

Estes dados demonstram que a suplementação energética pode ser usada sem causar grandes depressões na digestão do volumoso, ao contrário do que muitos trabalhos vêm demonstrando, desde que suprida a PDR necessária para o crescimento microbiano.

4.2 Consumo das frações nutritivas

Os valores de consumo de matéria orgânica total (CMO), de matéria orgânica do feno (CMO_{feno}) e de matéria orgânica digestível (CMOD) expressos como percentagem do peso corporal (%PC) estão na Tabela 5. Os valores individualizados podem ser encontrados no Apêndice 2 e as respectivas análises de variância nos Apêndices 25 a 30.

A suplementação com energia afetou o consumo total de matéria orgânica, expresso em gramas por dia ou como porcentagem do peso corporal (%PC), sendo que os animais suplementados com energia consumiram em média 52 % e 43 % a mais do que os animais suplementados somente com PDR, respectivamente.

O consumo de MO de feno, expresso em % do PC foi afetado pela presença de energia, sendo 24 % superior ($P = 0,0008$) nos animais que não receberam suplemento energético (Tabela 5).

O aumento no CMO total com a suplementação é bastante variável nos trabalhos estudados. Em geral, quando volumosos de baixa qualidade são suplementados a tendência é de aumentar o consumo total com substituição pequena de volumoso. A substituição, no presente trabalho, foi de 0,32 kg de feno para cada kg de concentrado consumido. Substituição contrastante com a observada por Matejovsky & Sanson (1995), (0,075 kg de volumoso/kg de concentrado), quando suplementaram cordeiros recebendo feno de baixa qualidade (PB: 5,2 %; FDN: 70,8 %), com nível de 0,75 % do PC de milho mais proteína (no total 0,93 % PC de concentrado).

Com os dados de Kosloski et al. (no prelo, 2006) que suplementaram feno de baixa qualidade (PB: 5,3 %, FDN: 76,7 %) com 1 % do PC de farinha de mandioca na presença ou não de suplemento protéico, pode-se calcular a substituição. Esta foi de 0,56 kg/kg na presença de proteína (uréia ou caseína, independentemente) e de 1,27 na ausência desta. Estes dados contrastam com os observados neste experimento no que tange à ausência da PDR, pois não houve efeito da PDR sobre o consumo.

Tamminga & Hof (1999) colocam três fatores como principais na

determinação da substituição: a qualidade do volumoso, a quantidade de suplemento e o potencial do animal. Quanto menor o potencial produtivo do animal, maior será a substituição. Quanto pior a qualidade do volumoso, menor a substituição e, quanto maior a quantidade de concentrado maior a substituição também. Apesar de estas afirmações serem feitas para vacas leiteiras e, em alguns casos, poderem ser contestadas por dados de suplementação de vacas leiteiras em pastejo (Bargo et al., 2003), são úteis nesta discussão. De certa forma, a baixa qualidade do volumoso pode explicar a baixa substituição, no entanto outros fatores podem estar envolvidos, tais como o potencial dos animais e o nível de consumo do volumoso sem suplementação.

Tabela 5. Efeito do nível de PDR e da presença ou não de energia sobre o consumo de matéria orgânica total, em gramas por dia (CMO, g/ dia), como percentagem do peso corporal (CMO, % PC), de feno em gramas por dia (CMO feno, g/dia), como percentagem do peso corporal (CMO feno, % PC), consumo de matéria orgânica de concentrado em gramas por dia (CMO conc, g/dia) e em percentagem do peso corporal (CMO conc, % PC) e consumo de matéria orgânica digestível em gramas por dia (CMOD, g/d) e em percentagem do peso corporal (CMOD, % PC).

Energia	PDR	Peso médio (kg)	CMO (g/dia)	CMO feno (g/dia)	CMO conc (g/dia)	CMOD (g/dia)	CMO (% PC)	CMO feno (% PC)	CMO conc (% PC)	CMOD (% PC)
Sem	0	32,2	504	504	0,36	257	1,57	1,57	0,00	0,80
	40	35,0	516	508	7,50	239	1,48	1,46	0,02	0,69
	80	40,3	606	589	16,23	347	1,53	1,49	0,04	0,88
	120	39,1	658	635	22,80	360	1,68	1,62	0,06	0,91
	Média	36,6	571 ^a	559		301	1,56 ^a	1,53 ^a		0,82 ^a
Com	0	42,2	857	448	407,90	531	2,03	1,06	0,97	1,26
	40	38,2	873	492	380,47	581	2,28	1,29	1,00	1,52
	80	40,7	896	458	423,00	601	2,24	1,20	1,04	1,49
	120	37,0	848	457	393,57	598	2,35	1,29	1,06	1,64
	Média	39,5	868 ^b	464		578	2,23 ^b	1,21 ^b		1,48 ^b
P < F										
Energia		0,1886	< 0,0001	0,0957	0,0517	< 0,0001	0,0008	0,0517	< 0,0001	< 0,0001
PDR		0,5423	0,6747	0,7854	0,9295	0,2758	0,8083	0,9295	0,0003	0,2783
Energia*PDR		0,2467	0,6509	0,6975	0,8887	0,7550	0,8842	0,8887	0,4646	0,5269

O consumo de matéria orgânica do feno foi inferior ao observado por Kozloski et al. (no prelo, 2006), com feno semelhante ao deste experimento, na base de g/UTM (50 g/UTM contra 38 g/UTM em média dos animais alimentados sem suplemento energético), devido, provavelmente, ao maior tamanho e ou idade dos animais deste experimento.

Currier et al. (2004), trabalharam com cordeiros de 39 kg, alimentados com feno de festuca de baixa qualidade (PB: 4,3 %, PDR: 76 % da PB, FDN: 73,8 %) e também não observaram diferenças no consumo dos animais suplementados com uréia ou biureto (diariamente ou a cada 2 dias) em relação ao tratamento controle. Os dados de CMO destes animais (2,5 % do PC) foram bem superiores aos observados neste experimento, quando apenas foi suplementada PDR (Tabela 5).

4.2.1 Relações CPDR:CMOD e CMOD

Com o aumento no nível de PDR suplementar, houve aumento linear da relação entre o consumo de proteína degradável e o consumo de matéria orgânica digestível (CPDR:CMOD), assim como a relação com o consumo de matéria orgânica digestível real (CPDR:CMODr). A relação entre o consumo de PDR e o CMOD pode ser uma medida do fornecimento de PDR, para comparação com as exigências desta. Os dados encontram-se na Tabela 6, os dados individualizados no Apêndice 5 e as análises de variância nos Apêndices 31 e 32 e de regressão nos Apêndices 63 e 64.

Os níveis de PDR suplementar tiveram relações CPDR:CMOD médias de 6,52, 9,82, 11,73 e 14,68 %, respectivamente para 0, 40, 80 e 120 % de suplementação. O mesmo comportamento foi observado na relação entre

a CPDR:CMODr, onde as relações foram de 5,68, 8,44, 10,46 e 13,00 %, respectivamente.

Tabela 6. Relação entre o consumo de PDR e o consumo de matéria orgânica digestível (CPDR:CMOD, %) e relação CPDR com o consumo de matéria orgânica realmente digerida (CPDR:CMODr, %)

Energia	PDR	CPDR:CMOD (%)	CPDR:CMODr (%)
Sem	0	6,83	5,85
	40	10,77	8,79
	80	11,03	9,76
	120	14,53	12,52
	Média	10,79	9,23
Com	0	6,21	5,50
	40	8,88	8,09
	80	12,44	11,16
	120	14,84	13,47
	Média	10,59	9,56
P < F			
Energia		0,6066	0,8602
PDR		0,0024	0,0013
Energia*PDR		0,5441	0,6299
Efeito		L (P < 0,0001)	L (P < 0,0001)
Intercepto		6,73	5,79
PDR		0,066	0,06
R ²		0,813	0,853

Os dados de digestibilidade podem ser explicados pelo adequado suprimento de PDR, principalmente quando não houve energia suplementar. Pode-se inferir que, no tratamento controle (em energia e sem PDR), a exigência de PDR foi suprida sem a necessidade de suplementação, pois não houve resposta a esta. No entanto, nos tratamentos com suplemento energético pode ter ocorrido aumento na síntese de proteína microbiana, e com isso um incremento nas exigências por PDR e a resposta à suplementação desta.

O consumo de matéria orgânica digestível (CMOD, em g/d ou % do PC) foi diferente apenas entre os níveis de energia (P < 0,0001, Tabela 5).

Apesar destas respostas, a variação numérica de 0,38 pontos percentuais a mais no tratamento com maior nível de PDR suplementar dentro com a presença de energia levou à análise de regressão dos dados. A regressão entre a relação CPDR:CMOD e o CMOD (% PC) foi quadrática ($P = 0,0669$, $CMOD_{PC} = 0,0147 + 0,2742 \text{ CPDR:CMOD} - 0,0116 \text{ CPDR:CMOD}^2$, $R^2 = 0,373$, Figura 2, Apêndices 65 e 66). O ponto de máximo CMOD foi quando a relação CPDR:CMOD foi de 11,8 % (correspondendo à 1,68 % do PC), valor muito próximo ao proposto pelo NRC (1996) como exigência de proteína degradável para dietas mistas (13 % do NDT) e acima das exigências propostas para volumosos de baixa qualidade (7,82 % do NDT). O CMOD no ponto de máxima foi 28 % superior à média estimada dos três níveis mais baixos de CPDR:CMOD (1,27 % do PC), e isso pode refletir em maior consumo de energia e melhores índices produtivos. Todavia, os animais não suplementados com energia não responderam ao aumento da relação CPDR:CMOD, evidenciando menor exigência de PDR nestes casos.

Observações de Mallmann et al. (2006), com novilhos de corte consumindo feno de baixa qualidade suplementado com amiréia, sugerem a maximização do consumo em torno de 8,1 % de CPDR:CMOD, e a otimização a partir de 5,9 %. Acima destes valores não ocorreu resposta à suplementação com PDR. Os dados da Tabela 6 mostram uma média de 6,8 % de CPDR:CMOD para o tratamento sem nenhum tipo de suplementação, o que, segundo estes dados, seria suficiente para suprir as necessidades.

Contudo, outros autores como Koster et al. (1996), recomendaram maiores relações, mesmo para otimizar o CMOD (de 11,1 a 15,8 %), após alimentar novilhos de corte com feno de baixa qualidade (PB: 1,94 %, FDN:

76.6 %) e suplementá-los com quantidades crescentes de caseína.

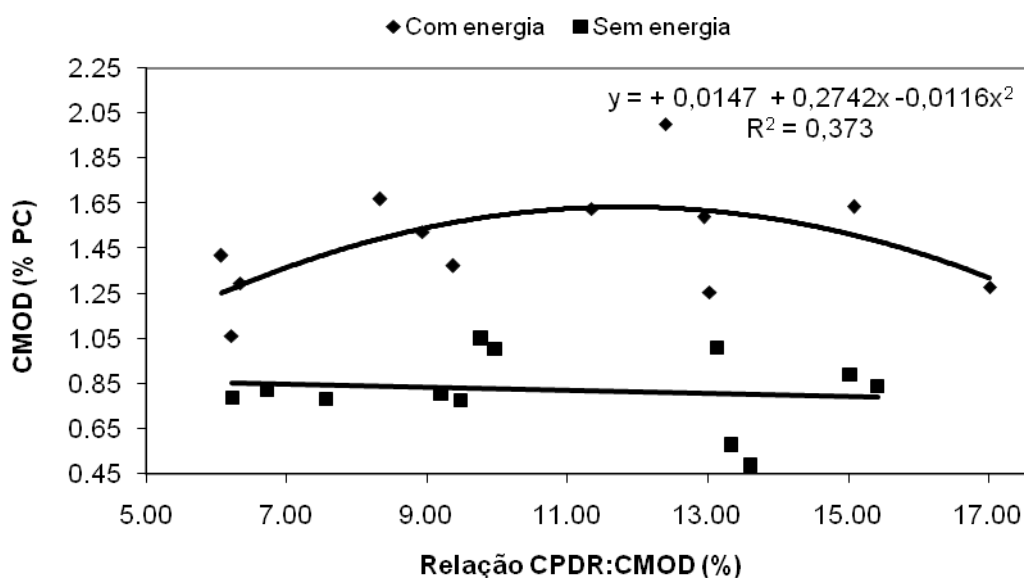


Figura 2. Relação entre o consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) e a relação CPDR:CMOD.

Apesar de diferentes respostas na literatura, a resposta sobre o CMOD, o CMO e a digestibilidade deste trabalho foram coerentes, não sendo observado efeito benéfico de suplementar PDR para este volumoso, na ausência de suplementação energética, e, na presença desta, os resultados demonstraram que o suplemento energético pode ser utilizado com vantagens de aumento no CMOD, dependendo da disponibilidade adequada de PDR.

4.3 Taxa de passagem da fase sólida

Os dados de taxa de passagem da fase sólida pelo rúmen-retículo (k_1), pelo trato digestivo inferior (k_2), tempo de trânsito (TT, horas), tempo de retenção ruminal (TRR), tempo de retenção no baixo trato (TRC) e tempo total de retenção da digesta (TTR) encontram-se na Tabela 7. Os dados individualizados no Apêndice 6 e as respectivas análises de variância nos

Apêndices 33 a 38.

A taxa de passagem da fase sólida pelo rúmen-retículo, pelo trato digestivo inferior e os tempos de retenção responderam apenas à suplementação com energia, sendo que o aumento dos níveis de PDR suplementar não gerou efeito sobre estes parâmetros.

Animais suplementados apenas com PDR tiveram menor taxa de passagem pelo rúmen-retículo (3,41 vs. 4,31 %/h), menor taxa de passagem pelo trato digestivo inferior (3,84 vs. 5,87 %/h), maior tempo de trânsito (23,4 vs. 18,9 h), maior tempo de retenção no rúmen (31,5 vs. 24,0 h) e no trato digestivo inferior (28,2 vs 19,5 h) e conseqüentemente maior tempo total de retenção da digesta (59,7 vs. 43,5 h) que aqueles suplementados com energia (Tabela 7).

A maior taxa de passagem com a suplementação energética pode ser explicada pelo maior consumo de alimento, como observado também por Owens & Goetsch (1988), em bovinos, quando o aumento do consumo de concentrado promoveu um aumento na taxa de passagem do volumoso, na proporção de 1,34 pontos percentuais na taxa de passagem do volumoso para cada 1 % do PC de aumento no consumo de concentrado e 1,24 pontos percentuais de aumento para cada 1 % do PC a mais de consumo do volumoso. Aplicando-se a equação, descartando o intercepto (0,94), a diferença seria de 0,96 pontos percentuais, dado um pouco superior ao observado neste experimento que foi de 0,9 pontos percentuais em média.

Os menores tempos de retenção, conseqüências da maior taxa de passagem para os tratamentos com suplemento energético podem ser fatores de compensação na digestão ruminal e até mesmo total. Para um mesmo valor

de digestão ruminal da FDN, por exemplo, a taxa de digestão ruminal deveria ser 1,26 vezes maior nos tratamentos suplementados com energia, caso contrário, a FDN passaria ao trato digestivo inferior para ser digerida. Este dado pode explicar em parte, a diminuição na digestão da FDN nos tratamentos suplementados com energia e nível zero de PDR. Entretanto, com os dados de taxa de degradação dos tratamentos com milho, que foram inferiores em magnitude aos dos tratamentos apenas com PDR, medidas diretas de digestão ruminal seriam necessárias para o esclarecimento desta questão.

Tabela 7. Efeito do nível de PDR e da presença ou não de energia sobre a taxa de passagem da fase sólida pelo rúmen-retículo (k1), pelo baixo trato (k2), tempo de trânsito (TT, horas), tempo de retenção ruminal (TRR), tempo de retenção no baixo trato (TRC) e tempo total de retenção da digesta (TTR).

Energia	PDR	k1 (%/h)	k2 (%/h)	TT (h)	TRR (h)	TRC (h)	TTR (h)
Sem	0	3,44	3,94	23,8	31,5	28,4	59,8
	40	3,59	3,82	23,5	27,9	26,3	54,2
	80	2,96	3,37	22,0	38,5	34,3	72,8
	120	3,64	4,24	24,4	28,1	23,8	51,9
	Média		3,41 ^b	3,84 ^b	23,4 ^a	31,5 ^a	28,2 ^a
Com	0	3,80	8,14	18,5	27,4	16,6	44,0
	40	4,70	5,29	18,5	21,3	18,9	40,3
	80	4,46	5,03	20,1	22,5	19,9	42,4
	120	4,29	5,02	22,2	24,9	22,5	47,4
	Média		4,31 ^a	5,87 ^a	18,9 ^b	24,0 ^b	19,5 ^b
P < F							
Energia		0,0231	0,0573	0,0525	0,0655	0,0386	0,0419
PDR		0,7197	0,5750	0,9834	0,6804	0,8038	0,7710
Energia*PDR		0,6886	0,6350	0,5862	0,6162	0,6438	0,6552

Bartocci et al. (1997) trabalharam com diferentes níveis de concentrado para ovinos, bovinos e bubalinos (12,5, 25,0, 37,5 e 50 %) tendo como volumoso uma mistura de feno de alfafa e silagem de milho na proporção de 65:35 e recebendo um nível de consumo fixo (50 g/UTM). Os autores

observaram decréscimo na taxa de passagem com o aumento da participação do concentrado na dieta (em ovinos: $3,23 - 0,012 \times \% \text{ concentrado}$). O tempo de retenção foi semelhante ao deste experimento, sendo o intercepto de 53,7 horas. Contudo, a taxa de passagem no trato digestivo inferior (k_2) foi superior aos valores encontrados neste trabalho (intercepto: 10,6 %/h).

Umunna et al. (1995) suplementaram ovinos alimentados com dois volumosos (feno de aveia: 4,9 % PB, 61,5 % FDN ou palha de aveia: 2,4% PB, 72,7 % FDN) com suplementos diferindo em sua degradabilidade protéica. Foram observados efeitos do tipo de suplemento sobre a taxa de passagem (k_1) pelo rúmen retículo, apresentando valores de 1,73 até 4,29 %/h e tempos de retenção de 38 a 74 horas, observações semelhantes as deste experimento.

Klevesahl et al. (2003) não observaram efeito da suplementação com energia (amido, 0 ou 0,3 % PC) sobre a taxa de passagem, entretanto, observaram aumento quadrático com a suplementação com PDR. Estes dados são contrários às observações deste trabalho, porém podem ser explicados pelo concomitante aumento no consumo com a suplementação com PDR naquele trabalho, sem efeito do amido sobre a ingestão total de matéria seca.

4.4 Degradabilidade ruminal da FDN

Os dados ajustados de degradabilidade ruminal da FDN encontram-se na Tabela 8. Os dados individualizados encontram-se na nos Apêndices 7 a 12, as análises da variância no Apêndice 39 e 40.

Houve efeito da interação energia-horário sobre a degradabilidade ruminal da FDN ($P < 0,0001$), conforme pode ser observado na Tabela 9. Não houve efeito de PDR e de nenhuma outra interação. Até as três horas de

incubação os níveis de energia foram semelhantes em degradabilidade da FDN, a partir das 6 horas houve diferenças de 3,5 pontos percentuais, que aumentou para até 11,3 pontos em 48 horas para ter uma diminuição compensada em 9 pontos após 96 horas de incubação.

Tabela 8. Efeito do nível de PDR e da presença ou não de energia sobre a degradabilidade ruminal da FDN nos diferentes horários de incubação.

Energia	Horas de incubação	PDR				Média
		0	40	80	120	
Sem	0	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
	3	7,7	7,6	8,5	7,9	7,9
	6	14,3	12,3	11,5	12,2	12,6
	12	22,9	23,4	22,6	19,7	22,1
	24	35,6	34,7	33,6	36,2	35,0
	48	44,3	45,7	44,3	46,0	45,1
	72	49,4	49,5	48,9	51,2	49,8
	96	53,3	53,2	52,9	54,2	53,4
Com	0	4,1	4,1	4,2	4,3	4,2
	3	6,6	5,3	8,3	7,4	6,9
	6	7,3	8,2	11,7	9,6	9,2
	12	11,7	11,9	13,5	15,5	13,2
	24	19,3	22,3	23,6	27,6	23,2
	48	30,0	34,1	34,0	37,1	33,8
	72	37,3	39,7	38,8	43,9	39,9
	96	44,0	43,4	42,4	47,7	44,4

Estes resultados trazem à discussão o possível “efeito carboidrato” proposto por (Mould et al., 1983), tendo em vista que os dados de pH ruminal não foram considerados limitantes e o nível de PDR não está sendo considerado. O melhor entendimento dos dados de degradação poderá ser dado ao analisar-se os parâmetros ajustados (Tabela 10) pelo modelo de (Mcdonald, 1981), onde a interação energia-proteína será discutida.

Tabela 9. Efeito do nível de PDR e da presença ou não de energia sobre as médias ajustadas da interação energia-horário de incubação para a degradabilidade ruminal da FDN.

Horas de incubação	Sem	Com	Média	P > F
0	4,1	4,2	4,1	NS
3	7,9	6,9	7,4	NS
6	12,6 ^a	9,2 ^b	10,9	0,0013
12	22,1 ^a	13,2 ^b	17,7	< 0,0001
24	35,0 ^a	23,2 ^b	29,1	< 0,0001
48	45,1 ^a	33,8 ^b	39,4	< 0,0001
72	49,8 ^a	39,9 ^b	44,8	< 0,0001
96	53,4 ^a	44,4 ^b	48,9	< 0,0001

Significância dada pelo teste Pdiff (SAS, 1992)

4.4.1 Parâmetros de degradação da FDN

Quando os dados de degradabilidade ruminal da FDN foram ajustados ao modelo de McDonald (1981) observaram-se efeitos dos tratamentos sobre os parâmetros da curva de degradação. Os parâmetros de degradação da FDN são apresentados na Tabela 10. Os dados individuais no Apêndice 13 e 14, e as respectivas análises de variância nos apêndices 41 a 50 e as análises de regressão das taxas de degradação com a presença de energia nos Apêndices 67 e 68.

Os dados de taxa de degradação foram semelhantes àqueles observados por Gomes (1998), com feno de braquiária de composição semelhante ao feno deste experimento (PB: 4,7 %, FDN: 79,9 %) para a matéria seca (média 4,13 %/h) e FDN (média 3,63 %/h) utilizando dietas com diferentes proporções de concentrado (30, 50 e 70 %) e diferentes níveis de substituição do milho por casca de soja.

Rotger et al. (2006) não verificaram efeito do nível de concentrado (88 ou 70 % na MS) sobre a taxa de degradação do feno de alfafa, tanto da

MS, quanto da FDN (0,072 vs 0,074 para a MS e 0,053 vs 0,045 para a FDN), verificando apenas, diferença nas frações a e b do modelo, sendo o parâmetro “a” maior para o menor nível de concentrado (0,41 vs 0,46) e o “b” maior para o maior nível de concentrado (0,36 vs 0,29), mantendo, desta maneira, o potencial de degradação inalterado.

Tabela 10. Efeito do nível de PDR e da presença ou não de energia sobre os parâmetros de degradação da FDN do feno incubado: a – fração rapidamente solúvel (%), b – fração insolúvel e potencialmente degradável (%), c – taxa de degradação, LT – tempo de colonização (horas) e DE – degradabilidade efetiva (%).

Energia	PDR	a (%)	b (%)	c (%)	LT (horas)	DE (%)
Sem	0	1,63	51,4	4,03	1,47	29,11
	40	1,33	51,5	4,37	1,23	29,48
	80	2,43	50,5	3,93	0,90	31,75
	120	1,03	54,0	4,00	1,43	29,28
Média		1,61	51,85	4,08	1,26	29,91
Com	0	3,77	59,5	1,30	0,83	18,74
	40	1,53	48,5	2,37	2,20	17,35
	80	5,81	42,5	2,65	0,00	21,20
	120	1,67	47,3	2,97	2,30	21,13
Média		3,20	49,46	2,32	1,33	19,61
P < F						
Energia		0,1680	0,4521	< 0,0001	0,6950	< 0,0001
PDR		0,6511	0,1532	0,1020	0,6634	0,2423
Energia*PDR		0,7931	0,0492	0,0601	0,5462	0,5370

Não houve efeito dos tratamentos sobre a fração rapidamente solúvel (a), o que segundo Orskov (2000) seria o esperado, tendo em vista que este autor estima que apenas diferenças na taxa de degradação seriam detectadas quando diferentes ambientes ruminais são testados. O mesmo vale para a fração “b” da FDN que não foi afetada pelos tratamentos.

Houve interação energia*PDR para a taxa de degradação da FDN, isto é, as inclinações das relações entre PDR e taxa de degradação foram diferentes (P = 0,0601). A regressão linear, na presença de energia, foi

significativa ($P = 0,0107$, $r^2 = 0,534$) para a taxa de degradação da FDN. A equação de regressão foi: $c = 1,518 + 0,0130 \times \text{PDR}$ (Figura 3). Apesar da PDR de melhorar a taxa de degradação na presença de energia, a DE (%) não foi modificada, provavelmente por compensação da taxa de passagem (k_1) (Tabela 7). Para cada nível de PDR a mais, aumentou a taxa de degradação em 0,013 unidades percentuais, chegando a 128 % a mais de taxa de degradação com 120 % de suprimento de PDR.

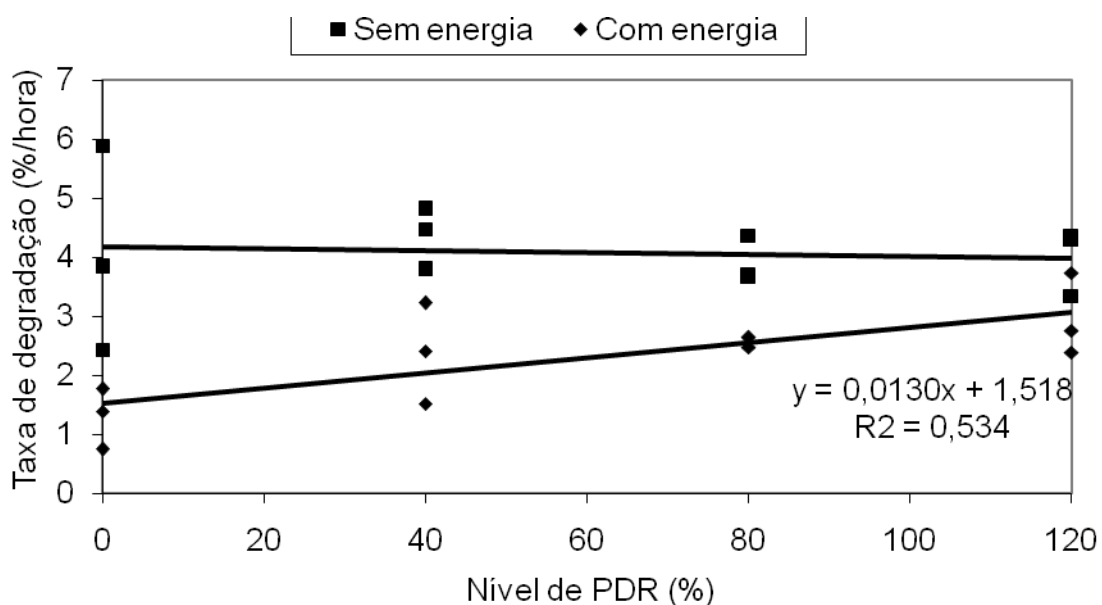


Figura 3. Efeito da interação energia*PDR sobre a taxa de degradação da FDN do feno.

A DE da FDN foi afetada apenas pela energia, sendo que na ausência de energia foi 53 % superior a presença desta. Estes dados podem ser decorrentes de menores taxas de degradação associadas a maiores taxas de passagem quando suplementada energia.

4.5 Nitrogênio amoniacal e pH

Os dados médios de concentração de nitrogênio amoniacal (mg/dL)

são apresentados na Figura 4. As observações individualizadas encontram-se no Apêndice 15, a análise de variância no Apêndice 51 e as análises de regressão nos Apêndices 69 e 70.

Houve interação entre o nível de energia e a suplementação com PDR ($P = 0,0795$) sobre a concentração de amônia (Tabela 11), sendo a maior diferença encontrada no nível zero de PDR (8,8vs 2,7 mg/dL para energia 0 e 1, respectivamente).

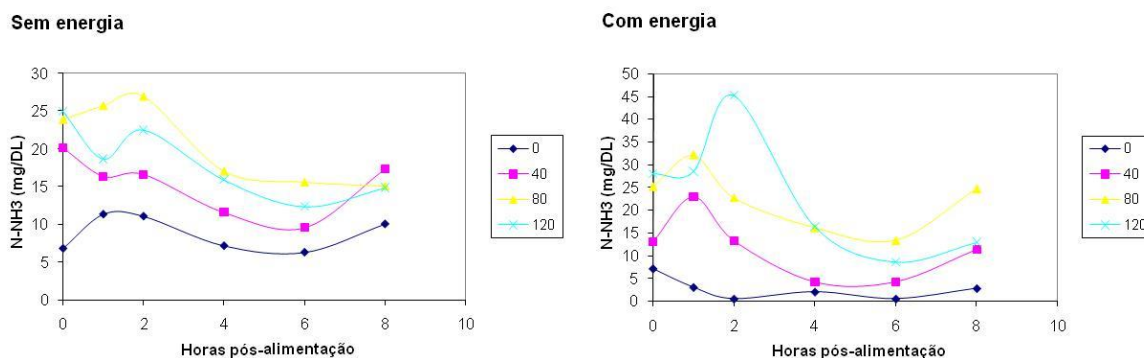


Figura 4. Relação entre a energia suplementar, a suplementação com proteína degradável no rúmen, o tempo de coleta pós alimentação (horas) e o nitrogênio amoniacal (N-NH₃, mg/DL)

O ponto de máxima da equação quadrática no nível zero de energia foi com 92 % de suprimento de PDR, ou numa relação CPDR:CMOD em torno de 11 %. Griswold et al. (2003), defendem que 5 mg de NH₃/dL (equivalente a 4,2 mg de N-NH₃/dL) seriam necessários para a máxima digestão, valor já alcançado na média para os tratamentos sem energia suplementar, sendo coerente com a não alteração na digestibilidade. Nos tratamentos suplementados com energia, à medida que aumentou a concentração de N-NH₃ também aumentou a digestibilidade, demonstrando que a concentração ótima desta é dependente da dieta.

A concentração média de N-NH₃ pode ser melhor explicada pelas relações CPDR:CMOD analisada da mesma forma que a taxa de degradação da FDN. Quanto maior foi a CPDR:CMOD maior foi a concentração de amônia independente da presença de energia. A interação energia-CPDR:CMOD não foi significativa (P = 0,2616), havendo apenas efeito da CPDR:CMOD sobre os níveis de N-NH₃ (P = 0,0003). A equação de regressão foi: N-NH₃ = -0,368 + 1,494* CPDR:CMOD (Figura 5). Este aumento da concentração de nitrogênio amoniacal é coerente com o maior fornecimento de PDR nos maiores níveis de CPDR:CMOD.

Tabela 11. Médias ajustadas de nitrogênio amoniacal (N-NH₃, mg/DL) em função do efeito da interação energia*PDR.

PDR	Energia		P < F*
	Sem	Com	
	N-NH ₃ (mg/DL)		
0	8,8	2,7	0,0723
40	15,3	11,6	0,1921
80	20,8	22,4	0,5635
120	18,2	23,2	0,0894
Média	15,8	14,8	
Efeito	Q (P =0,0098)	L (P < 0,0001)	
Intercepto	8,38	4,55	
PDR	0,24	0,18	
PDR ²	-0,0013	NS	
R ²	0,244	0,310	

L: Efeito linear.

* valores de probabilidade para as diferenças segundo o teste Pdiff (SAS, 1992)

Os dados de pH ruminal encontram-se na Figura 6. As observações individualizadas encontram-se no Apêndice 16 e a análise de variância no Apêndice 52.

Houve interação entre energia e horário (P = 0,0017, Tabela 12) e interação entre PDR*horário (P = 0,0098).

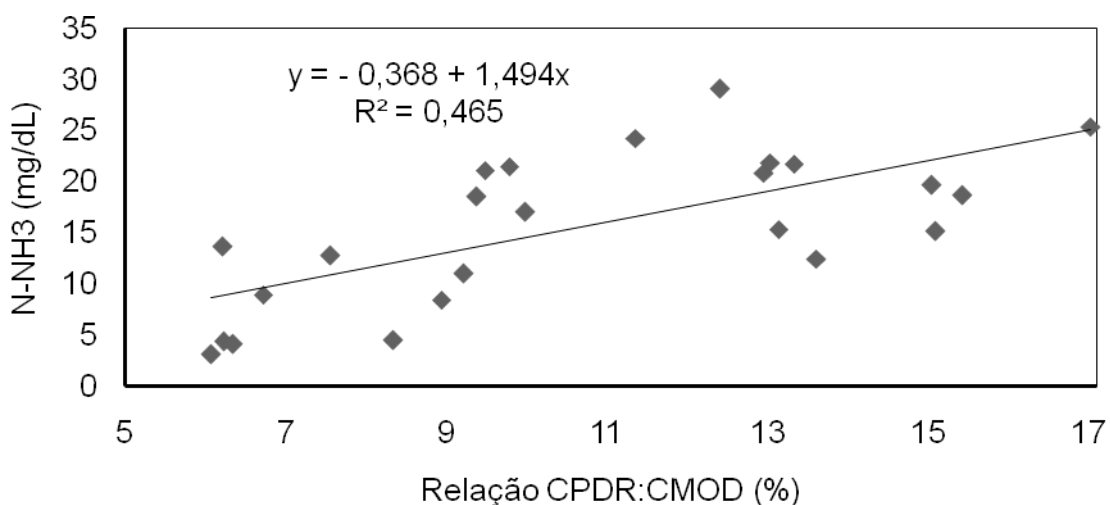


Figura 5. Relação entre a concentração de N-NH₃ e a relação CPDR:CMOD com e sem energia suplementar.

Os dados de pH mostram que, apenas 4 e 6 horas após a alimentação, com a presença de energia foi observado um período de pH que poderia ser prejudicial à digestão da fibra, entretanto estes coincidiram com valores de maior digestibilidade.

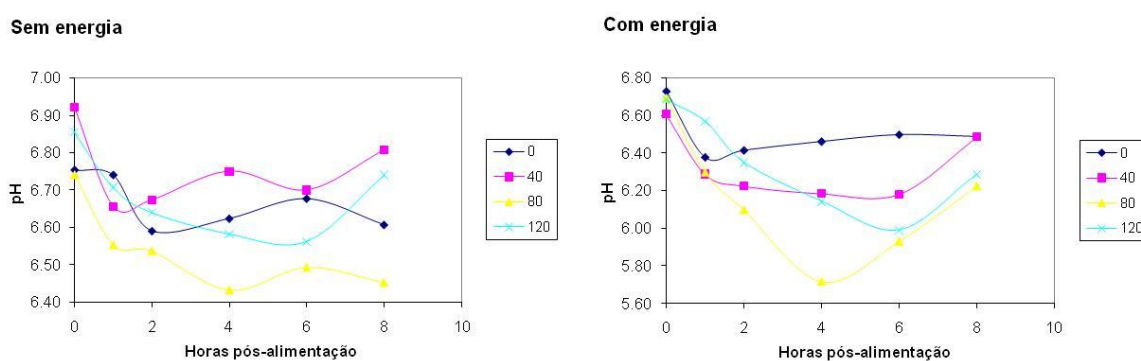


Figura 6. Relação entre a energia suplementar, a suplementação com proteína degradável no rúmen, o tempo de coleta pós alimentação (horas) e o pH ruminal (médias ajustadas pelo LSmeans do SAS)

Tabela 12. Efeito da interação energia*horário sobre as médias de pH ruminal.

Horas após alimentação	Energia	
	Sem	Com
0	6,82 a	6,68 a
1	6,66 a	6,38 a
2	6,61 a	6,27 b
4	6,60 a	6,13 b
6	6,61 a	6,15 b
8	6,65 a	6,37 a

Médias nas linhas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Apesar de a interação energia-PDR-horário não ter sido significativa, a regressão múltipla linear entre os níveis de N-NH₃, o nível de energia e o pH apresentou resultados significativos. A opção *stepwise* do procedimento REG do SAS (1992), revelou a dependência do pH ruminal em relação à energia e aos níveis de N-NH₃ (Apêndice 71). Na Figura 6 pode ser observada que a maior diferença no pH ruminal entre os tratamentos está em 4 horas após a alimentação. Neste horário, a regressão múltipla foi significativa (Tabela 13). A energia foi a primeira variável a entrar no modelo apresentado, seguida pela concentração de N-NH₃ às 4 horas após a alimentação. A relação com a energia foi negativa, assim como a relação com a concentração de nitrogênio amoniacal. Esta relação pode ser explicada pela disponibilidade de substrato para o crescimento microbiano. Na presença de suplemento energético, quando havia amônia disponível os microorganismos tiveram condições de fermentar o substrato e, com isso, houve redução do pH. Contudo, quando os níveis de amônia foram baixos, a redução do pH na presença de energia foi menor. Olson et al. (1999) já haviam associado maiores valores de pH, quando suplementaram amido, à falta de amônia para a fermentação.

Hussein et al. (1995) também associaram a diminuição do pH ruminal ao retardo no suprimento de amônia quando alimentaram animais com soja tostada ou sem tostar, e observaram que animais alimentados com soja tostada tiveram maiores valores de pH ruminal, tendo, também, como consequência, respostas lineares no desaparecimento da FDN e MO em relação ao tempo de tostagem da soja, isto é, quanto maior o tempo de tostagem da soja, menores níveis de amônia supridos, menor fermentação ruminal e maior pH, resultando em menor depressão na degradabilidade.

Tabela 13. Regressão múltipla linear entre o pH ruminal 4 horas após a alimentação da manhã, os níveis de energia e a concentração de N-NH₃ (mg/dL).

Variável	Estimativa	Erro	Pr > F
Intercepto	7,029	0,133	< 0,0001
Energia	-0,614	0,107	< 0,0001
[N-NH ₃] 4 horas	-0,0295	0,0076	0,0002
R ²	0,698		

Bodine et al. (2000) utilizaram níveis crescentes de PDR em dietas compostas por feno de baixa qualidade suplementados ou não com milho (0,75 % PC) e verificaram interação PDR-energia, com respostas quadráticas à adição de PDR e uma redução mais acentuada do pH na presença de milho. Desta forma, assim como os dados deste experimento, demonstram-se maiores diminuições no pH com maior suplementação de PDR, devido, provavelmente, à maior atividade fermentativa, decorrente do suprimento menos limitante de nitrogênio.

4.6 Relação entre a concentração de N-NH₃, a % de volumoso e os coeficientes de digestibilidade na presença de suplemento energético.

Houve relação entre os níveis ruminais de nitrogênio amoniacal e os

coeficientes de digestibilidade na presença de suplemento energético. Estas relações demonstram a capacidade de resposta dos microorganismos à suplementação com PDR.

As regressões lineares múltiplas entre a concentração de $N-NH_3$ e a % do volumoso na matéria orgânica total a digestibilidade aparente da MO, as digestibilidades da FDN, celulose, hemicelulose e real encontram-se na Tabela 14, as análises de regressão linear múltipla encontram-se nos Apêndices 71 a 76.

A DMO respondeu positivamente às concentrações de $N-NH_3$ uma e duas horas após a alimentação e negativamente à concentração na hora zero. A resposta negativa na hora zero foi de menor amplitude do que da hora 1 após a alimentação, e combinando isso com menores concentrações na hora zero, diminui bastante este efeito, apesar de não explicá-lo.

A DFDN e a DCEL responderam quase que igualmente à concentração de $N-NH_3$ média, sendo a resposta positiva, demonstrando que o suprimento de nitrogênio explicou pelo menos 59,5 e 63,6 % das respostas observadas na DFDN e DCEL respectivamente.

A DHCEL apresentou resposta positiva à concentração de nitrogênio amoniacal no horário 1 após a alimentação, coincidentemente com o mesmo regressor apresentado pela DMO para a mesma variável independente (0,28). A digestibilidade real da MO (DMOR) foi a única que respondeu à percentagem de volumoso, sendo que quanto maior esta, menor a DMOR. A inclusão da % do volumoso foi uma tentativa de compensar por maiores proporções deste em alguns momentos, dada a ampla variação do consumo de feno entre e dentro dos tratamentos na relação com os períodos experimentais.

A relação entre DMO_r e a disponibilidade de N nos horários 1 e 4 após a alimentação foi positiva, sendo negativa com o horário 8 após a alimentação. Em geral, houve relação positiva entre a disponibilidade de N e os coeficientes de digestibilidade.

Tabela 14. Regressões lineares múltiplas entre a concentração de N-NH₃ média e nos diferentes horários, o percentual de volumoso e a digestibilidade aparente da MO, as digestibilidades da FDN, celulose, hemicelulose e real dentro do nível 1 de energia.

Variável dependente: DMO			
Variável	Estimativa	Erro	Pr > F
Intercepto	61,48	1,19	< 0,0001
[N-NH ₃] 0 hora	-0,19	0,05	0,0091
[N-NH ₃] 1 hora	0,28	0,04	0,0005
[N-NH ₃] 2 horas	0,11	0,04	0,0208
R ²	0,935		
Variável dependente: DFDN			
Variável	Estimativa	Erro	Pr > F
Intercepto	45,83	2,63	< 0,0001
[N-NH ₃] média	0,46	0,13	0,009
R ²	0,595		
Variável dependente: DCEL			
Variável	Estimativa	Erro	Pr > F
Intercepto	46,00	2,40	< 0,0001
[N-NH ₃] média	0,45	0,12	0,0057
R ²	0,636		
Variável dependente: DHCEL			
Variável	Estimativa	Erro	Pr > F
Intercepto	52,55	2,48	< 0,0001
[N-NH ₃] 1 hora	0,28	0,09	0,0119
R ²	0,567		
Variável dependente: DMOR			
Variável	Estimativa	Erro	Pr > F
Intercepto	76,55	3,86	< 0,0001
% volumoso	-0,14	0,06	0,0834
[N-NH ₃] 1 hora	0,17	0,04	0,0062
[N-NH ₃] 4 horas	0,21	0,06	0,0224
[N-NH ₃] 8 horas	-0,08	0,04	0,0816
R ²	0,952		

As médias ajustadas de concentração de N-NH₃ apresentadas na

Tabela 11 demonstram que valores superiores aos preconizados 5 mg de amônia/dL (Satter & Slyter, 1974) (em torno de 4,2 mg de N-NH₃/dL) ou 10 mg/dL preconizados por Leng (1990), para forrageiras tropicais não foram suficientes para maximizar a digestão da FDN e celulose quando houve suplementação com milho. Quando houve suplementação com PDR sem milho, não houve efeito de aumentar de 8,8 para 18 a 20 mg/dL de N-NH₃ sobre a digestibilidade ou sobre o desaparecimento *in situ* da FDN.

5 CONCLUSÕES

A suplementação com PDR mostrou-se efetiva ao diminuir os efeitos associativos negativos sobre a digestibilidade, na presença do suplemento energético no nível de 1 % do PC, provavelmente pelo suprimento de amônia aos microrganismos ruminais.

A suplementação energética de volumosos de baixa qualidade no nível de 1 % do PC, visando melhores desempenhos, pode ser usada, desde que níveis adequados de CPDR:CMOD sejam respeitados. Recomenda-se uma relação de pelo menos 11,8 %, para evitar que ocorram depressões sobre: a digestibilidade total, o CMOD, assim como, na taxa de degradação da FDN no rúmen. Estas depressões parecem estar ligadas à competição por N, ocasionada pelo aporte extra de energia no rúmen, em detrimento da hipótese que utiliza a diminuição do pH ruminal para explicar os efeitos deletérios dos suplementos amiláceos sobre a digestão.

A concentração mínima de N-NH_3 no rúmen, para favorecer a digestão da FDN, parece estar relacionada à dieta e não seria um valor fixo. Valores médios de 8,3 mg/dL foram suficientes para maximizar a digestibilidade na ausência de suplemento energético, entretanto, na presença deste, mais de 20 mg/dL são necessários.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições deste experimento, onde o suplemento energético não ultrapassou 45 % da dieta, pode-se sugerir que a preocupação com a diminuição do pH ruminal e o efeito deste sobre a digestão, é demasiada em muitos casos vistos na literatura que trata deste tipo suplementação, até porque, a redução deste, pode estar associada à atividade fermentativa, devida ao adequado suprimento de nitrogênio aos microorganismos do rúmen, quando fornecidos carboidratos amiláceos. Sugerem-se, inclusive, cuidados com o fornecimento de PDR rapidamente disponível, quando os animais receberem níveis mais elevados de suplementação com energia baseada em carboidratos amiláceos.

Apesar de o volumoso deste experimento ser considerado de baixa qualidade, como não houve respostas à suplementação com PDR sobre a digestibilidade, o consumo e a degradação ruminal, na ausência de suplementação energética, sugerem-se estudos no sentido de esclarecimento desta questão. O nível nutricional prévio dos animais e a capacidade de reciclar nitrogênio, via saliva e parede ruminal, podem ser questões pertinentes de estudo.

Parece haver uma relação CPDR:CMOD adequada para a otimização da digestibilidade, outra para o consumo de energia (CMOD), fato

que deve levar a maiores estudos sobre o tipo de volumoso, bem como a resposta de cada um a estas variáveis. A busca de testes laboratoriais precisos, que venham estimar qual será o volumoso que responderá à suplementação com proteína, é algo que deve ser estudado.

O valor de 7 % de PB, comumente utilizado na literatura, como nível abaixo do qual ocorrem respostas no consumo dos animais suplementados com PDR, foi gerado a partir de dados que talvez não correspondam à realidade dos volumosos produzidos no Brasil. Por fim, estudos enfocados na determinação da relação CPDR:CMOD dos volumosos suplementados com PDR, talvez venham contribuir para melhorar as estimativas de resposta à suplementação protéica.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. **Official methods of analysis**.Arlington: Association of official analytical chemists: 16 ed.1995. 1141 p.

ADJORLOLO, L. K. et al. In vivo digestibility and effect of supplemental mucuna forage on treated rice straw degradation. **Small Ruminant Research**, v.41, p.239-245, 2001.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**.São Paulo: Instituto FNP.2006. 369 p.

ARROQUY, J. I. et al. Effect of level of rumen degradable protein and type of supplemental non-fiber carbohydrate on intake and digestion of low-quality grass hay by beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.115, p.83-99, 2004a.

ARROQUY, J. I. et al. Effects of type of supplemental carbohydrate and source of supplemental rumen degradable protein on low quality forage utilization by beef steers. **Animal Feed Science and Technology**, v.115, p.247-263, 2004b.

ARROQUY, J. I. et al. Effect of types of non-fiber carbohydrate on in vitro forage fiber digestion of low-quality grass hay. **Animal Feed Science and Technology**, v.120, p.93-106, 2005.

BACH, A. et al. Nitrogen Metabolism in the Rumen. **J. Dairy Sci.**, v.88, p.E9-21, 2005.

BARGO, F. et al. Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. **J. Dairy Sci.**, v.86, p.1-42, 2003.

BARTOCCI, S. et al. Solid and fluid passage rate in buffalo, cattle and sheep fed diets with different forage to concentrate ratios. **Livestock Production Science**, v.52, p.201-208, 1997.

BAUMANN, T. A. et al. Effect of energy source and ruminally degradable protein addition on performance of lactating beef cows and digestion characteristics of steers. **J. Anim Sci.**, v.82, p.2667-2678, 2004.

BODINE, T. N. et al. Effects of supplementing prairie hay with corn and soybean meal on intake, digestion, and ruminal measurements by beef steers. **J. Anim Sci.**, v.78, p.3144-3154, 2000.

BODINE, T. N.; PURVIS, H. T., II. 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. **J. Anim Sci.**, v.81, p.304-317, 2003.

CANNAS, A. et al. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **J. Anim Sci.**, v.82, p.149-169, 2004.

CATON, J. S.; DHUYVETTER, D. V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **J. Anim Sci.**, v.75, p.533-542, 1997.

CURRIER, T. A. et al. Daily and alternate day supplementation of urea or biuret to ruminants consuming low-quality forage: I. Effects on cow performance and the efficiency of nitrogen use in wethers. **J. Anim Sci.**, v.82, p.1508-1517, 2004.

DELCURTO, T. et al. Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: I. Influence of varying supplemental protein and(or) energy levels on forage utilization characteristics of beef steers in confinement. **J. Anim Sci.**, v.68, p.515-531, 1990.

DEMEYER, D.; FIEVEZ, V. Is the synthesis of rumen bacterial protein limited by the availability of pre-formed amino acids and/or peptides? **British Journal of Nutrition**, v.91, p.175-176, 2004.

DEWHURST, R. J. et al. Microbial protein supply from the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.85, p.1-21, 2000.

DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilisation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, p.18, 1999.

EL-SHAZLY, K. et al. Effect of starch on the digestion of cellulose in vitro and in vivo by rumen microorganisms. **J. Anim Sci.**, v.20, p.268-273, 1961.

FOX, D. G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **J. Anim Sci.**, v.70, p.3578-3596, 1992.

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. **J. Anim Sci.**, v.69, p.2634-2645, 1991.

GOMES, I. P. D. O. **Substituição do milho pela casca de soja em dietas**

com diferentes proporções de volumoso: concentração para novilhos em confinamento. 1998. 87 f. Tese, Doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 1998.

GRISWOLD, K. E. et al. Effects of urea infusion and ruminal degradable protein concentration on microbial growth, digestibility, and fermentation in continuous culture. **J. Anim Sci.**, v.81, p.329-336, 2003.

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

HART, S. P. Associative effects of sorghum silage and sorghum grain diets. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1179 - 1789, 1987.

HUSSEIN, H. S. et al. Influence of altering ruminal degradation of soybean meal protein on in situ ruminal fiber disappearance of forages and fibrous byproducts. **J. Anim Sci.**, v.73, p.2428-2437, 1995.

KALSCHEUR, K. F. et al. Milk Production of Dairy Cows Fed Differing Concentrations of Rumen-Degraded Protein. **J. Dairy Sci.**, v.89, p.249-259, 2006.

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

KNAUS, W. F. et al. Effects of urea, isolated soybean protein and blood meal on growing steers fed a corn-based diet. **Animal Feed Science and Technology**, v.102, p.3-14, 2002.

KNORR, M. et al. Desempenho de novilhos suplementados com sais proteinados em pastagem nativa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.783-788, 2005.

KOSTER, H. H. et al. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef cows. **J. Anim Sci.**, v.74, p.2473-2481, 1996.

KOSTER, H. H. et al. Effect of increasing proportion of supplemental nitrogen from urea on intake and utilization of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef steers. **J. Anim Sci.**, v.75, p.1393-1399, 1997.

KOZLOSKI, G. V. et al. Intake and digestion by lambs fed a low-quality grass hay supplemented or not with urea, casein or cassava meal. **Animal Feed Science and Technology**, v.In Press, Corrected Proof, p.,

LANGE, A. **Suplementación de pasturas para la producción de carnes.** Buenos Aires: CREA: 2 ed.1980. 74 p.

LARDY, G. P. et al. Effects of increasing level of supplemental barley on forage intake, digestibility, and ruminal fermentation in steers fed medium-quality grass hay. **J. Anim Sci.**, v.82, p.3662-3668, 2004.

LENG, R. A. Factors affecting the utilization of 'poor-quality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, 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. **J. Anim Sci.**, v.68, p.4334-4344, 1990.

MALLMANN, G. M. et al. Consumo e digestibilidade de feno de baixa qualidade suplementado com nitrogênio não protéico em bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.331-337, 2006.

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

MATEJOVSKY, K. M.; SANSON, D. W. Intake and digestion of low-, medium-, and high-quality grass hays by lambs receiving increasing levels of corn supplementation. **J. Anim Sci.**, v.73, p.2156-2163, 1995.

MATHIS, C. P. et al. Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium- to low-quality forages. **J. Anim Sci.**, v.78, p.224-232, 2000.

MCDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, 251-256., 1981.

MEDEIROS, F. S. et al. Suplementação com diferentes fontes de energia em dietas baseadas em feno de alfafa: digestibilidade, consumo e efeitos associativos. In: Anais da 40a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. Santa Maria.

MEDEIROS, F. S. **Avaliação nutricional da suplementação de feno com níveis crescentes de milho em dietas não limitantes em proteína degradável no rúmen**. 2004. 137 f. Tese (Dissertação de Mestrado), Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2004.

MOHARRERY, A.; DAS, T. K. Correlation between microbial enzyme activities in the rumen fluid of sheep under different treatments. **Reproduction Nutrition Development**, v.41, p.513-529, 2001.

MOORE, J. E. et al. Effects of Supplementation on Voluntary Forage Intake, Diet Digestibility, and Animal Performance. **J. Anim. Sci.**, v.77, Suppl. 2, p.122-135, 1999.

MOULD, F. L. et al. 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**, v.10, p.15-30, 1983.

MOURINO, F. et al. Initial pH as a Determinant of Cellulose Digestion Rate by Mixed Ruminal Microorganisms In Vitro. **J. Dairy Sci.**, v.84, p.848-859, 2001.

NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. Washington: National Academy Press: 7 ed.1996. 242 p.

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. **J. Anim Sci.**, v.77, p.1016-1025, 1999.

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**, v.92 p.499-503, 1979.

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

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

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminal Fermentation. In: CHURCH, D. C. (ed.) **The ruminant animal - Digestive physiology and nutrition**. Prentice Hall, Englewood Cliffs. 1988. p.145-171

POPPI, D. P. et al. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A. M. (ed.) **Livestock feeding on pasture**. Occasional publication, 10. New Zealand Society of Animal Production, Hamilton. 1987. p.55-64

RÉMOND, D. et al. Effect of time of starch supply to the rumen on the dynamics of urea and ammonia net flux across the rumen wall of sheep. **Animal Research**, v.51, p.3 - 13, 2002.

ROMNEY, D. L.; GILL, M. Intake of forages. In: GIVENS, D. I. et al. (eds.) **Forage evaluation in ruminant nutrition**. CABI Publishing, London. 2000. p.43-62

ROTGER, A. et al. In situ degradability of seven plant protein supplements in heifers fed high concentrate diets with different forage to concentrate ratio. **Animal Feed Science and Technology**, v.125, p.73-87, 2006.

RUSSELL, J. B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating

cattle diets: I. Ruminant fermentation. **J. Anim Sci.**, v.70, p.3551-3561, 1992.

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

SAS. **User's Guide: Statistics**. Cary: SAS Institute Inc.1992. 842 p.

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

SCARM. **Standing Committee on Agricultural and Resource Management. Ruminants Subcommittee Feeding Standards for Australian Livestock. Ruminants**. Sidney: 1 ed.1990. 266 p.

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

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **J. Anim Sci.**, v.70, p.3562-3577, 1992.

TAMMINGA, S.; HOF, G. Feeding Systems for Dairy Cows. In: THEODOROU, M. K. & FRANCE, J. (eds.) **Feeding Systems and Feed Evaluation Models** Cabi, Londres. 1999. p.109-127

TEDESCHI, L. O. et al. Accounting for the effects of a ruminal nitrogen deficiency within the structure of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. **J. Anim Sci.**, v.78, p.1648-1658, 2000.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: 2 ed.1995. 174p p.

UMUNNA, N. N. et al. Degradability of forage protein supplements and their effects on the kinetics of digestion and passage. **Small Ruminant Research**, v.17, p.145-152, 1995.

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

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

WEISS, W. P. Predicting Energy Values of Feeds. **J. Dairy Sci.**, v.76, p.1802-1811, 1993.

WICKERSHAM, T. A. et al. Effect of postruminal protein supply on the response

to ruminal protein supplementation in beef steers fed a low-quality grass hay.
Animal Feed Science and Technology, v.115, p.19-36, 2004.

8 APÊNDICES

Apêndice 1. Dados de DMO, DFDN, DCEL, DHCEL, DMOreal e EFM individualizados por animal, período e tratamento.

Animal	Período	Energia	PDR	DMO	DFDN	DCEL	DHCEL	DMOreal	EFM
426	1	0	0	53,64	54,66	59,15	56,84	61,01	7,37
461	2	0	0	51,64	50,09	57,42	49,70	59,59	7,95
468	3	0	0	48,10	49,58	59,14	44,19	58,25	10,15
		Média		51,12	51,44	58,57	50,24	59,62	8,49
		Desvio Padrão		2,80	2,80	0,99	6,34	1,38	1,47
468	1	0	40	38,46	40,79	46,47	45,31	50,30	11,84
426	2	0	40	50,05	47,83	52,85	51,79	58,16	8,11
452	3	0	40	49,61	49,47	55,80	49,84	58,60	8,99
		Média		46,04	46,03	51,71	48,98	55,69	9,65
		Desvio Padrão		6,57	4,61	4,77	3,32	4,67	1,95
452	1	0	80	53,86	54,77	60,12	55,92	62,11	8,25
427	2	0	80	58,20	56,54	62,72	57,69	65,35	7,15
470	3	0	80	61,84	62,00	70,24	62,65	69,14	7,30
		Média		57,97	57,77	64,36	58,75	65,53	7,56
		Desvio Padrão		3,99	3,77	5,26	3,49	3,52	0,60
489	1	0	120	58,51	59,64	66,28	58,95	66,24	7,73
452	2	0	120	56,19	54,97	58,00	61,59	64,60	8,41
426	3	0	120	49,62	49,42	52,11	54,80	59,42	9,81
		Média		54,77	54,68	58,80	58,45	63,42	8,65
		Desvio Padrão		4,61	5,12	7,12	3,42	3,56	1,06
500	1	1	0	61,46	50,70	50,96	55,71	69,20	7,74
468	2	1	0	63,19	49,89	46,18	58,88	71,63	8,44
500	3	1	0	61,52	36,87	32,56	41,59	69,35	7,83
		Média		62,06	45,82	43,23	52,06	70,06	8,00
		Desvio Padrão		0,98	7,76	9,55	9,21	1,36	0,38
427	1	1	40	62,97	51,66	52,53	57,04	70,27	7,30
500	2	1	40	68,60	50,76	53,18	55,74	74,83	6,24
427	3	1	40	68,56	55,30	57,11	57,30	74,69	6,13
		Média		66,71	52,57	54,28	56,69	73,26	6,55
		Desvio Padrão		3,24	2,41	2,47	0,84	2,59	0,64
461	1	1	80	58,45	47,43	49,34	52,25	68,24	9,79
475	2	1	80	72,64	55,24	51,76	62,08	78,75	6,12
489	3	1	80	71,45	60,98	62,24	64,92	78,14	6,68
		Média		67,51	54,55	54,45	59,75	75,04	7,53
		Desvio Padrão		7,87	6,80	6,86	6,65	5,90	1,98
475	1	1	120	73,51	59,74	56,87	67,87	80,23	6,72
489	2	1	120	72,19	63,49	63,66	67,71	78,75	6,55
461	3	1	120	64,28	48,40	53,01	50,15	72,04	7,76
		Média		69,99	57,21	57,85	61,91	77,01	7,01
		Desvio Padrão		4,99	7,86	5,40	10,19	4,36	0,65

Apêndice 2. Consumo de Matéria orgânica do feno (g), CMO total (g), Consumo de matéria orgânica do feno em % do PC (CMOfenopc), CMO total em % PC (CMOpc) e Peso médio dos animais (kg) por período e tratamento.

Animal	Período	Energia	PDR	CMOfeno	CMOtotal	CMOfenopc	CMOpc	Peso médio
426	1	0	0	478	478	1,47	1,47	32,43
461	2	0	0	500	500	1,52	1,52	32,93
468	3	0	0	534	535	1,71	1,71	31,18
Média				504	504	2	2	32,18
Desvio Padrão				28	28	0	0	0,90
468	1	0	40	448	456	1,24	1,26	36,22
426	2	0	40	543	550	1,53	1,55	35,45
452	3	0	40	534	541	1,60	1,62	33,30
Média				508	516	1	1	34,99
Desvio Padrão				53	52	0	0	1,51
452	1	0	80	712	727	1,83	1,87	38,94
427	2	0	80	658	673	1,76	1,80	37,34
470	3	0	80	398	417	0,89	0,93	44,70
Média				589	606	1	2	40,33
Desvio Padrão				168	166	1	1	3,87
489	1	0	120	736	761	1,67	1,73	43,97
452	2	0	120	513	534	1,44	1,50	35,61
426	3	0	120	655	678	1,74	1,80	37,70
Média				635	657	2	2	39,09
Desvio Padrão				113	115	0	0	4,35
500	1	1	0	598	1041	1,33	2,31	45,05
468	2	1	0	396	752	1,08	2,05	36,69
500	3	1	0	351	777	0,78	1,73	44,90
Média				449	856	1	2	42,21
Desvio Padrão				131	160	0	0	4,78
427	1	1	40	547	906	1,46	2,42	37,47
500	2	1	40	378	772	0,98	2,00	38,56
427	3	1	40	552	940	1,43	2,43	38,60
Média				492	873	1	2	38,21
Desvio Padrão				99	89	0	0	0,64
461	1	1	80	581	977	1,62	2,72	35,95
475	2	1	80	337	799	0,73	1,73	46,24
489	3	1	80	501	911	1,25	2,28	40,04
Média				473	896	1	2	40,74
Desvio Padrão				124	90	0	0	5,18
475	1	1	120	316	797	0,69	1,74	45,77
489	2	1	120	663	1076	1,71	2,77	38,82
461	3	1	120	384	670	1,46	2,54	26,37
Média				454	848	1	2	36,99
Desvio Padrão				184	208	1	1	9,83

Apêndice 3. Consumo de matéria orgânica digestível (CMOD, g/d), CMOD em % PC, consumo de matéria orgânica digestível real (CMODr g) e em % PC (CMODr, % PC)

Animal	Período	Energia	PDR	CMOD g	CMOD % PC	CMODr g	CMODr % PC
426	1	0	0	257	0,79	292	0,90
461	2	0	0	258	0,78	298	0,91
468	3	0	0	257	0,82	311	1,00
Média				257	0,80	300	0,93
Desvio Padrão				1	0,02	10	0,06
468	1	0	40	175	0,48	229	0,63
426	2	0	40	275	0,78	320	0,90
452	3	0	40	268	0,81	317	0,95
Média				240	0,69	289	0,83
Desvio Padrão				56	0,18	51	0,17
452	1	0	80	392	1,01	451	1,16
427	2	0	80	392	1,05	440	1,18
470	3	0	80	258	0,58	288	0,64
Média				347	0,88	393	0,99
Desvio Padrão				77	0,26	91	0,30
489	1	0	120	445	1,01	504	1,15
452	2	0	120	300	0,84	345	0,97
426	3	0	120	336	0,89	403	1,07
Média				360	0,92	417	1,06
Desvio Padrão				75	0,09	80	0,09
500	1	1	0	640	1,42	720	1,60
468	2	1	0	475	1,30	539	1,47
500	3	1	0	478	1,06	539	1,20
Média				531	1,26	599	1,42
Desvio Padrão				94	0,18	105	0,20
427	1	1	40	570	1,52	636	1,70
500	2	1	40	530	1,37	578	1,50
427	3	1	40	644	1,67	702	1,82
Média				581	1,52	639	1,67
Desvio Padrão				58	0,15	62	0,16
461	1	1	80	571	1,59	667	1,85
475	2	1	80	580	1,26	629	1,36
489	3	1	80	651	1,63	712	1,78
Média				601	1,49	669	1,66
Desvio Padrão				44	0,20	41	0,27
475	1	1	120	586	1,28	639	1,40
489	2	1	120	777	2,00	847	2,18
461	3	1	120	431	1,63	483	1,83
Média				598	1,64	657	1,80
Desvio Padrão				173	0,36	183	0,39

Apêndice 4. Degradabilidade efetiva da PB do feno (DE PB feno, %), % de PB do feno (% PB feno) e % de PDR do feno (% PDR feno)

Animal	Período	Energia	PDR	DE PB feno	% PB feno	% PDR feno
426	1	0	0	57,54	5,54	3,19
461	2	0	0	65,56	5,61	3,68
468	3	0	0	55,86	5,46	3,05
Média				59,66	5,54	3,31
Desvio Padrão				5,18	0,08	0,33
468	1	0	40	59,08	5,54	3,27
426	2	0	40	58,83	5,61	3,30
452	3	0	40	57,61	5,46	3,15
Média				58,51	5,54	3,24
Desvio Padrão				0,78	0,08	0,08
452	1	0	80	57,28	5,54	3,17
427	2	0	80	59,72	5,61	3,35
470	3	0	80	69,54	5,46	3,80
Média				62,18	5,54	3,44
Desvio Padrão				6,49	0,08	0,32
489	1	0	120	58,50	5,54	3,24
452	2	0	120	61,14	5,61	3,43
426	3	0	120	55,75	5,46	3,04
Média				58,46	5,54	3,24
Desvio Padrão				2,69	0,08	0,19
500	1	1	0	55,80	5,54	3,09
468	2	1	0	62,08	5,61	3,49
500	3	1	0	55,87	5,46	3,05
Média				57,92	5,54	3,21
Desvio Padrão				3,61	0,08	0,24
427	1	1	40	53,87	5,54	2,98
500	2	1	40	55,45	5,61	3,11
427	3	1	40	54,17	5,46	2,96
Média				54,50	5,54	3,02
Desvio Padrão				0,84	0,08	0,08
461	1	1	80	54,90	5,54	3,04
475	2	1	80	55,97	5,61	3,14
489	3	1	80	54,95	5,46	3,00
Média				55,27	5,54	3,06
Desvio Padrão				0,61	0,08	0,07
475	1	1	120	61,18	5,54	3,39
489	2	1	120	51,72	5,61	2,90
461	3	1	120	56,19	5,46	3,07
Média				56,36	5,54	3,12
Desvio Padrão				4,73	0,08	0,25

Apêndice 5. Consumo de proteína degradável no rúmen (CPDR, g/d), CPDR (% PC), consumo proveniente do volumoso (CPDR volumoso), relação CPDR:CMOD (%) e relação CPDR:CMODr (%).

Animal	Período	Energia	PD R	CPDR totalg/d	CPDR % PC	CPDR volumoso (g/d)	CPDR:CMOD	CPDR:CMODr
426	1	0	0	16	0,05	16	6,22	5,47
461	2	0	0	20	0,06	20	7,56	6,55
468	3	0	0	17	0,06	17	6,72	5,54
		Média		18	0,05	18	6,83	5,85
		Desvio						
		Padrão		2	0,01	2	0,68	0,60
468	1	0	40	24	0,07	16	13,60	10,40
426	2	0	40	26	0,07	19	9,48	8,16
452	3	0	40	25	0,07	18	9,22	7,80
		Média		25	0,07	17	10,77	8,79
		Desvio						
		Padrão		1	0,00	2	2,46	1,41
452	1	0	80	39	0,10	24	9,98	8,65
427	2	0	80	38	0,10	23	9,78	8,71
470	3	0	80	34	0,08	16	13,33	11,92
		Média		37	0,09	21	11,03	9,76
		Desvio						
		Padrão		3	0,01	4	1,99	1,87
489	1	0	120	58	0,13	25	13,13	11,60
452	2	0	120	46	0,13	19	15,42	13,41
426	3	0	120	51	0,13	21	15,04	12,56
		Média		52	0,13	22	14,53	12,52
		Desvio						
		Padrão		6	0,00	3	1,22	0,91
500	1	1	0	39	0,09	20	6,07	5,39
468	2	1	0	30	0,08	15	6,34	5,60
500	3	1	0	30	0,07	11	6,22	5,51
		Média		33	0,08	15	6,21	5,50
		Desvio						
		Padrão		5	0,01	4	0,14	0,10
427	1	1	40	51	0,14	17	8,94	8,01
500	2	1	40	50	0,13	13	9,38	8,59
427	3	1	40	54	0,14	17	8,34	7,65
		Média		51	0,13	16	8,88	8,09
		Desvio						
		Padrão		2	0,01	3	0,52	0,48
461	1	1	80	74	0,21	19	12,95	11,09
475	2	1	80	76	0,16	11	13,03	12,02
489	3	1	80	74	0,18	16	11,35	10,38
		Média		74	0,18	15	12,44	11,16
		Desvio						
		Padrão		1	0,02	4	0,95	0,82
475	1	1	120	100	0,22	11	17,02	15,59
489	2	1	120	96	0,25	20	12,40	11,37
461	3	1	120	65	0,25	12	15,09	13,46
		Média		87	0,24	15	14,84	13,47
		Desvio						
		Padrão		19	0,02	5	2,32	2,11

Apêndice 6, Taxa de passagem pelo rúmen-retículo (k_1 , %/h), tempo de trânsito (TT, h), taxa de passagem pelo baixo trato (k_2 , %/h), tempo de retenção no rúmen-retículo (TRR, h), tempo de retenção no baixo trato (TRC, h) e tempo total de retenção (TTR, h)

Animal	Período	Energia	PDR	k_1	TT	k_2	TRR	TRC	TTR
426	1	0	0	0,0382	20,94	0,0432	26,2	23,2	49,3
461	2	0	0	0,0223	27,95	0,0235	44,8	42,5	87,3
468	3	0	0	0,0428	22,65	0,0515	23,4	19,4	42,8
		Média		0,0344	23,85	0,0394	31,4	28,4	59,8
		Desvio Padrão		0,0107	3,66	0,0144	11,6	12,4	24,0
468	1	0	40	0,0345	26,25	0,0369	29,0	27,1	56,0
426	2	0	40	0,0351	20,90	0,0369	28,5	27,1	55,6
452	3	0	40	0,0380	23,25	0,0407	26,3	24,6	50,9
		Média		0,0359	23,46	0,0382	27,9	26,3	54,2
		Desvio Padrão		0,0019	2,68	0,0022	1,4	1,5	2,9
452	1	0	80	0,0389	17,40	0,0416	25,7	24,0	49,8
427	2	0	80	0,0331	19,65	0,0410	30,2	24,4	54,6
470	3	0	80	0,0168	28,80	0,0184	59,5	54,5	114,0
		Média		0,0296	21,95	0,0336	38,5	34,3	72,8
		Desvio Padrão		0,0114	6,04	0,0132	18,3	17,5	35,7
489	1	0	120	0,0359	21,50	0,0384	27,9	26,0	53,9
452	2	0	120	0,0301	23,38	0,0404	33,2	24,7	58,0
426	3	0	120	0,0431	28,37	0,0485	23,2	20,6	43,8
		Média		0,0364	24,42	0,0424	28,1	23,8	51,9
		Desvio Padrão		0,0065	3,55	0,0053	5,0	2,8	7,3
500	1	1	0	0,0430	17,16	0,0476	23,3	21,0	44,3
468	2	1	0	0,0283	20,74	0,1517	35,4	6,6	42,0
500	3	1	0	0,0427	17,59	0,0449	23,4	22,3	45,7
		Média		0,0380	18,50	0,0814	27,3	16,6	44,0
		Desvio Padrão		0,0084	1,96	0,0609	7,0	8,7	1,9
427	1	1	40	0,0490	20,96	0,0542	20,4	18,4	38,8
500	2	1	40	0,0440	23,66	0,0493	22,7	20,3	43,0
427	3	1	40	0,0480	15,58	0,0551	20,8	18,1	39,0
		Média		0,0470	20,06	0,0529	21,3	19,0	40,3
		Desvio Padrão		0,0027	4,11	0,0032	1,2	1,2	2,4
461	1	1	80	0,0457	20,72	0,0525	21,9	19,0	40,9
475	2	1	80	0,0425	25,74	0,0509	23,5	19,6	43,2
489	3	1	80	0,0455	20,22	0,0476	22,0	21,0	43,0
		Média		0,0445	22,23	0,0504	22,5	19,9	42,4
		Desvio Padrão		0,0018	3,05	0,0025	0,9	1,0	1,2
475	1	1	120	0,0300	19,71	0,0320	33,3	31,3	64,6
489	2	1	120	0,0569	13,69	0,0748	17,6	13,4	30,9
461	3	1	120	0,0419	23,17	0,0438	23,9	22,8	46,7
		Média		0,0429	18,86	0,0502	24,9	22,5	47,4
		Desvio Padrão		0,0135	4,80	0,0221	7,9	9,0	16,9

Apêndice 7. Degradabilidade da MS e da FDN no período 1, sem energia

Período	Energia	PDR	Horário	Degrad MS (%)	Degrad FDN (%)
1	0	0	0	14,4	2,86
			3	16,4	7,32
			6	23,7	16,74
			12	32,1	25,70
			24	45,9	40,61
			48	53,3	47,59
			72	57,2	50,37
			96	59,2	54,37
			40	0	14,4
		3		15,8	5,58
		6		20,2	12,47
		12		29,8	24,87
		24		38,1	31,35
		48		50,3	44,58
		80	0	14,4	2,86
			3	18,7	9,31
			6	21,6	12,39
			12	28,5	26,03
			24	42,7	35,12
			48	51,8	46,28
		12	0	14,4	2,86
			3	17,9	7,89
			6	19,3	11,87
			12	24,4	15,88
24	41,0		34,30		
48	52,4		45,65		
72	56,4	50,69			
96	60,2	54,40			

Apêndice 8. Degradabilidade da MS e da FDN no período 1 energia 1.

Período	Energia	PDR	Horário	Degrad MS (%)	Degrad FDN (%)
			0	14,4	2,86
			3	17,0	6,91
			6	16,3	4,81
		0	12	21,5	10,46
			24	26,2	15,86
			48	34,8	24,59
			72	44,0	35,55
			96	48,1	40,37
			0	14,4	2,86
			3	15,7	4,46
			6	19,3	8,28
		40	12	20,6	10,55
			24	36,5	29,70
			48	44,9	37,46
1		1	72	50,1	43,68
			96	53,2	47,32
			0	14,4	2,86
			3	17,5	9,08
		80	6	17,5	9,64
			12	18,5	9,39
			96	48,6	41,41
			0	14,4	2,86
			3	16,4	10,31
		12	6	17,6	10,50
			12	20,1	11,41
		0	24	30,2	23,67
			48	44,9	37,86
			72	46,6	40,33
			96	48,7	43,34

Apêndice 9. Degradabilidade da MS e da FDN no período 2 energia 0.

Período	Energia	PDR	Horário	Degrad MS (%)	Degrad FDN (%)
			0	14,3	4,23
			3	17,1	7,97
			6	20,3	11,44
		0	12	30,9	24,44
			24	38,0	31,64
			48	45,9	40,40
			72	53,9	47,69
			96	59,4	53,93
			0	14,3	4,23
			3	17,4	8,15
			6	20,7	11,20
		40	12	30,5	23,35
			24	42,7	35,85
			48	50,8	44,56
			72	54,9	49,48
2	0		96	56,2	50,93
			0	14,3	4,23
			3	16,7	6,86
			6	20,3	11,74
		80	12	30,7	23,40
			24	38,1	32,42
			48	48,4	42,00
			72	54,5	48,42
			96	58,7	53,41
			0	14,3	4,23
			3	17,0	7,78
		12	6	20,7	13,05
		0	12	30,6	23,42
			24	42,7	36,18
			48	52,2	46,48
			72	55,9	51,19
			96	59,2	54,25

Apêndice 10. Degradabilidade da MS e da FDN no período 2 energia 1.

Período	Energia	PDR	Horário	Degrad MS (%)	Degrad FDN (%)
2	1	0	0	14,3	4,23
			3	16,5	7,83
			6	18,7	9,65
			12	22,9	13,78
			24	-	-
			48	45,5	38,62
			72	52,2	45,83
			96	57,7	52,00
			40	0	14,3
		3		14,9	4,33
		6		17,8	7,56
		12		21,2	12,34
		24		28,1	19,93
		48		39,4	32,51
		72		44,3	37,94
		96		52,3	46,90
		80		0	14,3
			3	17,4	10,06
			6	21,2	14,21
			12	24,8	16,97
			24	35,1	28,35
			48	42,7	36,71
			72	47,0	41,53
			96	52,9	47,28
0	12		0	14,3	4,23
		3	16,2	8,36	
		6	20,4	13,29	
		12	27,9	21,71	
		24	40,0	33,30	
		48	48,4	41,31	
		72	53,8	49,23	
		96	56,0	50,84	

Apêndice 11. Degradabilidade da MS e da FDN no período 3 energia 0.

Período	Energia	PDR	Horário	Degrad MS (%)	Degrad FDN (%)
3	0	0	0	14,5	5,06
			3	16,5	7,76
			6	21,2	14,75
			12	26,6	18,52
			24	40,8	34,46
			48	49,7	44,86
			72	55,4	50,13
			96	56,7	51,60
		40	0	14,5	5,06
			3	16,5	9,21
			6	20,2	13,34
			12	28,1	21,97
			24	41,7	36,76
			48	52,1	48,05
			72	57,0	51,81
			96	59,6	57,17
		80	0	14,5	5,06
			3	16,8	9,33
			6	17,5	10,27
			12	25,0	18,29
			24	38,7	33,23
			48	49,4	44,73
			72	52,8	46,26
			96	56,6	51,97
12	0	14,5	5,06		
	3	15,9	7,97		
	6	20,4	11,80		
	12	27,6	19,84		
	24	43,4	38,12		
	48	51,8	46,01		
	72	56,8	51,82		
	96	59,0	54,05		

Apêndice 12. Degradabilidade da MS e da FDN no período 3 energia 1.

Período	Energia	PDR	Horário	Degrad MS (%)	Degrad FDN (%)
3	1	0	0	14,5	5,06
			3	15,9	5,10
			6	17,7	7,37
			12	20,1	10,90
			24	25,7	18,32
			48	35,0	26,82
			72	38,7	30,62
			96	48,3	39,55
		40	0	14,5	5,06
			3	15,7	7,16
			6	17,8	8,62
			12	21,4	12,92
			24	25,3	17,12
			48	40,5	32,29
			72	44,7	37,34
			96	45,4	35,99
		80	0	14,5	5,06
			3	16,4	7,28
			6	19,8	12,62
			12	21,9	14,05
			24	30,8	21,75
			48	44,2	35,41
			72	48,5	40,37
			96	49,6	40,27
0	12	0	14,5	5,06	
		3	16,6	3,41	
		6	17,7	4,68	
		12	21,5	9,65	
		24	33,0	21,75	
		48	42,7	33,19	
		72	48,3	39,08	
		96	52,5	43,48	

Apêndice 13. Parâmetros de degradação da MS do feno e degradabilidade efetiva.

Período	Energia	PDR	a	b	kd	lt	K1	Defeno
1	0	0	9,59	48,9	0,053	1,9	0,038	38,09
2	0	0	14,59	46,6	0,027	0,0	0,022	40,23
3	0	0	11,24	46,8	0,038	1,9	0,043	33,23
	Média		11,81	47,43	0,04	1,28	0,03	37,19
	Desvio Padrão		2,55	1,31	0,01	1,11	0,01	3,59
1	0	40	11,18	46,2	0,038	1,9	0,035	35,46
2	0	40	10,47	45,9	0,048	1,8	0,035	36,91
3	0	40	10,44	50,1	0,038	2,2	0,038	35,59
	Média		10,70	47,38	0,04	1,96	0,04	35,99
	Desvio Padrão		0,42	2,34	0,01	0,20	0,00	0,80
1	0	80	12,55	47,9	0,038	1,0	0,039	36,12
2	0	80	13,06	46,5	0,032	0,8	0,033	36,09
3	0	80	10,16	47,6	0,035	2,7	0,017	42,32
	Média		11,92	47,35	0,04	1,53	0,03	38,18
	Desvio Padrão		1,55	0,72	0,00	1,05	0,01	3,59
1	0	120	11,06	51,2	0,033	2,1	0,036	35,46
2	0	120	10,64	48,3	0,043	1,8	0,030	39,16
3	0	120	9,29	50,1	0,042	2,6	0,043	34,16
	Média		10,33	49,88	0,04	2,15	0,04	36,26
	Desvio Padrão		0,92	1,48	0,01	0,40	0,01	2,59
1	1	0	14,47	54,9	0,010	0,0	0,043	24,92
2	1	0	12,98	53,5	0,019	1,3	0,028	34,34
3	1	0	14,91	65,4	0,007	0,0	0,043	24,23
	Média		14,12	57,95	0,01	0,43	0,04	27,83
	Desvio Padrão		1,01	6,53	0,01	0,74	0,01	5,65
1	1	40	11,04	44,5	0,030	2,6	0,049	27,96
2	1	40	13,28	52,0	0,014	1,4	0,044	25,72
3	1	40	12,33	37,3	0,024	2,5	0,048	24,75
	Média		12,21	44,60	0,02	2,16	0,05	26,14
	Desvio Padrão		1,13	7,36	0,01	0,68	0,00	1,65
2	1	80	14,95	40,0	0,026	0,0	0,042	30,04
3	1	80	12,72	41,6	0,026	1,7	0,046	27,79
	Média		13,83	40,78	0,03	0,84	0,04	28,91
	Desvio Padrão		1,58	1,11	0,00	1,19	0,00	1,59
1	1	120	11,25	41,5	0,027	2,9	0,030	31,05
2	1	120	11,05	45,5	0,039	1,9	0,057	29,63
3	1	120	12,34	44,7	0,024	2,1	0,042	28,42
	Média		11,55	43,87	0,03	2,28	0,04	29,70
	Desvio Padrão		0,69	2,11	0,01	0,54	0,01	1,32

Apêndice 14. Parâmetros de degradação da FDN do feno e degradabilidade efetiva.

Período	Energia	PDR	a	b	kd	lt	K1	DeFDN
1	0	0	-0,3	52,7	0,059	1,1	0,038	31,65
2	0	0	2,6	51,0	0,024	2,0	0,022	29,21
3	0	0	2,6	50,5	0,038	1,3	0,043	26,47
	Média		1,62	51,41	0,04	1,46	0,03	29,11
	Desvio Padrão		1,68	1,16	0,02	0,50	0,01	2,60
1	0	40	0,7	49,8	0,045	1,0	0,035	28,86
2	0	40	0,4	50,5	0,048	1,6	0,035	29,63
3	0	40	2,9	54,3	0,038	1,1	0,038	29,96
	Média		1,33	51,54	0,04	1,24	0,04	29,48
	Desvio Padrão		1,34	2,41	0,01	0,35	0,00	0,57
1	0	80	2,6	51,0	0,044	0,1	0,039	29,63
2	0	80	2,6	50,4	0,037	0,9	0,033	29,10
3	0	80	2,1	50,1	0,037	1,7	0,017	36,52
	Média		2,45	50,51	0,04	0,88	0,03	31,75
	Desvio Padrão		0,30	0,47	0,00	0,78	0,01	4,14
1	0	120	1,5	55,0	0,033	0,8	0,036	27,99
2	0	120	1,4	52,7	0,044	1,3	0,030	32,55
3	0	120	0,2	54,2	0,043	2,2	0,043	27,30
	Média		1,00	53,94	0,04	1,41	0,04	29,28
	Desvio Padrão		0,69	1,16	0,01	0,71	0,01	2,85
1	1	0	3,7	72,9	0,007	0,0	0,043	14,50
2	1	0	3,8	59,0	0,018	0,4	0,028	26,54
3	1	0	3,8	46,7	0,014	2,1	0,043	15,17
	Média		3,77	59,53	0,01	0,81	0,04	18,74
	Desvio Padrão		0,06	13,08	0,01	1,10	0,01	6,77
1	1	40	-1,3	50,4	0,032	2,6	0,049	18,77
2	1	40	2,5	56,5	0,015	2,1	0,044	16,97
3	1	40	3,4	38,6	0,024	1,9	0,048	16,31
	Média		1,53	48,50	0,02	2,19	0,05	17,35
	Desvio Padrão		2,45	9,06	0,01	0,40	0,00	1,27
2	1	80	7,4	42,7	0,025	0,0	0,042	23,16
3	1	80	4,5	40,5	0,026	0,5	0,046	19,43
	Média		5,99	41,62	0,03	0,25	0,04	21,30
	Desvio Padrão		2,04	1,59	0,00	0,35	0,00	2,64
1	1	120	4,6	44,0	0,024	0,0	0,030	24,16
2	1	120	3,8	47,9	0,037	0,2	0,057	22,76
3	1	120	-3,4	49,9	0,028	6,7	0,042	16,48
	Média		1,68	47,30	0,03	2,32	0,04	21,13
	Desvio Padrão		4,39	3,00	0,01	3,80	0,01	4,09

Apêndice 15. Dados individualizados de concentração de Nitrogênio amoniacal (mg/dL) nos horários 0, 1, 2, 4, 6 e 8 (NH₃0, NH₃1, NH₃2, NH₃4, NH₃6 e NH₃8, respectivamente) e NH₃ média.

Animal	Período	Energia	PDR	NH ₃ 0	NH ₃ 1	NH ₃ 2	NH ₃ 4	NH ₃ 6	NH ₃ 8	NH ₃ media
426	1	0	0	2,25	4,50	7,51	4,08	3,75	-	4,42
470	2	0	0	11,39	21,27	12,15	9,87	11,39	10,63	12,78
500	3	0	0	6,84	8,35	13,67	7,60	3,80	13,67	8,99
		Média		6,83	11,38	11,11	7,18	6,31	12,15	8,73
		Desvio Padrão		4,57	8,78	3,21	2,92	4,40	2,15	4,19
461	1	0	40	15,02	12,01	9,76	11,26	7,51	19,52	12,51
489	2	0	40	34,18	18,99	25,82	12,91	14,43	20,51	21,14
427	3	0	40	11,39	-	14,43	10,63	6,84	12,15	11,09
		Média		20,20	15,50	16,67	11,60	9,59	17,39	14,91
		Desvio Padrão		12,24	4,93	8,26	1,18	4,20	4,57	5,44
468	1	0	80	-	17,27	20,27	-	12,01	18,77	17,08
452	2	0	80	33,42	29,62	26,58	13,67	15,19	10,63	21,52
461	3	0	80	18,23	18,23	34,18	24,30	19,75	15,95	21,77
		Média		25,82	21,71	27,01	18,99	15,65	15,12	20,12
		Desvio Padrão		10,74	6,87	6,96	7,52	3,89	4,13	2,64
468	1	0	120	27,03	15,02	7,51	12,76	7,51	22,52	15,39
426	2	0	120	22,03	6,08	34,94	18,23	18,99	12,15	18,73
475	3	0	120	25,82	30,38	25,06	16,71	10,63	9,87	19,75
		Média		24,96	17,16	22,50	15,90	12,38	14,85	17,96
		Desvio Padrão		2,61	12,29	13,89	2,82	5,93	6,74	2,28
426	1	1	0	8,26	3,75	1,50	1,50	0,75	3,00	3,13
500	2	1	0	9,87	4,56	1,52	4,56	2,28	2,28	4,18
489	3	1	0	3,04	34,94	-	-	-	3,04	13,67
		Média		7,06	14,42	1,51	3,03	1,51	2,77	6,99
		Desvio Padrão		3,57	17,78	0,01	2,16	1,08	0,43	5,81
452	1	1	40	15,02	17,27	9,76	3,75	1,50	3,75	8,51
468	2	1	40	21,27	32,66	18,23	5,32	6,08	28,10	18,61
475	3	1	40	3,04	0,76	12,15	3,80	5,32	2,28	4,56
		Média		13,11	16,90	13,38	4,29	4,30	11,38	10,56
		Desvio Padrão		9,26	15,95	4,37	0,89	2,45	14,50	7,25
452	1	1	80	45,05	18,77	10,51	4,50	5,26	41,29	20,90
500	2	1	80	15,95	44,05	31,14	16,71	10,63	12,91	21,90
489	3	1	80	14,43	33,42	26,58	27,34	24,30	19,75	24,30
		Média		25,14	32,08	22,74	16,19	13,40	24,65	22,37
		Desvio Padrão		17,26	12,69	10,84	11,43	9,82	14,81	1,75
427	1	1	120	27,78	38,29	39,04	18,02	8,26	21,02	25,40
427	2	1	120	42,53	44,81	47,09	15,19	12,15	12,91	29,11
461	3	1	120	13,67	2,28	49,37	15,95	5,32	4,56	15,19
		Média		27,99	28,46	45,17	16,39	8,58	12,83	23,24
		Desvio Padrão		14,43	22,91	5,42	1,46	3,43	8,23	7,21

Apêndice 16. Dados individualizados de pH noshorários 0, 1, 2, 4, 6 e 8 (pH0, pH1, pH2, pH4, pH6 e pH8, respectivamente) e pH médio.

Animal	Energia	PDR	pH0	pH1	pH2	ph4	pH6	pH8	pH médio
426	0	0	6,60	6,67	6,56	6,63	6,68	6,62	6,63
470	0	0	6,74	6,86	6,56	6,55	6,70	6,49	6,65
500	0	0	6,92	6,69	6,65	6,69	6,65	6,71	6,72
	Média		6,75	6,74	6,59	6,62	6,68	6,61	6,67
	Desvio Padrão		0,16	0,10	0,05	0,07	0,03	0,11	0,05
461	0	40	6,71	6,62	6,56	6,74	6,61	6,67	6,65
489	0	40	7,13	6,62	6,82	6,88	6,91	6,95	6,89
427	0	40	6,92	6,73	6,64	6,63	6,58	6,80	6,72
	Média		6,92	6,66	6,67	6,75	6,70	6,81	6,75
	Desvio Padrão		0,21	0,06	0,13	0,13	0,18	0,14	0,12
468	0	80	6,61	6,58	6,42	6,40	6,50	6,43	6,49
452	0	80	6,85	6,53	6,68	6,33	6,46	6,54	6,57
461	0	80	6,76	6,55	6,51	6,57	6,52	6,39	6,55
	Média		6,74	6,55	6,54	6,43	6,49	6,45	6,54
	Desvio Padrão		0,12	0,03	0,13	0,12	0,03	0,08	0,04
468	0	120	6,77	6,67	6,58	6,45	6,33	6,78	6,60
426	0	120	6,99	6,61	6,76	6,72	6,73	6,80	6,77
475	0	120	6,80	6,84	6,58	6,58	6,63	6,64	6,68
	Média		6,85	6,71	6,64	6,58	6,56	6,74	6,68
	Desvio Padrão		0,12	0,12	0,10	0,14	0,21	0,09	0,09
426	1	0	6,72	6,47	6,62	6,56	6,70	6,62	6,62
500	1	0	6,70	6,40	6,45	6,44	6,50	6,60	6,52
489	1	0	6,76	6,26	6,17	6,38	6,29	6,24	6,35
	Média		6,73	6,38	6,41	6,46	6,50	6,49	6,49
	Desvio Padrão		0,03	0,11	0,23	0,09	0,21	0,21	0,13
452	1	40	6,59	5,97	6,11	6,15	6,34	6,47	6,27
468	1	40	6,76	6,73	6,39	6,32	6,13	6,68	6,50
475	1	40	6,46	6,16	6,17	6,08	6,07	6,30	6,21
	Média		6,60	6,29	6,22	6,18	6,18	6,48	6,33
	Desvio Padrão		0,15	0,40	0,15	0,12	0,14	0,19	0,15
452	1	80	7,19	6,48	6,38	6,22	6,56	7,00	6,64
500	1	80	6,72	6,30	6,18	5,77	5,73	6,16	6,14
489	1	80	6,16	6,11	5,73	5,16	5,50	5,51	5,70
	Média		6,69	6,30	6,10	5,72	5,93	6,22	6,16
	Desvio Padrão		0,52	0,19	0,33	0,53	0,56	0,75	0,47
427	1	120	6,55	6,49	6,48	5,95	5,58	6,06	6,19
427	1	120	6,72	6,40	6,50	6,32	6,44	6,52	6,48
461	1	120	6,78	6,82	6,07	6,16	5,95	6,28	6,34
	Média		6,68	6,57	6,35	6,14	5,99	6,29	6,34
	Desvio Padrão		0,12	0,22	0,24	0,19	0,43	0,23	0,15

Apêndice 17. Tabela de Anova para a digestibilidade da matéria orgânica (DMO, %).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	63,63	31,82	4,86	0,0557
Energia	1	1191,45	1191,45	181,84	<0,0001
PDR	3	222,20	74,07	11,30	0,007
Energia*PDR	3	112,80	37,60	5,74	0,0339
Período*PDR	6	265,54	44,26	6,75	0,0175
Período*Energia	2	4,66	2,33	0,36	0,7147
Erro	6	39,31	6,55		
Total	23	1899,59			

Apêndice 18. Tabela de Anova para a digestibilidade da FDN (DFDN, %).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	17,71	8,85	0,71	0,5294
Energia	1	0,02	0,02	0,00	0,9691
PDR	3	302,67	100,89	8,07	0,0158
Energia*PDR	3	136,81	45,60	3,65	0,0831
Período*PDR	6	371,96	61,99	4,96	0,0361
Período*Energia	2	22,31	11,16	0,89	0,4577
Erro	6	74,97	12,50		
Total	23	926,46			

Apêndice 19. Tabela de Anova para a digestibilidade da celulose (DCEL, %).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	1,22	0,61	0,02	0,9763
Energia	1	209,45	209,45	8,27	0,0282
PDR	3	303,64	101,21	4,00	0,0702
Energia*PDR	3	302,02	100,67	3,97	0,071
Período*PDR	6	380,97	63,50	2,51	0,144
Período*Energia	2	16,65	8,32	0,33	0,7321
Erro	6	151,98	25,33		
Total	23	1365,92			

Apêndice 20. Tabela de Anova para a digestibilidade da hemicelulose (DHCEL, %).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	100,45	50,23	3,12	0,1177
Energia	1	73,40	73,40	4,56	0,0766
PDR	3	368,76	122,92	7,64	0,0179
Energia*PDR	3	40,28	13,43	0,83	0,5221
Período*PDR	6	391,43	65,24	4,05	0,0563
Período*Energia	2	28,63	14,32	0,89	0,4588
Erro	6	96,54	16,09		
Total	23	1099,49			

Apêndice 21. Tabela de Anova para a digestibilidade real da MO (DMOR, %).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	36,18	18,09	6,19	0,0348
Energia	1	979,84	979,84	335,05	<0,0001
PDR	3	188,18	62,73	21,45	0,0013
Energia*PDR	3	59,72	19,91	6,81	0,0233
Período*PDR	6	163,70	27,28	9,33	0,0078
Período*Energia	2	4,98	2,49	0,85	0,4728
Erro	6	17,55	2,92		
Total	23	1450,15			

Apêndice 22. Tabela de Anova para excreção fecal metabólica (EFM, % CMO).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	4,04	2,02	2,30	0,1813
Energia	1	10,35	10,35	11,78	0,0139
PDR	3	1,71	0,57	0,65	0,6113
Energia*PDR	3	8,36	2,79	3,17	0,1063
Período*PDR	6	14,07	2,34	2,67	0,1287
Período*Energia	2	1,29	0,64	0,73	0,5187
Erro	6	5,27	0,88		
Total	23	45,09			

Apêndice 23. Tabela de Anova para digestibilidade da MO do feno (DMOfeno, %).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	102,21	51,11	3,50	0,0982
Energia	1	25,01	25,01	1,71	0,2383
PDR	3	297,37	99,12	6,79	0,0234
Energia*PDR	3	245,26	81,75	5,60	0,0356
Período*PDR	6	424,20	70,70	4,85	0,0381
Período*Energia	2	17,28	8,64	0,59	0,5824
Erro	6	87,54	14,59		
Total	23	1198,87			

Apêndice 24. Tabela de Anova para o peso corporal (kg).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	24,39	12,20	0,54	0,6112
Energia	1	50,14	50,14	2,20	0,1886
PDR	3	53,99	18,00	0,79	0,5423
Energia*PDR	3	123,33	41,11	1,80	0,2467
Período*PDR	6	190,24	31,71	1,39	0,3494
Período*Energia	2	16,13	8,07	0,35	0,7157
Erro	6	136,77	22,79		
Total	23	595,00			

Apêndice 25. Tabela de Anova para o consumo de MO (CMO, g/dia).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	30267,25	15133,63	0,93	0,4172
Energia	1	530442,67	530442,67	32,64	<0,0001
PDR	3	25405,00	8468,33	0,52	0,6747
Energia*PDR	3	27239,00	9079,67	0,56	0,6509
Erro	14	227524,08	16251,72		
Total	23	840878,00			

Apêndice 26. Tabela de Anova para o consumo de MO de feno (CMOfeno, g/dia).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	18603,08	9301,54	0,58	0,5709
Energia	1	50876,04	50876,04	3,19	0,0957
PDR	3	17036,46	5678,82	0,36	0,7854
Energia*PDR	3	23236,46	7745,49	0,49	0,6975
Erro	14	223146,92	15939,07		
Total	23	332898,96			

Apêndice 27. Tabela de Anova para o consumo de MO em % do PC.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	0,0252	0,0126	0,09	0,9178
Energia	1	2,6401	2,6401	18,09	0,0008
PDR	3	0,1417	0,0472	0,32	0,8083
Energia*PDR	3	0,0942	0,0314	0,22	0,8842
Erro	14	2,0434	0,1460		
Total	23	4,9446			

Apêndice 28. Tabela de Anova para o consumo de MO do feno em % do PC.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	0,0220	0,0110	0,08	0,9241
Energia	1	0,6273	0,6273	4,52	0,0517
PDR	3	0,0614	0,0205	0,15	0,9295
Energia*PDR	3	0,0868	0,0289	0,21	0,8887
Erro	14	1,9420	0,1387		
Total	23	2,7395			

Apêndice 29. Tabela de Anova para o consumo de MO digestível (g/dia).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	7086,08	3543,04	0,45	0,6483
Energia	1	459266,67	459266,67	57,95	<0,0001
PDR	3	34016,83	11338,94	1,43	0,2758
Energia*PDR	3	9514,33	3171,44	0,40	0,755
Erro	14	110949,92	7924,99		
Total	23	620833,83			

Apêndice 30. Tabela de Anova para o consumo de MO digestível em % PC.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	0,007	0,003	0,07	0,9316
Energia	1	2,594	2,594	54,55	<0,0001
PDR	3	0,203	0,068	1,42	0,2783
Energia*PDR	3	0,111	0,037	0,78	0,5269
Erro	14	0,666	0,048		
Total	23	3,58			

Apêndice 31. Tabela de Anova para a relação CPDR:CMOD.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	1,52	0,76	0,19	0,8338
Energia	1	1,20	1,20	0,30	0,6066
PDR	3	209,10	69,70	17,18	0,0024
Energia*PDR	3	9,56	3,19	0,79	0,5441
Período*Energia	2	1,73	0,86	0,21	0,8142
Período*PDR	6	8,96	1,49	0,37	0,8755
Erro	6	24,34	4,06		
Total	23	256,40			

Apêndice 32. Tabela de Anova para a relação CPDR:CMODr.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	0,29	0,14	0,05	0,9482
Energia	1	0,09	0,09	0,03	0,8602
PDR	3	171,84	57,28	21,49	0,0013
Energia*PDR	3	4,92	1,64	0,62	0,6299
Período*Energia	2	1,41	0,71	0,26	0,7759
Período*PDR	6	5,16	0,86	0,32	0,9029
Erro	6	15,99	2,67		
Total	23	199,70			

Apêndice 33. Tabela de Anova para a taxa de passagem pelo rúmen-retículo (k1).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	0,000052	0,000026	0,34	0,7166
Energia	1	0,000492	0,000492	6,51	0,0231
PDR	3	0,000103	0,000034	0,45	0,7197
Energia*PDR	3	0,000113	0,000038	0,5	0,6886
Erro	14	0,001059	0,000076		
Total	23	0,001819			

Apêndice 34. Tabela de Anova para a taxa de passagem pelo baixo trato gastrointestinal (k2).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	0,001202	0,000601	1,04	0,3777
Energia	1	0,002468	0,002468	4,29	0,0573
PDR	3	0,001185	0,000395	0,69	0,575
Energia*PDR	3	0,001009	0,000336	0,58	0,635
Erro	14	0,008054	0,000575		
Total	23	0,013919			

Apêndice 35. Tabela de Anova para o tempo de transito (TT).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	15,11	7,55	0,46	0,6409
Energia	1	73,85	73,85	4,49	0,0525
PDR	3	2,60	0,87	0,05	0,9834
Energia*PDR	3	32,91	10,97	0,67	0,5862
Erro	14	230,27	16,45		
Total	23	354,74			

Apêndice 36. Tabela de Anova para o tempo de retenção ruminal (TRR).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	49,74	24,87	0,3	0,7481
Energia	1	335,25	335,25	3,99	0,0655
PDR	3	128,98	42,99	0,51	0,6804
Energia*PDR	3	155,00	51,67	0,62	0,6162
Erro	14	1175,04	83,93		
Total	23	1844,02			

Apêndice 37. Tabela de Anova para o tempo de retenção no baixo trato (TRC).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	38,21	19,10	0,22	0,8056
Energia	1	453,27	453,27	5,21	0,0386
PDR	3	86,11	28,70	0,33	0,8038
Energia*PDR	3	148,79	49,60	0,57	0,6438
Erro	14	1217,97	87,00		
Total	23	1944,35			

Apêndice 38. Tabela de Anova para o tempo total de retenção (TTR).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	50,73	25,37	0,08	0,9225
Energia	1	1566,55	1566,55	5,01	0,0419
PDR	3	353,43	117,81	0,38	0,771
Energia*PDR	3	517,38	172,46	0,55	0,6552
Erro	14	4375,39	312,53		
Total	23	6863,49			

Apêndice 39. Tabela de Anova para a degradabilidade ruminal da MS.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	61,98	30,99	1,08	0,3976
Energia	1	1419,39	1419,39	49,46	0,0004
PDR	3	81,26	27,09	0,94	0,4763
Energia*PDR	3	40,61	13,54	0,47	0,7131
Período*PDR	6	79,03	13,17	0,46	0,8171
Período*Energia	2	82,00	41,00	1,43	0,3108
Erro (a)	6	172,18	28,70		
Total (a)	23	1936,45			
Horário	7	43466,42	6209,49	1430,29	<0,0001
Energia*Horário	7	664,54	94,93	21,87	<0,0001
PDR*Horário	21	137,46	6,55	1,51	0,0934
Período*Horário	14	70,81	5,06	1,17	0,3149
Energia*PDR*Horário	21	48,83	2,33	0,54	0,9482
Erro (b)	94	408,09	4,34		
Total	187	46732,60			

Apêndice 40. Tabela de Anova para a degradabilidade ruminal da FDN.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	135,31	67,66	1,79	0,2453
Energia	1	2186,38	2186,38	57,92	0,0003
PDR	3	76,63	25,54	0,68	0,5974
Energia*PDR	3	95,23	31,74	0,84	0,5193
Período*PDR	6	105,85	17,64	0,47	0,8116
Período*Energia	2	219,18	109,59	2,9	0,1313
Erro (a)	6	226,50	37,75		
Total (a)	23	3045,08			
Horário	7	51116,76	7302,39	1215,26	<0,0001
Energia*Horário	7	903,03	129,00	21,47	<0,0001
PDR*Horário	21	116,28	5,54	0,92	0,565
Período*Horário	14	112,11	8,01	1,33	0,2034
Energia*PDR*Horário	21	75,84	3,61	0,6	0,9085
Erro (b)	94	564,84	6,01		
Total	187	55933,93			

Apêndice 41. Tabela de Anova para a fração rapidamente solúvel da degradabilidade da MS (a).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	4,08	2,04	1,12	0,357
Energia	1	16,44	16,44	8,99	0,0103
PDR	3	17,28	5,76	3,15	0,0614
Energia*PDR	3	0,98	0,33	0,18	0,9095
Erro	13	23,78	1,83		
Total	22	62,57			

Apêndice 42. Tabela de Anova para a fração insolúvel potencialmente degradável da MS (b).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	4,18	2,09	0,12	0,8839
Energia	1	8,89	8,89	0,53	0,4797
PDR	3	235,77	78,59	4,68	0,0199
Energia*PDR	3	279,11	93,04	5,54	0,0113
Erro	13	218,32	16,79		
Total	22	746,27			

Apêndice 43. Tabela de Anova para a taxa de degradação da MS (c).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	0,000031	0,000015	0,25	0,7791
Energia	1	0,001419	0,001419	23,35	0,0003
PDR	3	0,000256	0,000085	1,41	0,2852
Energia*PDR	3	0,000338	0,000113	1,85	0,1873
Erro	13	0,000790	0,000061		
Total	22	0,002834			

Apêndice 44. Tabela de Anova para o tempo de colonização da MS (lag time).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	2,88	1,44	3,05	0,0818
Energia	1	0,43	0,43	0,91	0,3578
PDR	3	7,85	2,62	5,54	0,0113
Energia*PDR	3	1,18	0,39	0,84	0,498
Erro	13	6,14	0,47		
Total	22	18,48			

Apêndice 45. Tabela de Anova para a degradabilidade efetiva da MS do feno (DEfeno).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Período	2	30,30	15,15	1,77	0,2087
Energia	1	433,10	433,10	50,65	<0,0001
PDR	3	18,04	6,01	0,7	0,5669
Energia*PDR	3	10,06	3,35	0,39	0,7608
Erro	13	111,16	8,55		
Total	22	602,65			

Apêndice 46. Tabela de Anova para a fração rapidamente solúvel da degradabilidade da FDN (a).

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P > F
PDR	1	1,0992	1,0992	0,21	0,6511
Energia	1	10,694	10,694	2,05	0,1680
PDR*energia	1	0,3682	0,3682	0,07	0,7931
Erro	19	98,911	5,2059		
Total	22	111,07			

Apêndice 47. Tabela de Anova para a fração insolúvel potencialmente degradável da FDN (b).

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P > F
PDR	1	87,073	87,073	2,21	0,1532
Energia	1	23,187	23,187	0,59	0,4521
PDR*energia	1	173,73	173,73	4,42	0,0492
Erro	19	747,33	39,333		
Total	22	1031,3			

Apêndice 48. Tabela de Anova para a taxa de degradação da FDN (c).

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P > F
PDR	1	1,7962	1,7962	2,95	0,102
Energia	1	18,591	18,591	30,57	< 0,0001
PDR*energia	1	2,4301	2,4301	4	0,0601
Erro	19	11,556	0,6082		
Total	22	34,373			

Apêndice 49. Tabela de Anova para o tempo de colonização da FDN (lag time).

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P > F
PDR	1	0,4326	0,4326	0,2	0,6634
Energia	1	0,3507	0,3507	0,16	0,695
PDR*energia	1	0,8355	0,8355	0,38	0,5462
Erro	19	42,046	2,2129		
Total	22	43,664			

Apêndice 50. Tabela de Anova para a degradabilidade efetiva da FDN do feno (DEfeno).

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P > F
PDR	1	17,295	17,295	1,46	0,2423
Energia	1	620,26	620,26	52,24	< 0,0001
PDR*energia	1	4,6936	4,6936	0,4	0,537
Erro	19	225,61	11,874		
Total	22	867,87			

Apêndice 51. Tabela de Anova para as medidas de N-NH₃ (mg/dL).

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Energia	1	8,86	8,86	0,16	0,7053
PDR	3	4784,02	1594,67	28,31	0,0006
Energia*PDR	3	676,08	225,36	4,00	0,0701
Período	2	779,55	389,77	6,92	0,0277
Período*Energia	2	290,90	145,45	2,58	0,1552
Período*PDR	6	585,45	97,58	1,73	0,2605
Erro (a)	6	337,96	56,33		
Total (a)	23	7462,82			
Horário	5	2448,18	489,64	6,94	<0,0001
Energia*Horário	5	233,62	46,72	0,66	0,6529
PDR*Horário	15	1298,78	86,59	1,23	0,2711
Energia*PDR*Horário	15	986,89	65,79	0,93	0,5324
Erro (b)	74	5217,63	70,51		
Total (b)	137	17647,91			

Apêndice 52. Tabela de Anova para as medidas de pH ruminal.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Energia	1	3,90	3,90	23,03	0,003
PDR	3	1,12	0,37	2,21	0,188
Energia*PDR	3	0,33	0,11	0,64	0,6146
Período	2	0,61	0,30	1,79	0,245
Período*Energia	2	0,76	0,38	2,24	0,1875
Período*PDR	6	1,37	0,23	1,35	0,3625
Erro (a)	6	1,02	0,17		
Total (a)	23	9,10			
Horário	5	2,36	0,47	21,71	<0,0001
Energia*Horário	5	0,46	0,09	4,26	0,0017
PDR*Horário	15	0,74	0,05	2,28	0,0098
Energia*PDR*Horário	15	0,38	0,03	1,16	0,317
Erro (b)	80	1,74	0,02		
Total (b)	143	14,79			

Apêndice 53. Regressão linear para DMO no nível 1 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR - Linear	1	90,87	90,87	4,44	0,0614
Erro	10	204,79	20,48		
Total	11	295,67			

Apêndice 54. Regressão linear para DFDN no nível 1 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR - Linear	1	196,0	196,0	5,37	0,043
Erro	10	365,0	36,5		
Total	11	561,04			

Apêndice 55. Regressão linear para DCEL no nível 1 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR - Linear	1	290,6	290,6	6,91	0,0252
Erro	10	420,3	42,0		
Total	11	710,9			

Apêndice 56. Regressão linear para DMOR no nível 1 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR - Linear	1	76,75	76,75	6,07	0,0334
Erro	10	126,41	12,641		
Total	11	203,16			

Apêndice 57. Regressão linear para DMO_{feno} no nível 1 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR - Linear	1	262,42	262,42	5,03	0,0487
Erro	10	521,34	52,13		
Total	11	783,76			

Apêndice 58. Regressão linear para DMO no nível 0 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR - Linear	1	78,43	78,43	2,35	0,1564
Erro	10	334,04	33,40		
Total	11	412,47			

Apêndice 59. Regressão linear para DFDN no nível 0 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR - Linear	1	68,95	68,95	2,33	0,1582
Erro	10	296,45	29,64		
Total	11	365,40			

Apêndice 60. Regressão linear para DCEL no nível 0 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR - Linear	1	26,67	26,67	0,64	0,4435
Erro	10	418,90	41,89		
Total	11	445,56			

Apêndice 61. Regressão linear para DMOR no nível 0 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR - Linear	1	67,78	67,78	3,4	0,095
Erro	10	199,37	19,94		
Total	11	267,15			

Apêndice 62. Regressão linear para DMOFeno no nível 0 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR - Linear	1	46,64	46,64	1,36	0,2709
Erro	10	343,46	34,35		
Total	11	390,10			

Apêndice 63. Regressão linear da relação CPDR:CMOD em função do nível de PDR suplementar.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR-Linear	1	209,01	209,01	95,61	<0,0001
Erro	22	48,09	2,19		
Total	23	257,1			

Apêndice 64. Regressão linear da relação CPDR:CMODr em função do nível de PDR suplementar.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR-Linear	1	172,68	172,68	127,3	<0,0001
Erro	22	29,84	1,36		
Total	23	202,52			

Apêndice 65. Regressão entre a relação CPDR:CMOD e o consumo de matéria orgânica digestível (% PC) no nível 0 de energia suplementar.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
CPDR:CMOD – linear	1	0,0053	0,0053	0,16	0,6986
CPDR:CMOD – quadrática	1	0,0066	0,0066	0,2	0,6648
Erro	9	0,2958	0,0329		
Total	11	0,3076			

Apêndice 66. Regressão entre a relação CPDR:CMOD e o consumo de matéria orgânica digestível (% PC) no nível 1 de energia suplementar.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
CPDR:CMOD – linear	1	0,2302	0,2302	4,89	0,0543
CPDR:CMOD – quadrática	1	0,2044	0,2044	4,34	0,0669
Erro	9	0,4238	0,0471		
Total	11	0,8584			

Apêndice 67. Regressão linear entre a taxa de degradação da MS (c) e o nível de PDR dentro do nível 1 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR-Linear	1	0,0005	0,0004812	11,48	0,008
Erro	9	0,0004	0,00004193		
Total	10	0,0009			

Apêndice 68. Regressão linear entre a taxa de degradação da MS (c) e o nível de PDR dentro do nível 1 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR-Linear	1	0,0004	0,000396	10,29	0,0107
Erro	9	0,0003	0,00003847		
Total	10	0,0007			

Apêndice 69. Análise de regressão para a concentração de N-NH₃ dentro do nível 0 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR-Linear	1	907,88	907,88388	15,81	0,0002
PDR-Quadrática	1	316,31	316,3059	5,51	0,0219
Erro	66	3789,5	57,416929		
Total	68	5013,7			

Apêndice 70. Análise de regressão para a concentração de N-NH₃ dentro do nível 1 de energia.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
PDR-Linear	1	4070,5	4070,50	29,69	<0,0001
Erro	66	9047,7	137,09		
Total	67	13118			

Apêndice 71. Regressão múltipla entre o pH ruminal às 4 horas, a energia e a concentração de N-NH₃.

Passo	Causas da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
	Intercepto	1	148,12	148,12	2811,7	<0,0001
1	Energia	1	1,75	1,7455	33,13	<0,0001
2	[N-NH ₃] 4 horas	1	0,783	0,7825	14,86	0,0013
	Erro	17	0,89563	0,0527		
	Total	20	151,55			

Apêndice 72. Regressão múltipla entre a concentração ruminal de N-NH₃ nos diferentes horários e a DMO.

Causas da variação	Estimativa	Erro padrão	SQ	F	Pr > F
Intercepto	61,48	1,1916	7585,15	2662,24	<0,0001
[N-NH ₃] 0 hora	-0,19	0,0493	40,85	14,34	0,0091
[N-NH ₃] 1 hora	0,28	0,0417	129,56	45,47	0,0005
[N-NH ₃] 2 horas	0,11	0,0362	27,62	9,69	0,0208

Apêndice 73. Regressão múltipla entre a concentração ruminal de N-NH₃ nos diferentes horários e a DFDN.

Causas da variação	Estimativa	Erro padrão	SQ	F	Pr > F
Intercepto	45,8285	2,63	4475,54	303,64	<0,0001
[N-NH ₃] média	0,45569	0,1329	173,34	11,76	0,009

Apêndice 74. Regressão múltipla entre a concentração ruminal de N-NH₃ nos diferentes horários e a DCEL.

Causas da variação	Estimativa	Erro padrão	SQ	F	Pr > F
Intercepto	46,00	2,40	4509,33	367,03	<0,0001
[N-NH ₃] média	0,45	0,12	172,09	14,01	0,0057

Apêndice 75. Regressão múltipla entre a concentração ruminal de N-NH₃ nos diferentes horários e a DHCEL.

Causas da variação	Estimativa	Erro padrão	SQ	F	Pr > F
Intercept	52,55	2,48	8445,86	448,76	<0,0001
[N-NH ₃] 1 hora	0,28	0,09	197,15	10,48	0,0119

Apêndice 76. Regressão múltipla entre a concentração ruminal de N-NH₃ nos diferentes horários, a % de volumoso e a DMOR.

Causas da variação	Estimativa	Erro padrão	SQ	F	Pr > F
Intercepto	76,55	3,86	678,25	392,71	<0,0001
% volumoso	-0,14	0,06	8,04	4,66	0,0834
[N-NH ₃] 1 hora	0,17	0,04	35,61	20,62	0,0062
[N-NH ₃] 4 horas	0,21	0,06	18,37	10,63	0,0224
[N-NH ₃] 8 horas	-0,08	0,04	8,17	4,73	0,0816

9 VITA

André Luís Finkler da Silveira, filho de Joaquim Pereira da Silveira e Irani Finkler, nascido em 21 de março de 1976, em Caxias do Sul – RS.

Estudou na Escola Estadual de 1º e 2º Graus Abramo Pezzi onde, em 1990, completou o primeiro grau e na Escola Cenecista de 1º e 2º Graus Santo Antônio, onde concluiu o segundo grau em 1993. Em 1994 ingressou no curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), onde, em 1995, começou a trabalhar como Bolsista de Iniciação Científica no Departamento de Zootecnia sob orientação do professor Ênio Rosa Prates, até o início de 1999. Formou-se Médico Veterinário em Agosto de 1999. Em 2000, sob orientação do Prof. Harold Ospina Patiño, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na UFRGS, que concluiu em abril de 2002. Em agosto de 2002 iniciou o doutorado em Zootecnia sob orientação do Prof. Harold Ospina Patiño.