

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**POTENCIAL NUTRICIONAL DO FENO DE CAPIM  
ARROZ (*Echinochloa sp*) ATRAVÉS DA  
CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, DA DIGESTÃO E DO  
FLUXO VISCERAL LÍQUIDO DE OXIGÊNIO EM  
OVINOS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Lisiane Dorneles de Lima**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2007**

**POTENCIAL NUTRICIONAL DO FENO DE CAPIM ARROZ  
(*Echinochloa sp*) ATRAVÉS DA CARACTERIZAÇÃO  
QUÍMICA, DA DIGESTÃO E DO FLUXO VISCERAL LÍQUIDO  
DE OXIGÊNIO EM OVINOS**

**Por**

**Lisiane Dorneles de Lima**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal/Nutrição de Ruminantes, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**

**Orientador: Luís Maria Bonnacarrère Sanchez**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2007**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
A prova a Dissertação de Mestrado

**POTENCIAL NUTRICIONAL DO FENO DE CAPIM ARROZ  
(*Echinochloa sp*) ATRAVÉS DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, DA  
DIGESTÃO E DO FLUXO VISCERAL LÍQUIDO DE OXIGÊNIO EM  
OVINOS**

elaborada por  
**Lisiane Dorneles de Lima**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Zootecnia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Luís Maria Bonnacarrère Sanchez, PhD**  
(Presidente/Orientador/UFSM)

**José Laerte Nörnberg, Dr. (UFSM)**

**Jorge Luiz Berto, Dr. (UNIJUÍ)**

Santa Maria, 16 de fevereiro de 2007.

***A minha família e ao lado que estiveram sempre presente dividindo como as angústias, decepções, incertezas, conquistas e alegrias, mostrando-me que não importa quanto nos sacrificamos, mas sim aquilo que realmente conquistamos.***

## AGRADECIMENTOS

**À Deus**, pela vida, pela família que tenho e pela fé e esperança que foi força para superar as dificuldades e acreditar que eu era capaz;

**Aos meus Pais**, pela educação, amor e incentivo e por nunca terem medido esforços para que eu pudesse realizar meu sonho;

**As minhas irmãs**, por saber que sempre estão prontas a ajudar, sem precisar dizer nada, em especial a Marlini, pelo exemplo de luta e conquistas, por ser minha melhor amiga e me dar o melhor presente, meu sobrinho, afilhado;

**Ao Vinicius**, meu anjo, minha alegria e por tornar a nossa família ainda mais linda;

**Ao Ian**, pelo amor, apoio, paciência, amizade e ao carinho da tua família;

**Ao Prof. Bonne**, pelos ensinamentos transmitidos durante todos esses anos de tambo, por todo o auxílio, e principalmente pela paciência e pelas palavras de incentivo no momento certo;

**Ao Prof. Gilberto** pela atenção e ensinamentos, pelo enorme interesse por este trabalho que foi fundamental, fica guardada as palavras ditas nos momentos mais difíceis, paciência, persistência.....,devo a esse profissional que muito admiro e respeito;

**À Prof. Beatriz e a Prof. Marta**, que passaram seus conhecimentos, contribuíram para minha formação profissional, pessoal e pelo grande incentivo;

**Aos companheiros de Setor**, especialmente a Carla, Giovani, Cadorin Jr., pela ajuda inestimável na realização do experimento (em qualquer dia e em qualquer hora), mas acima de tudo pela amizade e alegria no convívio do laboratório e fora dele.

**À Paragua (Andrea)**, pela amizade, por estar sempre disposta a me ajudar,

**Aos meus amigos de Mestrado**, Dê, Carol, Grasi, Andréa, Régis, Magali, pelo companheirismo tanto nas horas boas como as ruins, pela amizade, que espero que perdure por muitos anos.

**Ao Prof. Clóvis e ao João Umberto**, pelos ensinamentos e pela ajuda nas análises laboratoriais e principalmente pela amizade;

**Ao pessoal do Flat**, especialmente “aos balas”,valeu pela ajuda e parceria;

**Á CNPq**, pelo auxílio financeiro.

**À vocês todos o meu carinho e gratidão!!!**

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **POTENCIAL NUTRICIONAL DO FENO DE CAPIM ARROZ (*Echinochloa* sp) ATRAVÉS DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, DA DIGESTÃO E DO FLUXO VISCERAL LÍQUIDO DE OXIGÊNIO EM OVINOS**

AUTORA: LISIANE DORNELES DE LIMA

ORIENTADOR: LUÍS MARIA BONNECARRÈRE SANCHEZ

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 16 de fevereiro de 2007.

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a mudança na composição química do feno de capim arroz (CA) cortado com 32, 46, 72 e 90 dias de rebrota, e, avaliar seu efeito sobre o consumo, digestão, fermentação ruminal, a taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo (Experimento 1) e a utilização do oxigênio pelo sistema visceral em ovinos (Experimento 2). No 1º experimento, foram utilizados oito ovinos machos castrados, com peso vivo (PV) médio de  $33 \pm 3,3$ kg, em um delineamento duplo quadrado Latino 4 X 4. O 2º experimento foi realizado em dois ensaios, utilizando-se três ovinos consumindo CA cortado com 46, 72 e 90 dias de rebrota, com PV médio de  $38 \pm 6$  e  $35 \pm 4$ kg (1º ensaio e 2º ensaio, respectivamente), em um delineamento Quadrado Latino 3 X 3. Nestes animais foram implantados catéteres permanentes nas veias porta, mesentérica e hepática. As dietas experimentais foram constituídas de feno fornecido duas vezes ao dia em quantidades suficientes para haver sobras de 10 a 20% do oferecido. Os consumos dos vários componentes do feno de capim arroz diminuíram linearmente com o avanço da idade de rebrota da planta ( $P < 0.05$ ), com exceção do consumo de FDN indigestível que foi similar entre os tratamentos. A digestibilidade dos componentes não nitrogenados do feno, digestibilidade aparente e verdadeira do nitrogênio (N) assim como, a síntese de proteína microbiana, excreção urinária e a retenção do N diminuíram linearmente ( $P < 0.05$ ) com o aumento da idade de rebrota da planta. As concentrações de açúcares e aminoácidos, diminuíram linearmente ( $P < 0,05$ ) enquanto, as concentrações de peptídeos variaram quadraticamente com o aumento da idade de rebrota da forrageira. Já os valores de pH e de N-amoniaco foram similares entre os tratamentos. O tempo de retenção e passagem no ceco-colon proximal (TRcc, TPcc, respectivamente) foram similares entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). No entanto, a taxa de passagem (TPrr) e o tempo de retenção no retículo-rúmen (TRrr), assim como o tempo de retenção da fase sólida da digesta pelo trato gastrointestinal total (TRT) variaram quadraticamente com a idade de rebrota do CA. O valor nutritivo do feno de capim arroz foi negativamente afetado pela idade de rebrota da planta. O consumo foi limitado pelo consumo de fibra em detergente neutro indigestível, mas não foi relacionado com a taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo dos animais. Em torno de 9% e 19% do consumo de energia metabolizável foi liberado como calor pelos órgãos que compõem os sistemas portal e visceral, respectivamente, sendo diretamente relacionado com o consumo de feno e de nutrientes, mas não com a maturidade da planta.

**Palavras-chave:** Gramínea tropical, maturidade, consumo, fluxo de oxigênio visceral

## ABSTRACT

Dissertation of Mastership  
Post-Graduation in Animal Science Program  
Universidade Federal de Santa Maria

### POTENCIAL NUTRICIONAL DO FENO DE CAPIM ARROZ (*Echinochloa sp*) ATRAVÉS DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, DA DIGESTÃO E DO FLUXO VISCERAL LÍQUIDO DE OXIGÊNIO EM OVINOS

AUTHOR: LISIANE DORNELES DE LIMA

ADVISER: LUÍS MARIA BONNECARRÈRE SANCHEZ

Date And Defense's Place: Santa Maria, february, 16, 2007.

This study was conducted to evaluate the change of chemical composition on rice grass "Echinochloa crusgalli" hay harvested of 32, 46, 72 and 90 days of regrowth, and its effect on intake, digestibility, ruminal fermentation passage kinetics of solid phase through gastrointestinal tract (Experiment 1) and oxygen utilization by the visceral system in sheep. In experiment 1 eight castrated lambs (mean live weight of  $33 \pm 3,3$ kg) were used in a 4 X 4 Latin Square double experimental design. Experiment 2 was realized in two assays, using three castrated lambs fed CA cut with 46, 72 and 90 days of regrowth, with mean live weight of  $38 \pm 5$  e  $35 \pm 4$ kg (in assay 1 and 2 respectively). These animals were chronically catheterized of portal, hepatic and mesenteric veins. Experimental diets were hay fed twice a day "ad libitum". Intake of hay components linearly decreased ( $P < 0,05$ ) with the increase of the regrowth age of the plant with the exception of indigestible neutral detergent fiber were similar between treatments ( $P < 0,05$ ). Apparent digestibility of non nitrogen compounds of the hay, and apparent and true nitrogen digestibility, urinary excretion, N retention and microbial protein synthesis were linearly decreased ( $P < 0,05$ ) with the increase of the regrowth age of the plant. Sugar and aminoacids concentrations linearly decreased ( $P < 0,05$ ), but peptides concentrations were quadratically related with the increase of regrowth age of CA ( $P < 0,05$ ). pH values and N-amonia concentrations were similar between the treatments. Retention times in the caecum-colon were similar between the treatments. The passage rate of solid phase and retention time in the reticulo-rumen, and retention time of solid phase through gastrointestinal tract were quadratically related with the regrowth age of CA. The nutritional value of the hay of grass rice was affected negatively by the age of regrowth of the plant. The consumption was limited by the fiber consumption in of indigestible neutral detergent, but it was not related with the passage rate of solid phase through gastrointestinal tract of the animals. Around 9% and 19% of the consumption of energy metabolic it was liberated as heat by the organs that compose the systems portal and visceral, respectively, directly related with the hay consumption and of nutrients, but not with the maturity of the plant.

**Keywords:** Tropical forage, maturity, intake, visceral oxygen flux

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Representação esquemática de uma planta: (a) folha, (b) colmo e (c) raiz.....	22
FIGURA 2 – Seções transversais de lâmina foliar de capim tifton 85 (A) e de colmo de capim braquiária (B), Epiderme (EPI), esclerênquima (ESC), Bainha parenquimática dos feixes (BPF); mesófilo (MÊS); parênquima (PAR), xilema (XIL), floema (FLO).....	24
FIGURA 3 – Relação entre o teor de lignina (LDA) e a digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) do feno de capim arroz.....	46
FIGURA 4 – Relação entre %N (na MS consumida) do capim arroz e digestibilidade da matéria orgânica (DMO) e digestibilidade aparente do Nitrogênio (DN).....	47
FIGURA 5 – Variação pós prandial do pH e das concentrações (mg/dl) de nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ), açúcares, de aminoácidos e de peptídeos no fluido ruminal de ovinos alimentados com feno de capim arroz de diferentes de rebrota.....	48



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Composição química do feno oferecido de capim arroz de diferentes idades de rebrota.....	42
TABELA 2 - Composição química do feno consumido de capim arroz de diferentes idades de rebrota.....	43
TABELA 3 – Variáveis da fermentação in vitro/gases do feno de capim arroz em diferentes idades de rebrota.....	43
TABELA 4 – Consumo e digestibilidade dos compostos não nitrogenados em ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.....	45
TABELA 5 – Consumo, digestibilidade, balanço do nitrogênio e síntese de proteína microbiana em ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades rebrota.....	46
TABELA 6 – Concentração (mg/dl) de nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ), açúcares, aminoácidos e peptídeos e pH do fluído ruminal de ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.....	47
TABELA 7 – Taxa de passagem (%/h) da fase sólida da digesta pelo retículo-rúmen (TPrr) e pelo ceco-cólon (TPcc) e tempo de retenção (horas) no retículo-rúmen (TRrr), no ceco-cólon (TRcc) e no trato gastrintestinal total (TRT) de ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.....	49
TABELA 8 – Consumo dos componentes do feno de capim arroz em diferentes idades de rebrota por ovinos, nos sete dias anteriores a amostragem de sangue na refeição da manhã da coleta.....	55
TABELA 9 – Hematócrito (Ht), teor de hemoglobina (Hb), fluxo de plasma e de sangue portal, fluxo portal líquido de oxigênio, produção estimada de calor pelo sistema portal e a relação entre a produção de calor e o consumo de energia digestível em ovinos recebendo feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.....	56
TABELA 10 – Consumo dos componentes do feno de capim arroz em diferentes idades de rebrota por ovinos, nos sete dias anteriores a amostragem de sangue e na refeição da manhã da coleta.....	58

TABELA 11 – Hematócrito (Ht), teor de hemoglobina (Hb), fluxo plasma e de sangue visceral, fluxo visceral líquido de oxigênio, produção estimada de calor pelo sistema visceral e a relação entre a produção de calor e o consumo de energia digestível em ovinos recebendo feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.....	59
TABELA 12 – Correlações entre as variáveis de consumo, taxa de passagem e as variáveis do metabolismo visceral.....	60

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Resultados da concentração de cromo nas fezes .....	74
APÊNDICE B – Procedimento estatístico para estimar as variáveis da cinética de passagem com o programa estatístico SAS .....	78
APÊNDICE C – Estimativas das variáveis de cinética de passagem da fase sólida pelo trato gastrintestinal em ovinos recebendo feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.....	79
APÊNDICE D – Peso vivo médio (Kg), consumo de matéria seca total (CMSt) tanto em gramas/dia como em proporção do peso vivo, consumo de matéria orgânica (CMOt) em g/dia, e em proporção do peso metabólico, por animal, tratamento, período, de ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.....	80
APÊNDICE E – Consumo de nitrogênio (CN), consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF), consumo de energia bruta (CEB) em Kcal, consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) em gramas/dia, por animal, tratamento, período, de ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.....	81
APÊNDICE F – Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio (N), fibra em detergente neutro (FDN), nitrogênio insolúvel em detergente (NIDN), energia bruta (Kcal) nas fezes, nitrogênio urinário (NU) e nitrogênio microbiano (Nm) em gramas/dia por animal, tratamento, período, de ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.....	82
APÊNDICE G – Valores de pH e concentração ruminal (mg/dL) de nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ), açúcares, aminoácidos (AA) e peptídeos (PEPT) do fluido ruminal ao longo do tempo (TP) por animal, tratamento, período, em ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.....	83
APÊNDICE H – Resultados de variáveis do metabolismo portal (Experimento 2-ensaio1).....	86
APÊNDICE I – Resultados de variáveis do metabolismo visceral (Experimento 2-ensaio2).....	87

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Preparação da fibra cromo mordente (FCM).....	88
ANEXO B – Determinação de cromo nas amostras de FCM e fezes.....	89

# ÍNDICE

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	8
LISTA DE TABELAS .....	9
LISTA DE APÊNDICES .....	11
LISTA DE ANEXOS.....	12
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>17</b>
2.1 Capim Arroz (CA) .....	17
2.2 Fatores que afetam o valor nutricional das forrageiras.....	17
2.3 Fluxo visceral líquido de metabólitos.....	25
2.3.1 Considerações sobre a metodologia .....	25
2.3.2 Fluxo portal de oxigênio (gasto de energia) .....	26
<b>3 MATERIAL E METODOLOGIA .....</b>	<b>29</b>
3.1 Local e época.....	29
3.2 Material experimental.....	29
3.3 Experimento 1.....	30
3.3.1 Animais, delineamento experimental e instalações .....	30
3.3.2 Dietas experimentais .....	30
3.3.3 Condução do ensaio.....	30
3.3.4 Medidas e observações.....	31
3.3.5 Análises químicas.....	32
3.3.6 Estimativa da síntese de proteína microbiana ruminal .....	34
3.3.7 Análise estatística.....	34
3.4 Experimento 2.....	36
3.4.1 Animais, delineamento experimental e instalações .....	36
3.4.2 Dietas experimentais .....	36
3.4.3 Preparação dos catéteres e procedimentos cirúrgicos.....	36
3.4.4 Condução dos ensaios .....	37
3.4.5 Medidas e Observações.....	38
3.4.6 Análises químicas.....	39
3.4.7 Análise estatística.....	39
<b>4. EXPERIMENTO 1 .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 Resultados .....</b>	<b>41</b>
4.1.1 Composição química e cinética da digestão <i>in vitro</i> /gases .....	41
4.1.2 Consumo e digestibilidade dos compostos não nitrogenados e energia ....	44
4.1.3 Consumo, digestibilidade, retenção do N e síntese de proteína microbiana .....	44
4.1.4 Fermentação ruminal.....	44
4.1.5 Taxa de passagem da fase sólida pelo trato gastrointestinal .....	48
<b>4.2 Discussão .....</b>	<b>49</b>
<b>5 EXPERIMENTO 2 .....</b>	<b>54</b>

<b>5.1. Resultados</b> .....	<b>54</b>
<b>5.1.1 Metabolismo Portal</b> .....	<b>54</b>
5.1.1.1 <i>Consumo de feno</i> .....	54
5.1.1.2 <i>Composição sanguínea portal, arterial e fluxo portal de oxigênio</i> .....	54
<b>5.1.2 Metabolismo Visceral</b> .....	<b>57</b>
5.1.2.1 <i>Consumo de feno</i> .....	57
5.1.2.2 <i>Composição sanguínea hepático, arterial e fluxo visceral de oxigênio</i> .....	57
<b>5.2 Discussão</b> .....	<b>60</b>
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>63</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>64</b>
<b>8 APÊNDICES</b> .....	<b>75</b>
<b>9 ANEXOS</b> .....	<b>89</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As plantas forrageiras constituem o principal componente da dieta de ruminantes. Devido à importância do alimento volumoso na nutrição destes animais, tanto em termos qualitativos como quantitativos, observa-se uma busca constante de novas espécies forrageiras, para o uso em pastejo ou para produção de forragem conservada (silagem ou feno). O capim arroz (*Echinochloa sp.*), é considerada uma planta invasora da cultura do arroz irrigado e, está amplamente disseminada por todo o território nacional. O capim arroz é uma gramínea anual e de ressemeadura natural, sendo que informações empíricas têm indicado que ela pode ser utilizada como planta forrageira. No entanto, não foram encontrados na literatura trabalhos de pesquisa avaliando esta planta como alimento em sistemas de produção de bovinos e ovinos.

A eficiência dos sistemas de produção de ruminantes com alimentação baseado em forragem, como principal fonte de proteína e energia, é altamente influenciada pela maturidade da forragem, considerada um fator primário para o declínio da sua qualidade nutricional (NELSON e MOSER, 1994).

Nas plantas forrageiras, o envelhecimento dos tecidos vegetais e a conseqüente redução na digestibilidade são fenômenos intimamente associados. Esta relação, observada mais intensamente em gramíneas tropicais, se torna decisiva para orientar o manejo e a utilização dessas forrageiras como alimento para ruminantes. O avanço da maturidade fisiológica, as plantas forrageiras crescem acumulando maior quantidade de matéria seca, o que é acompanhado pelo espessamento e lignificação da parede celular. Além disso, outras alterações, como a modificação na relação de folha/colmo e a de material verde/morto. O incremento na deposição de lignina e as reduções nos teores de proteína bruta parecem ser as principais alterações químicas observadas na composição da matéria seca (DESCHAMPS,1999). Contudo, embora isto esteja bem estabelecido quando forragens de diferentes estágios de desenvolvimento são comparadas (vegetativo vs. reprodutivo), mas não é evidente durante o estágio vegetativo das plantas relacionando com sua qualidade nutricional, principalmente se não ocorrem mudanças significativas na relação folha/caule.

A composição química, especialmente em termos de constituintes da parede celular e de suas interações, pode limitar a extração de substratos ou de energia da forrageira pelos microorganismos ruminais e, deste modo, representam fatores condicionantes da disponibilidade de nutrientes para o animal (HATFIELD, 1993; JUNG e DEETZ, 1993; VAN SOEST, 1994). De outra forma, a regulação da disponibilidade de nutrientes que contribuem para a manutenção, crescimento, lactação, reprodução e atividades físicas dos animais é afetada também pela atividade e metabolismo do trato gastrointestinal. Variações na atividade metabólica desses tecidos podem alterar a proporção e a quantidade líquida de metabólitos disponível aos demais tecidos, e, conseqüentemente, influenciar o metabolismo geral do organismo (GOETSCH, 1998). Através da medida do fluxo portal de nutrientes têm sido observado que grande parte da variação da eficiência de utilização da energia metabolizável entre os alimentos está associada ao metabolismo do trato gastrointestinal (KOZLOSKI et al., 2001). Desse modo, a avaliação da qualidade da forrageira pressupõe um conhecimento que vai além das características agrônômicas das plantas, do desempenho e/ou da medida do desaparecimento dos componentes no trato digestivo dos animais. Envolve ainda, pelo menos, medidas diretas da absorção de nutrientes e do custo energético associados à digestão do alimento e a absorção dos diferentes metabólitos. Dados dessa natureza são escassos para animais alimentados com forrageiras tropicais e inexistentes para o capim arroz.

Com base nisso, o presente trabalho foi conduzido para avaliar o potencial nutricional do capim arroz para ruminantes através da sua caracterização química, da digestão, da medida do fluxo visceral líquido de oxigênio e em que grau estes fatores são influenciados pela idade de rebrota da forrageira. É objetivo ainda, identificar os constituintes da planta que limitam a utilização pelos animais e, deste modo, contribuir para o uso eficiente da forrageira nos sistemas de produção de ruminantes.



## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Capim Arroz**

Existem três espécies de capim arroz (CA), são gramíneas tropicais anuais, de ressemeadura natural, cespitosa, que floresce de fevereiro a abril. Estão amplamente disseminadas no sul do continente americano, particularmente nas regiões úmidas e em regiões de cultivo de arroz irrigado, sendo consideradas plantas invasoras (PFITSCHER e BARRETO, 1976; CAVALHEIRO, 1977). Tem sido observado, embora empiricamente, que tem potencial para uso forrageiro, com produção é estivo-outonal, apresentando alto rendimento, com boa palatabilidade e valor nutritivo (ARAÚJO, 1971). Em ensaios preliminares com animais em pastejo, conduzidos no Laboratório de Bovinos de Corte da Universidade Federal de Santa Maria, foram observados ganhos médios de até 900g/dia por novilhos com peso vivo em torno de 200 kg, não suplementados, com carga animal média em torno de 1600 kg de PV/ha (dados não publicados). Adicionalmente, foram observados valores de PB e de NDT que variaram em torno de 18% e 63%, respectivamente, em amostras desta forragem coletadas simulando pastejo nestes mesmos ensaios. No entanto, não foi encontrado na literatura trabalhos de pesquisa cientificamente elaborados avaliando essas plantas como alimento para bovinos e ovinos.

### **2.2 Fatores que afetam o valor nutricional das forrageiras**

A qualidade nutricional de uma forragem tem sido definida como o produto do seu consumo voluntário, da sua digestibilidade e da eficiência de utilização dos nutrientes digeridos e absorvidos (REID, 1994). O Consumo é o fator de maior importância sobre o desempenho animal, pois 60 a 90% é atribuído à diferenças no consumo de forragem, comparados aos 10 a 40% resultantes de diferenças na digestibilidade (MERTENS, 1993). Além do consumo e da composição bromatológica dos alimentos, é importante o conhecimento da utilização dos nutrientes pelo animal, que é obtido a partir de estudos sobre a digestão e metabolismo.

Têm sido identificados e sugeridos vários fatores da planta forrageira que podem influenciar o consumo voluntário, a digestibilidade e, até mesmo, a eficiência

metabólica dos animais. Estes fatores estão associados, principalmente, a características anatomo-histológicas e à composição química das forrageiras, os quais podem variar com as condições do clima, solo, espécie, cultivar, condições de colheita e armazenagem e com o estágio de crescimento da planta (NELSON e MOSER, 1994; BUXTON e FALES, 1994; ROTZ e MUCK, 1994; VAN SOEST, 1996). Entre estes, a maturidade é considerada um fator primário para o declínio da sua qualidade nutricional, embora, em algumas situações os efeitos de clima podem ter maior influência sobre a qualidade da forragem do que a maturidade, particularmente ao longo do estágio vegetativo da planta (KOZLOSKI et al., 2005).

Com o avanço da maturidade fisiológica, as forrageiras acumulam maior quantidade de matéria seca, ganhando altura pelo alongamento do caule e folhas. De acordo com Norton (1982), com o avanço da idade fisiológica das plantas, ocorre substituição do conteúdo celular por parede celular, assim como transformação da parede celular, devido ao surgimento da parede secundária, havendo maior participação de celulose e lignina. Além disso, inicia-se o processo de senescência, que acelera ainda mais o aumento do teor de fibra. Nas plantas forrageiras, o envelhecimento dos tecidos vegetais e a conseqüente redução na digestibilidade são fenômenos intimamente associados. A redução na digestibilidade com o avanço da maturidade das forrageiras está associada ao aumento nos constituintes da parede celular, principalmente a lignina, além da diminuição na relação folha/colmo (VAN SOEST, 1994). Esta relação, é observada mais intensamente em gramíneas tropicais, se torna decisiva para orientar o manejo e a utilização dessas forrageiras como alimento para ruminantes.

Quimicamente, a parede celular é uma matriz complexa composta de polissacarídeos (hemicelulose, celulose, pectina e lignina), proteínas, água e minerais e compreende de 20 a 80% em peso seco da forragem. O conteúdo da parede celular da forragem é nutricionalmente importante, pois forragens com alto conteúdo de parede celular apresentam menor digestibilidade e consumo pelos ruminantes (MINSON, 1990). Nutricionalmente a parede celular é estimada pela fração fibra em detergente neutro (FDN) (VAN SOEST et al., 1991), cuja proporção pode variar entre forragens, entre partes da planta e entre os diferentes tecidos de cada parte da planta (WILSON, 1994; JUNG e ALLEN, 1995). Segundo Van Soest (1965), o consumo de alimentos está inversamente relacionado com o teor de FDN, pelo menos em dietas que contêm mais de 60% de FDN.

Nos ruminantes a digestão da forragem depende, principalmente, da íntima associação entre a partícula de alimento e os microorganismos ruminais (CHESSON, 1993; WEIMER, 1993). Portanto, barreiras físicas ditadas pelo arranjo das células ao longo do tecido, ou químicas, decorrentes da composição e arranjo dos componentes da parede celular, são determinantes no processo de digestão.

A digestibilidade da parede celular parece ser limitada por fatores definidos como internos e externos (MERCHEN e BOURQUIN, 1994). Entre os fatores internos, a lignina é o componente que mais frequentemente tem sido associado com digestibilidade e/ou indigestibilidade da parede celular em forrageiras. Os termos “core” e “non-core” têm sido usados por alguns autores para diferenciar tipos de lignina em forrageiras (JUNG e DEETZ, 1993). O primeiro tipo (lignina “core”) refere-se ao polímero de fenilpropanóides, altamente condensado, depositado na parede celular. A lignina “non-core” representa os ácidos fenólicos, *p*-cumárico e ferúlico (e seus dímeros) de baixo peso molecular, também depositados na parede celular durante sua formação. Forragens no início do ciclo vegetativo têm um menor grau de condensação da lignina, comprometendo menos a digestão dos tecidos. Entretanto, a maturação fisiológica do vegetal aumenta a formação de lignina de elevado peso molecular, os quais envolvem a hemicelulose e a celulose. Sua associação com a hemicelulose impede a ação das enzimas que atuam na degradação dos carboidratos, já que dificulta tanto o acesso quanto o adequado acoplamento ao substrato pelas enzimas bacterianas. Estudos têm também demonstrado que os compostos fenólicos derivados da lignina, como a vanilina, o ácido *p*-cumárico e ácido ferúlico, inibem a aderência e a digestão da fibra por culturas puras ou mistas de microorganismos ruminais (AKIN, 1982; CHESSON et al., 1982; VAREL e JUNG, 1986; AKIN et al., 1989).

A parede celular primária desenvolve-se simultaneamente à expansão celular, é extremamente fina e semi-rígida, possibilitando o crescimento da célula. Quando o crescimento termina a célula continua a depositar novos materiais na parede levando à formação da parede secundária. A parede secundária pode resultar do engrossamento da parede primária ou da deposição de novas camadas de parede com diferente composição.

A parede secundária ocupa uma posição mais interna. A linha de união entre as paredes primárias de duas células contíguas é denominada lamela média, composta principalmente, de substâncias pécnicas e lignina

Após a diferenciação e a maturação dos tecidos, a concentração de lignina na lamela média e na parede primária é mais elevada que na parede secundária, refletindo em maior efeito negativo na digestão dos tecidos. Além disso, na parede primária, a lignina encontra-se mais ramificada e mais estreitamente associada aos polissacarídeos que na parede secundária, nessa última a lignina se encontra em uma forma mais linear (JUNG e DEETZ, 1993). Essas características fazem com que a presença da lignina comprometa mais a digestão da camada da lamela média/parede primária que a digestão da parede secundária. Wilson e Mertens (1995), de outra forma, observaram que a espessura da parede celular é mais limitante a digestão da parede secundária, que a sua composição química. Quanto maior a espessura da parede secundária, maior será o tempo necessário para sua completa digestão. Dessa forma, mesmo que a parede celular esteja acessível aos microorganismos, a digestão não se completará devido ao pouco tempo de residência das partículas no rúmen. A digestão da parede celular pelos microrganismos do rúmen é um processo relativamente lento e precisa de um tempo considerável para ser maximizado. Por isso, todos os fatores que afetam esse tempo de exposição (taxa de passagem) ou a atividade dos microrganismos celulolíticos (pH e amônia ruminal) levam à perda de parede celular potencialmente digestível nas fezes e depressão na sua digestibilidade (MINSON, 1990).

A forte correlação negativa normalmente observada entre os teores de lignina e a digestibilidade de gramíneas forrageiras (JUNG et al., 1997), em diferentes estádios de desenvolvimento, não invalida a hipótese de que a lignina não seja o único fator importante responsável pela baixa digestão da parede celular. Isso porque, paralelamente à intensificação da lignificação, ocorre aumento das limitações estruturais com o desenvolvimento dos tecidos. Frações com a mesma concentração de lignina podem apresentar digestibilidade distinta. A presença de lignina na forma condensada, associada as células com parede celular mais espessa, constitui-se na maior barreira para a digestão dos tecidos no caule. Nas folhas, a maior proporção de ácido ferúlico sugere que a lignina seja menos condensada. Além disso, a maior digestão pode estar associada com células de parede secundária pouco desenvolvida, mais freqüentes nas folhas do que nos caules.

Os fatores externos que têm sido associado com a digestibilidade da parede celular em forrageiras, previnem e/ou limitam o acesso das bactérias ao interior dos

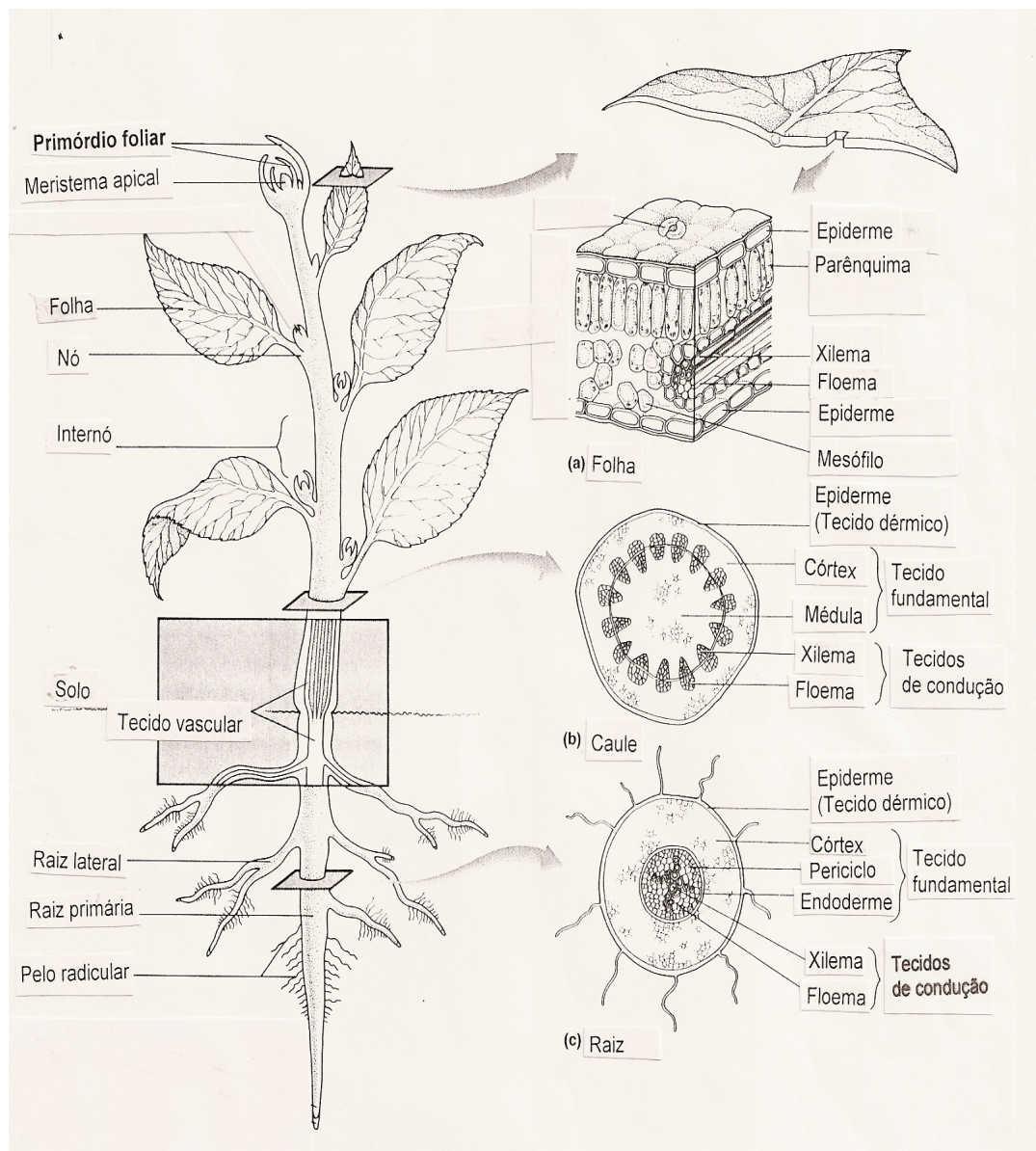
tecidos da planta e são representados pelos mesmos fatores que determinam maior resistência à fragmentação da fibra, somados à presença de uma camada cuticular na superfície foliar (VAN SOEST, 1994). A resistência da fibra à fragmentação está intimamente associada ao arranjo dos tecidos e sua composição bromatológica (HANNA et al., 1973; NASCIMENTO JR., 1974). Os tecidos vegetais apresentam potenciais de digestão diferenciados, do que decorre a associação entre a proporção de tecidos, medida em seções transversais de folhas e colmos, e o valor nutritivo de gramíneas forrageiras (WILKINS, 1972; WILSON, 1976b; QUEIROZ et al., 2000; WILSON, 1994; JUNG e ALLEN, 1995; WILSON, 1997; ALVES et al., 1999).

As gramíneas são constituídas por um conjunto de órgãos, cada um formado por tecidos. Cada tecido possui composição química e física diretamente relacionada à sua função na planta (FERRI, 1999). Os principais tecidos de uma planta são agrupados em três sistemas: dérmico, vascular e fundamental (ESAU, 2000). O primeiro compreende a epiderme, isto é, o tecido de revestimento do corpo vegetal em estrutura primária, geralmente a parede externa da epiderme é cutinizada.

O sistema vascular é formado por dois tipos de tecidos condutores: floema (transporte de alimento) e xilema (condução de água). O xilema e floema que derivam do meristema apical são chamados primários. Quando o órgão em que ocorrem se desenvolve e forma novos elementos condutores, estes são chamados de floema e xilema secundários, e em geral derivam de meristemas secundários.

O sistema fundamental inclui tecidos que formam o fundamento do corpo vegetal, mas que ao mesmo tempo apresentam vários graus de especialização: o principal tecido fundamental é o parênquima. As células do parênquima formam camada tissular contínua no córtex do caule, da raiz e no mesófilo foliar. O parênquima está relacionado com a fotossíntese, reserva de substâncias e cicatrização. As células do parênquima podem especializar-se como células secretoras ou estruturas excretoras. O outro tecido do sistema fundamental é o colênquima, que ocorre em feixes ou cilindros contínuos na superfície do córtex em caules e pecíolos e ao longo das nervuras das folhas, sendo pouco comum em raízes. O colênquima é um tecido vivo, intimamente associado ao parênquima, é usualmente interpretado como uma forma de parênquima especializado em tecido de sustentação, nos órgãos jovens. O esclerênquima é o outro tecido que faz parte também do sistema fundamental, as células podem formar massas contínuas, ocorrer em pequenos grupos ou ainda individualmente entre as células. Podem

desenvolver-se em alguns ou todos os órgãos do corpo vegetal, em estrutura primária ou secundária. São elementos de sustentação mais resistente, cujas células apresentam paredes espessas, freqüentemente lignificadas nos órgãos vegetais maduros (ESAU, 2000). No corpo vegetal os vários sistemas de tecidos distribuem-se segundo padrões característicos de acordo com o órgão considerado, o grupo vegetal ou ambos. Basicamente os padrões se assemelham assim: o sistema vascular é envolvido pelo sistema fundamental e o tecido dérmico reveste a planta (Taiz e Zeiger, 1991).



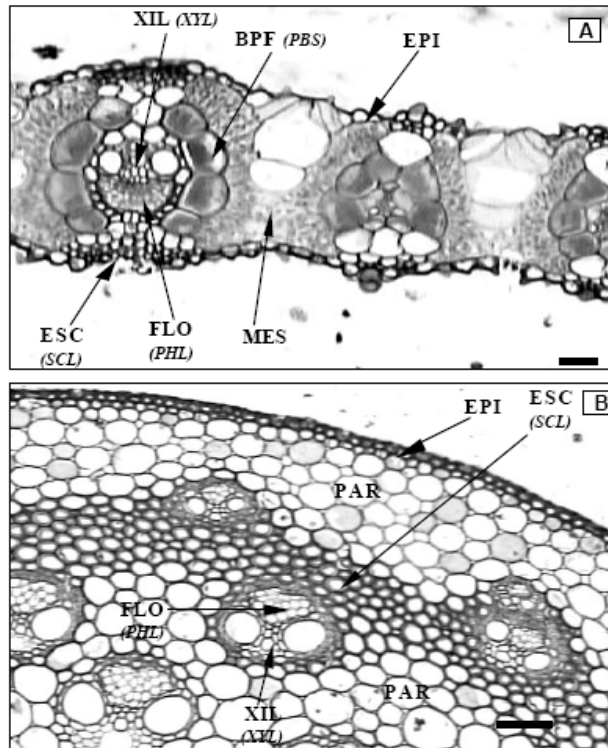
**Figura 1 - Representação esquemática de uma planta: (a) folha, (b) colmo e (c) raiz. Adaptado do Taiz e Zeiger (1991).**

Os tecidos da lâmina foliar são diferenciados em tecidos condutores (feixes vasculares), consistindo das células do xilema e do floema; tecido de suporte ou sustentação (esclerênquima), que, em folhas de gramíneas, está frequentemente associado aos feixes vasculares e tecido assimilatório, formado pelas células do parênquima clorofiliano que constituem o mesófilo. Ambas as superfícies da folha são cobertas pela epiderme, que, por sua vez, pode ser coberta na face exterior pela cutícula. Adicionalmente nas gramíneas de metabolismo C4 apresentam, ao redor dos feixes vasculares, uma bainha de células grandes (bainha de Kranz) com paredes que apresentam espessura até cinco vezes à das células do mesófilo (WILSON, 1993). A resistência do colmo, por sua vez, é devido à presença de células da epiderme com paredes celulares espessas e a presença de um anel de células de esclerênquima e vasculares com paredes espessas e lignificadas. A estrutura anatômica de gramíneas do tipo C4, caracterizada por elevadas proporções de feixes vasculares, esclerênquima e bainha parenquimática dos feixes, compromete o valor nutritivo destas plantas (WILSON, 1997).

Nos estádios iniciais de desenvolvimento apenas o xilema é lignificado. Com a maturação há progressiva lignificação, que inclui o anel esclerenquimático e, em estágio mais avançado, até o parênquima, onde os feixes vasculares estão inseridos (AKIN, 1989). As bactérias no rúmen digerem inicialmente as células do mesófilo e as do floema (HANNA et al., 1973), as quais possuem apenas uma delgada parede primária não lignificada. A espessura das paredes das células vegetais, principalmente do esclerênquima, é fortemente influenciada pelo estágio de desenvolvimento.

A proporção de tecidos tem sido a característica anatômica usada como indicativo do valor qualitativo das forrageiras. A possibilidade de se associar esta característica com a qualidade nutricional de espécies forrageiras surgiu com a observação de que diferentes tipos de tecidos apresentam taxa e extensão de digestão diferenciadas (AKIN e BURDICK, 1975). Tecidos como o esclerênquima e o xilema, formados por células de parede secundária espessada, são os que mais contribuem para a baixa qualidade da forragem (AKIN, 1989; WILSON, 1993). Akin (1989), compilando resultados de diferentes trabalhos sobre digestão de tecidos, sugeriu a divisão dos tecidos foliares das gramíneas C4 em rapidamente digestíveis (mesófilo e floema), lenta e parcialmente digestíveis (epiderme e células da bainha do feixe vascular) e indigestíveis (xilema e esclerênquima). No colmo, Akin (1989)

classificou a epiderme e o esclerênquima como indigestíveis, podendo-se incluir os feixes vasculares, exceto o floema (Figura 2).



**Figura 2- Seções transversais de lâmina foliar de capim tifton 85 (A) e de colmo de capim braquiária (B). Epiderme (EPI), esclerênquima (ESC), Bainha parenquimática dos feixes (BPF); mesófilo (MÊS); parênquima (PAR), xilema (XIL); floema (FLO), (PACIULLO et al. ,2002).**

Com o aumento da maturidade da forrageira, ocorre também diminuição do teor de proteína bruta (PB) e de proteína solúvel, aumento da proporção de Nitrogênio (N) não degradável no rúmen, diminuição da síntese de proteína microbiana ruminal (possivelmente devido à diminuição do consumo de matéria orgânica) e diminuição do fluxo e da digestibilidade intestinal do N (MERCHEN e BOURQUIN, 1994; WILSON, 1994). No entanto, estes efeitos são mais pronunciados no colmo, mas parecem ser bem menos evidentes entre folhas de diferentes idades de um mesmo perfilho de gramínea (WILSON, 1994). Inclusive, em função disto, tem sido sugerido que a diminuição da qualidade nutricional da planta



forrageira com a maturidade se deve primariamente à uma diminuição da relação folha/colmo (NELSON e MOSER, 1994).

## **2.3 Fluxo visceral líquido de metabólitos**

### *2.3.1 Considerações sobre a metodologia*

A digestão e absorção são as etapas iniciais de um processo complexo através dos quais os animais obtêm do ambiente substratos energéticos e componentes constitutivos de seus tecidos. Em etapas seguintes, os nutrientes absorvidos entram na circulação sanguínea e são transportados até o fígado pelo sistema venoso portal, o qual por sua vez regula os níveis de nutrientes que serão disponíveis aos tecidos periféricos (SEAL e REYNOLDS, 1993). O sistema visceral é compreendido pelo fígado e o conjunto de vísceras que compõem o sistema portal, ou seja o estômago (rúmen, retículo, omaso e abomaso), o intestino, o pâncreas, o baço e o tecido adiposo mesentérico (REYNOLDS et al., 1991).

As funções exercidas por este conjunto de órgãos viscerais têm um custo energético significativo, de forma que quantidades variáveis de substâncias são metabolizadas pelos tecidos que os compõe, envolvendo oxidação para obtenção de energia ou transformação em outros compostos (BERGMAN, 1975; HUNTINGTON e REYNOLDS; 1987, HUNTINGTON; 1990, SEAL e REYNOLDS, 1993). Como consequência, o padrão de nutrientes que aparece na circulação portal não reflete, necessariamente, a quantidade e a forma daqueles disponíveis para absorção no lúmen gastrintestinal. Da mesma forma, o padrão de nutrientes disponíveis aos tecidos periféricos pode ser bem diferente daquele que chegou ao fígado pelo sistema portal e arterial (SEAL e REYNOLDS, 1993). Variações na atividade metabólica destes tecidos podem alterar a proporção e a quantidade líquida de metabólitos disponíveis aos tecidos periféricos e, conseqüentemente, influenciar o metabolismo geral do organismo.

A contribuição líquida de um metabólito para um órgão, sistema ou para o organismo, pode ser estimado pela medida da diferença de sua concentração venoso-arterial multiplicado pelo grau de fluxo sanguíneo no sistema de interesse.

O fluxo de sangue através de um vaso sanguíneo pode ser estimado pela instalação neste de sondas eletromagnéticas ou de ultrassom (HUNTINGTON, 1990),

por termodiluição (WEBSTER et al., 1975), hemodiluição de corantes, como azul de Evans (SCHAMBYE, 1955) ou paraminohipurato (PAH) (ROE et. al., 1966), hemodiluição de isotopos (BERGMAN et al., 1970; BAIRD et al., 1975) ou de eritrócitos marcados (SCHAMBYE, 1955), entre outros.

Embora com algumas e variáveis adaptações, a maior parte dos estudos publicados sobre o metabolismo visceral *in vivo*, envolve a utilização de animais multicateterizados e a infusão contínua na veia mesentérica de um marcador de fluxo sanguíneo, normalmente o paraminohipurato (PAH) (KATZ e BERGMAN, 1969a). Embora utilizada já há vários anos em outros países, somente recentemente esta metodologia foi adaptada e utilizada no Brasil com bovinos (KOZLOSKI et al., 1996; KOZLOSKI et al., 2003) e ovinos (BRANCO et al., 2004).

No entanto, a metodologia que utiliza animais multicateterizados apresenta algumas limitações, como: comentado por Seal e Reynolds (1993); Lindsay (1993); Reynolds (1995): perda de patência de um catéter no decorrer de um experimento; posicionamento incorreto da ponta dos catéteres ao longo do vaso sanguíneo; mistura incompleta do sangue no local de amostragem; imprecisão de alguns métodos de análise de metabólitos no sangue, associado a pequenas diferenças de concentração artério-venosa destes metabólitos (CO<sub>2</sub> e aminoácidos, por exemplo); grande heterogeneidade dos tecidos viscerais, entre e num mesmo órgão; grandes variações do metabolismo em curtos espaços de tempo, principalmente após a ingestão do alimento; participação do sistema biliar e linfático no fluxo de metabólitos, entre outros.

### 2.3.2 Fluxo visceral de oxigênio (*gasto de energia*)

O oxigênio, entre outras funções, é a molécula que dirige o catabolismo celular aeróbico. Desse modo, a medida do oxigênio utilizado por uma célula, tecido ou pelo organismo total, permite estimar a taxa e/ou a amplitude do catabolismo e, conseqüentemente, da produção de calor pelo sistema em estudo (BLAXTER, 1989).

O trato gastrointestinal possui alta atividade metabólica. Representa somente cerca de 6-10% da massa total, mas utiliza 13-30% e, o fígado representa 1-3% da massa e consome até 41% do oxigênio total utilizado pelo organismo do ruminante (HUNTINGTON e REYNOLDS, 1987; HUNTINGTON, 1990; SEAL e REYNOLDS,

1993; LINDSAY, 1993). Os principais componentes do consumo de energia são a NaK-ATPase e a síntese protéica no trato gastrointestinal e, no fígado, os ciclos de substratos que envolvem fosforilação e desfosforilação, NaK-ATPase, síntese protéica, síntese de uréia (MCBRIDE e KELLY, 1990), e a neoglicogênese (REYNOLDS, 1995).

O nível de consumo de alimento parece ser um dos fatores mais importantes que afetam o gasto de energia pelo sistema visceral. O trato gastrointestinal diminui e o fígado aumenta o consumo de oxigênio em animais em jejum, comparando com animais alimentados, como proporção do consumo total de oxigênio do organismo. O consumo acima do nível de manutenção, o consumo de oxigênio pelo sistema portal e visceral aumenta linearmente com o consumo de energia metabolizável (SEAL e REYNOLDS, 1993; REYNOLDS, 1995). O aumento da utilização de oxigênio, e consequentemente do gasto de energia, pelo trato digestivo com o aumento no consumo de alimento pode estar associado, em parte, ao aumento da atividade metabólica destes tecidos (REYNOLDS, 1995), mas principalmente, ao aumento da massa destes órgãos relativo à massa total do organismo (BURRIN et al., 1990; MCLEOD e BALDWIN, 2000).

A utilização visceral de oxigênio também é influenciada pelo tipo de forragem. Quando relacionada ao consumo de energia digestível (ED), ela foi mais alta em ovinos recebendo feno de bermuda (*Cynodon dactylon*) do que naqueles recebendo feno de uma mistura de azevém (*Lolium multiflorum*) e trigo (*Triticum aestivum*) (GOETSCH e FERRELL, 1995; PATIL et al., 1995; GOETSCH et al., 1997). O tempo de ingestão e a massa de digesta em ovinos recebendo feno de bermuda (forragem mais fibrosa) é mais alto comparado ao feno de azevém-trigo (SUN et al., 1994). Maior massa de digesta pode determinar maior gasto de energia, devido a maior atividade metabólica das células epiteliais e maior atividade contrátil das células musculares do trato digestivo. Adicionalmente, o fluxo de íons sódio na saliva é mais alto em dietas ricas em fibra. Embora o mecanismo ainda seja desconhecido, isto tem sido associado ao aumento no gasto de energia pelo trato digestivo (KETELAARS e TOLKAMP, 1996).

Como apresentado anteriormente, a qualidade de uma forragem depende, entre outros, da eficiência com que os nutrientes digeridos e absorvidos são utilizados pelo organismo. A utilização de oxigênio pelo sistema visceral permite estimar quanto da energia metabolizável (EM), representada pelos nutrientes

absorvidos, é utilizada no processo de digestão e absorção do alimento consumido. A princípio, desconsiderando diferenças que possam existir no metabolismo dos tecidos periféricos, dois alimentos com o mesmo conteúdo de EM podem ter diferentes gastos de oxigênio associados a sua digestão. Neste caso, o teor de energia líquida daquele alimento cuja digestão necessitou mais oxigênio será menor do que o outro. Desse modo, a medida do fluxo visceral de oxigênio constitui um parâmetro importante de medida do valor nutricional de uma forragem.

## **3 MATERIAL E METODOLOGIA**

### **3.1 Local e época**

O material para fenação foi obtido de uma área de capim arroz (CA), estabelecida naturalmente no laboratório de bovinocultura de corte. Essa área pertence ao departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS. O feno foi produzido no período entre janeiro a abril de 2004. Os ensaios com os animais foram desenvolvidos entre março de 2005 a dezembro de 2006, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS. As análises laboratoriais foram feitas nos Laboratórios de Nutrição Animal e no Hospital Universitário da UFSM.

### **3.2 Material experimental**

O feno foi produzido em uma área de CA estabelecida naturalmente. Após o início do período de crescimento, foi feito um corte a uma altura de aproximadamente 5 cm para uniformização da pastagem e foi adubada com aproximadamente 200kg de N/ha na forma de uréia no dia do corte de uniformização. A partir de então, foram realizados os cortes dos fenos aos 32, 46, 72 e 90 dias de rebrota. A umidade do material cortado foi reduzida para no máximo 15%, por exposição ao sol. Após a secagem, o feno foi enfardado manualmente e armazenado em local apropriado até ser fornecido aos animais.

### 3.3 Experimento 1

#### 3.3.1 Animais, delineamento experimental e instalações

Foram utilizados oito ovinos cruza Ideal x Texel (peso vivo médio de  $33 \pm 2$ kg), distribuídos em um delineamento experimental Duplo Quadrado Latino  $4 \times 4$ , para avaliar a mudança na composição química do feno de CA cortado em diferentes idades de rebrota e, avaliar seu efeito sobre o consumo e digestão. A fermentação ruminal e a taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo foram avaliados em quatro desses animais, em um delineamento simples Quadrado Latino  $4 \times 4$ . Nestes quatro animais, foram implantadas sondas permanentes no rúmen. Foram utilizadas sondas plásticas descartáveis siliconizadas (10mm d.e.  $\times$  7mm d.i) com aproximadamente 30 cm de comprimento. A pele e a parede do rúmen foram transfixados com uso de um trocáter, introduzido um guia de aço, retirado o trocáter e a sonda foi então introduzida no rúmen ao longo do guia. A seguir o guia foi retirado e a pele foi fixada à parede ruminal com dois pontos (fio de náilon) laterais ao ponto de inserção da sonda, junto aos quais foi também fixada a parte externa da sonda.

Os animais foram mantidos confinados em gaiolas de metabolismo, providas de cocho para feno e bebedouro, no interior de um galpão de alvenaria coberto.

#### 3.3.2 Dietas experimentais

As dietas experimentais foram constituídas de feno de CA cortado com 32, 46, 72 e 90 dias de rebrota. Foi adicionado em torno de 1% da matéria seca do feno, um premix mineral comercial com a seguinte composição (por 1000 g): Ca: 60g, P: 45g, S: 4,12g, Na: 152g, Co: 39mg, Cu: 1050mg, Fe: 1300mg, I: 50mg, Mn: 1000mg, Se: 9mg, Zn: 2520mg e F: 450mg.

#### 3.3.3 Condução do ensaio

Anteriormente ao início do experimento, os animais receberam duas doses de um vermífico e parasiticida de amplo espectro, de uso comercial, e uma dose

injetável de um complexo vitamínico contendo as vitaminas A, D e E. Após um período pré-experimental de aproximadamente três semanas, com a finalidade de adaptar os animais ao manejo e instalações, foi conduzido o experimento, em 4 períodos de 15 dias, sendo os primeiros 10 dias destinados à adaptação ao feno e os 5 últimos à coleta de dados e amostras. O feno foi fornecido duas vezes ao dia, em torno das 8:00 h e 17:00 h, em quantidades suficientes para haver sobras correspondentes de 10 a 20% do oferecido aos animais.

#### *3.3.4 Medidas e observações*

O alimento oferecido e as sobras foram pesados diariamente. Amostras do alimento foram coletadas uma vez e, das sobras, ao longo dos últimos cinco dias de cada período experimental. Para medida da digestibilidade aparente, foi realizada a coleta total das fezes dos animais diariamente nos últimos cinco dias de cada período experimental. As fezes foram pesadas, homogeneizadas e amostradas. Estas amostras, assim como as amostras do alimento e das sobras, foram secadas à aproximadamente 55°C durante pelo menos 72h, moídas (peneira com porosidade de 1mm) e armazenadas para posterior análise. As frações do feno aparentemente digeridas corresponderam àquelas consumidas menos as excretadas com as fezes.

Para a medida da retenção de nitrogênio (N) e síntese de proteína microbiana ruminal, toda a urina foi coletada diariamente durante os 5 dias de coleta de cada período, foi adicionada no frasco coletor uma solução ácida (100 ml de uma solução de ácido sulfúrico a 20% (p/v)). O volume total foi medido, e coletada uma amostra (1% do volume total). As amostras de urina foram colocadas em um balão volumétrico de 50ml, completado o volume com água destilada e armazenadas em congelador (aproximadamente -20°C) para posterior análise. A retenção de N foi calculado pela diferença entre o N consumido e o N perdido nas fezes e urina. A síntese de proteína microbiana foi determinada através dos derivados da purina (xantina, hipoxantina, alantoína e ácido úrico) na urina.

Para avaliação da fermentação ruminal foram coletadas amostras de líquido ruminal ( $\pm$  50ml) no 15º dia de cada período, nos tempos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 8 horas após o fornecimento da alimentação matinal. Imediatamente após a coleta, foi feita a leitura do pH e, a seguir, duas alíquotas de 18 ml de fluído foram coletadas, sendo

em uma adicionado 2 ml de ácido sulfúrico a 20% e na outra, 2 ml de ácido tricloroacético (TCA) a 50%. A seguir estas amostras foram centrifugadas (4000 x g, durante 20') e o sobrenadante armazenado no congelador (aproximadamente -20°C) para posterior análise.

A estimativa dos parâmetros da cinética de passagem da fase sólida da digesta pelo trato gastrointestinal foi feita utilizando-se fibra cromo-mordente (FCM), preparada de cada feno conforme Udén et al. (1980). Foi oferecida 20 g de FCM aos animais, antes do alimento da manhã do 11º dia de cada período experimental. A FCM foi colocada no cocho misturada com um pouco de feno. Normalmente os animais consumiam voluntariamente a maior parte da fibra. Eventualmente, alguma sobra era introduzida na boca dos animais e forçada a deglutição. Imediatamente após, o restante do feno era colocado no cocho e uma amostra de fezes coletada do reto, correspondendo à coleta no tempo 0 (zero). A seguir foram coletadas amostras de fezes, também diretamente do reto, nos tempos de 12, 24, 30, 34, 38, 42, 48, 60, 72, 96, 120 e 144 horas após a ingestão da FCM. Logo após a coleta, as amostras de fezes foram colocadas em estufa de ar forçado para secagem a 55°C durante pelo menos 72h, sendo então moídas (peneira de 1 mm) e armazenadas para posterior análise. As variáveis da cinética de passagem foram estimadas através da análise das curvas individuais de excreção fecal de cromo, conforme o modelo matemático de Grovum & Williams (1973).

### 3.3.5 Análises químicas

Para análise, as amostras de sobras, fezes e urina foram compostas de forma a obter uma amostra representativa dos cinco dias de coleta de cada animal em cada período experimental. Nas amostras das sobras, feno e de fezes foi determinado o teor de matéria seca (MS) por secagem em estufa a 105°C durante pelo menos 8 horas e cinzas por queima em mufla a 550°C durante aproximadamente 2 a 3 horas. O teor de N total foi determinado pelo método Kjeldahl (método 984.13, AOAC, 1995), modificado como descrito por Kozloski et al. (2003). Proteína bruta (PB) foi calculada como  $N \times 6,25$ . O teor de extrato etéreo (EE) foi determinado pelo tratamento da amostra com éter etílico em sistema de refluxo, a 180°C, durante 2 horas (Soxtherm, Gerhardt, Germany). Os teores de



lignina em detergente ácido (LDA) foram determinados de acordo com Robertson e Van Soest (1981). A determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foi feita em saquinhos de poliéster (KOMARECK, 1993). Os teores de N solúvel, N não protéico, N insolúvel em detergente ácido (NIDA) e N insolúvel em detergente neutro (NIDN) do feno foram analisados de acordo com Licitra et al. (1996). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como:  $CNF = 100 - ((FDN - (NIDN \times 6,25)) + (N \times 6,25) + EE + Cinzas)$ , conforme Van Soest et al. (1991). A digestibilidade verdadeira da MO (DVMO) foi estimada conforme Mulligan et al. (2001), considerando que somente a fração FDN das fezes é residual do alimento (VAN SOEST, 1994). O calor de combustão foi medido usando uma bomba calorimétrica (Parr, Calorímetro Adiabático, E.U.A.).

Nas amostras de fluido ruminal acidificadas com  $H_2SO_4$  foram analisados os teores de amônia (WEATHERBURN, 1967) e açúcares (DUBOIS et al., 1956) e, nas amostras acidificadas com TCA foram analisados os teores de aminoácidos (PALMER e PETERS, 1969) antes e depois da hidrólise com HCl 6N (2mL de amostra e 2mL de HCl 6N), a 120 °C durante 24 h, em autoclave. Peptídeos foram calculados como a diferença entre o conteúdo de aminoácidos antes e depois da hidrólise.

Nas amostras de fezes obtidas para a medida da passagem pelo trato gastrointestinal, foi determinado o teor de MS e a concentração de cromo nas fezes, por espectrofotômetro de absorção atômica, conforme Kozloski et al. (2006).

Nas amostras de urina foi determinado o teor de N total, como descrito acima, e os teores de alantoína e ácido úrico foram determinados colorimetricamente, conforme Chen e Gomes (1995). O teor de ácido úrico foi determinado com um Kit comercial (LABEST, Lagoa Santa. MG, Brazil) após a conversão da xantina e hipoxantina em ácido úrico pela xantina oxidase. Assim, os teores de ácido úrico foram calculados como a soma de ácido úrico, xantina e hipoxantina (convertidas a ácido úrico) e, os derivados de purinas totais (DP) como a soma do ácido úrico e alantoína.

A taxa de degradação *in vitro* dos fenos foi estimada usando o método semi-automático da produção cumulativa de gases (Maurício et al., 1999).

### 3.3.6 Estimativa da síntese de proteína microbiana ruminal

A quantidade de purinas absorvidas (X, mmol/dia) correspondeu à quantidade de derivados de purinas excretadas (Y, mmol/dia), calculadas com base na equação proposta por Chen e Gomes (1995), onde:

$$Y=0,84X + (0,150 W^{0,75} e^{-0,25X})$$

O cálculo de X baseado no valor de Y foi feito utilizando o processo iterativo de Newton-Raphson, como apresentado abaixo:

$$X_{(n+1)} = X_n - (((0,84X + (0,150W^{0,75}e^{-0,25X})) - Y) / (0,84 - (0,038W^{0,75}e^{-0,25X})))$$

A oferta de N microbiano (Nm) foi estimada como:

$$Nm(\text{g/dia}) = (X \ 70) / (0,116 \times 0,83 \times 1000) = 0,727X$$

Onde X e Y representam, respectivamente, a absorção de purinas e a excreção dos DP considerando que a digestibilidade das purinas microbianas é de 0.83, e o conteúdo de N das purinas é de 70 mg/mmol e a relação entre N purina/N microbiano é de 0,116.

### 3.3.7 Análise estatística

A mudança na composição química do feno e as variáveis da cinética da digestão *in vitro* gases com a maturidade foi analisada por regressão. Foram testadas diferentes linhas de tendência para cada componente do feno, sendo escolhida a curva de melhor ajuste, expressa pelo maior coeficiente de regressão.

Os resultados de consumo, a digestibilidade, a retenção de N, a síntese de proteína microbiana e os parâmetros de cinética de passagem foram analisados utilizando o procedimento GLM do programa estatístico SAS (2002) de acordo ao seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + S_j + P_k + D_l + (S \times D)_{jl} + e_{ijkl}$$

onde:

$Y_{ij(k)}$  = variáveis dependentes

$\mu$  = média das observações  $A_i$  = efeito dos animais

$S_j$  = efeito dos quadrado latino

$P_k$  = efeito dos períodos

$D_l$  = efeito dos tratamentos

$(S \times D)_{jl}$  = efeito da interação quadrados  $\times$  tratamentos

$e_{ijkl}$  = erro residual

Os dados de fermentação ruminal foram analisadas pelo PROC MIXED do SAS (2002), de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + D_k + A(P \times D)_{ijk} + T_l + (D \times T)_{kl} + e_{ijkl}$$

onde:

$Y_{ij(k)}$  = variáveis dependentes

$\mu$  = média das observações

$A_i$  = efeito dos animais

$P_j$  = efeito dos períodos

$D_k$  = efeito dos tratamentos

$A(P \times D)_{ijk}$  = efeito aleatório entre unidades experimentais

$(D \times T)_{kl}$  = efeito da interação tratamentos com tempo

$e_{ijkl}$  = erro residual

O efeito da idade de rebrota e tempo após a alimentação sobre as diferentes variáveis foram também analisadas por regressão. Os dados de composição química foram adicionalmente, correlacionados com as variáveis de consumo e digestão.

## 3.4 Experimento 2

### 3.4.1 Animais, delineamento experimental e instalações

Foram realizados dois ensaios, no primeiro foram utilizados três ovinos cruza Ideal × Texel (peso vivo médio de  $38 \pm 6$ kg) em um delineamento Quadrado Latino 3 x 3 para avaliar o consumo de feno e fluxo líquido de oxigênio pelo sistema portal em ovinos recebendo feno de capim arroz cortado com 46, 72 e 90 dias de rebrota. Ao longo do 1º ensaio foi perdido o catéter hepático em diferentes animais. Deste modo, a medida do metabolismo visceral foi inviabilizada nestes animais. Devido a isso, foi realizado um 2º ensaio para estimar o fluxo líquido de oxigênio do sistema visceral, onde foram utilizados três ovinos cruza Ideal × Texel (peso vivo médio de  $35 \pm 4$ kg).

### 3.4.2 Dietas experimentais

As dietas experimentais foram constituídas de feno de CA cortado com 46, 72 e 90 dias de rebrota, foi adicionado em torno de 1% da matéria seca do feno, um premix mineral comercial, com a mesma composição do experimento 1.

### 3.4.3 Preparação dos catéteres e procedimentos cirúrgicos

Os animais foram implantados cirurgicamente, sob anestesia geral, com catéteres permanentes nas veias porta, hepática e mesentérica de acordo com método adaptado de KATZ e BERGMAN (1969a). O cateter hepático com 35 cm de comprimento foi feito de túbulo de teflon (1,5 mm d.i. × 2,3 mm d.e.) coberto com tubo de silicone de diâmetro interno levemente inferior ao diâmetro externo do túbulo de teflon. Para tal, o tubo de silicone foi submerso durante aproximadamente 30 minutos em tolueno (ocorre dilatação do silicone), introduzido sobre o catéter e colocado em estufa a 60°C para secagem. A seguir, a cobertura de silicone da ponta do catéter a ser introduzida no vaso sanguíneo (6 cm) foi retirada, a ponta foi cortada reta e alisada, o cateter foi lavado em água corrente, seco em estufa e mantido pelo menos 24 horas antes da cirurgia em frasco fechado contendo formalina. Após a

implantação no vaso sanguíneo, um pequeno catéter intravenoso (16 gauges, 1,7mm d.e. e 5cm comprimento, Nipro Medical Ltda, Sorocaba, SP, Brasil) foi acoplado na ponta externa do cateter. Nas veias porta e mesentérica foi implantado um catéter de Vialon (16 gauges, 1,7mm d.e. , Becton Dickinson, Utah, USA) e com 30 e 61cm comprimento, respectivamente, também coberto com tubo de silicone como descrito acima, exceto que a ponta introduzida no vaso sanguíneo foi 8cm. Para coleta de sangue arterial uma das carótidas foi cirurgicamente elevada próxima à pele. Descrição detalhada da anestesia e dos procedimentos cirúrgicos para implantação dos catéters é apresentada por Raiser et al. (1996). Após a implantação, os catéters foram mantidos heparinizados com solução salina contendo 200UI/ml de heparina, 8mg/ml de ampicilina e 10ul/ml de etanol, aplicada a cada 3 dias. Externamente, foram protegidos com tiras largas de esparadrapo aderidas à pele com adesivo comercial.

#### 3.4.4 Condução dos ensaios

Antes do início do experimento, os animais receberam duas doses de um vermífico e parasiticida de amplo espectro, de uso comercial, e uma dose injetável de um complexo vitamínico contendo as vitaminas A, D e E.

Após um período de aproximadamente três semanas antes e duas semanas após as cirurgias, em que os animais receberam as dietas experimentais, adaptaram-se às instalações e recuperaram-se das cirurgias, o experimento foi conduzido em três períodos de 8 dias, sendo os primeiros 7 para adaptação ao feno e o último dia para coleta de amostras. O feno foi fornecido duas vezes ao dia, em torno das 08:00h e 17:00h, em quantidades suficientes para haver sobras de 10 a 20% do oferecido aos animais.

Na manhã do 8º dia de cada período experimental foi implantado um catéter (18 gauges, 1,3mm d.e. e 4,8cm comprimento, Becton Dickinson, MG, Brasil) temporário na carótida, acoplado à uma extensão com uma torneira de três vias. O feno foi oferecido e mantido disponível aos animais durante 60 minutos. Após este tempo as sobras foram retiradas, pesadas, e o fluxo portal e hepático de sangue foi medido pela aplicação na veia mesentérica de 10 ml (*primed*) seguido de infusão contínua (1ml/minuto) de uma solução de PAH a 1,5 % (p/v), pH 7,4, com auxílio de uma bomba peristáltica. A solução de PAH foi preparada de acordo com Huntington

et al. (1989), exceto que em vez de solução fisiológica utilizou-se água destilada como diluente. Após 30 minutos do início da infusão do indicador, duas amostras de sangue portal ou hepática e arterial foram coletadas simultaneamente, em seringas heparinizadas de 10 e 1ml, a cada hora durante um período de oito horas. Entre os intervalos de amostragem os catéteres foram mantidos heparinizados com solução fisiológica contendo 20UI/ml de heparina. Imediatamente após a coleta, as amostras de sangue foram colocadas em tubos contendo fluoreto de sódio (em torno de 1,5 mg/ml sangue) e mantidos em gelo. Uma alíquota de 2 ml foi coletada e determinada o volume celular (hematócrito) e o teor de hemoglobina. O restante do sangue foi centrifugado ( $1000 \times g$ , 20 minutos) e o plasma congelado para posterior análise. A segunda amostra coletada na seringa de 1 ml foi imediatamente tampada (com a agulha e protetor da agulha) e colocada no gelo. Estas amostras foram conduzidas para a gasometria num prazo máximo de 90 minutos.

#### 3.4.5 Medidas e Observações

O fluxo de sangue portal (FSP) e visceral (FSV) foi estimado conforme KATZ e BERGMAN (1969a), usando a seguinte fórmula:

$$\text{FSP ou FSV (litros/hora)} = \text{Glpah}/(\text{P ou H} - \text{A})$$

onde:

Glpah = grau de infusão do paraminohipurato (mg/h);

P = concentração de paraminohipurato no sangue portal (mg/litro);

H = concentração de paraminohipurato no sangue hepático (mg/litro);

A = concentração de paraminohipurato no sangue arterial (mg/litro).

A concentração sanguínea de oxigênio resultou da soma daquele associado à hemoglobina ( $\text{Ox}_{\text{Hb}}$ ) mais o oxigênio dissolvido na fase aquosa do sangue ( $\text{Ox}_{\text{diss}}$ ), calculados utilizando as seguintes equações (HUNTINGTON e TYRREL, 1985):

$\text{Ox}_{\text{Hb}}$  (ml/ml de sangue) =  $(\text{O}_2\text{sat}(\%)/100) \times 1,34$  (ml  $\text{O}_2$ /g Hb)  $\times$  Hb (g/ml de sangue);

$$\text{Ox}_{\text{diss}}$$
 (ml/ml de sangue) =  $(\text{pO}_2$  (mmHg)/760)  $\times$  0,023 (ml/ml de sangue)

A partir do gasto de oxigênio resultante, foi estimada a quantidade de calor (aeróbico) produzido pelo sistema portal e visceral. Com base em equações que

descrevem a estequiometria de reações de oxidação total da glicose, do palmitato e da alanina, Blaxter (1989) estimou uma produção de calor de 4,61, 4,65 e 4,98 kcal/l de oxigênio gasto quando proteínas, lipídios ou carboidratos são oxidados, respectivamente. Considerando que a maior parte da MO do feno de capim arroz é constituída de carboidratos, utilizou-se um equivalente de calor mais próximo ao da sua oxidação, de 4,89 kcal/l de O<sub>2</sub> consumido, o qual foi utilizado também por Huntington e Tyrrel (1985).

#### *3.4.6 Análises químicas*

A composição química e a digestibilidade dos fenos foram previamente avaliados e apresentados no experimento 1.

Nas amostras de sangue foram determinados o volume celular (microcentrífuga), o teor de hemoglobina (Hb) (método do ferrocianeto, Kit LABTEST), a concentração de PAH (Huntington, 1982) e a gasometria. Esta última análise foi feita utilizando um sistema automático de gasometria sanguínea (AVL 990 BUSY, ÁUSTRIA) que incluiu, entre outros, a determinação do pH, a pressão de oxigênio (pO<sub>2</sub>) e o nível de saturação de oxigênio do sangue (O<sub>2</sub>sat).

#### *3.4.7 Análise estatística*

Foi analisada a variância dos dados incluindo-se no modelo os efeitos dos animais, períodos, idades de rebrota, horário da amostragem e da interação idade de rebrota × horário, além do erro experimental. Adicionalmente, os efeitos da idade de rebrota e do tempo após a refeição foram analisados também por regressão, incluindo-se os componentes linear e quadrático no modelo. Estas análises foram feitas utilizando, respectivamente, os procedimentos PROC MIXED e PROC GLM do programa estatístico SAS (2002), de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + D_k + A(P \times D)_{ijk} + T_l + (D \times T)_{kl} + e_{ijkl}$$

Onde:

$Y_{ijkl}$  = variáveis dependentes

$\mu$  = média das observações

$A_i$  = efeito dos animais

$P_j$  = efeito dos períodos

$D_k$  = efeito dos tratamentos

$A(P \times D)_{ijk}$  = efeito aleatório entre unidades experimentais

$T_l$  = efeito do tempo

$(D \times T)_{kl}$  = efeito da interação tratamentos com tempo

$e_{ijkl}$  = erro residual



## 4. EXPERIMENTO 1

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 *Composição química e cinética da digestão in vitro/gases*

Os resultados da composição do feno de CA nas diferentes idades de rebrota são apresentados nas Tabela 1, 2 e 3. Os teores de MS, MO, FDN foram semelhantes nas diferentes idades de rebrota e não se ajustaram a nenhuma das curvas testadas (baixo valor de  $r^2$ ). Com base na MS, os teores de FDA e LDA aumentaram linearmente ( $r^2 = 0.88$  e  $0.95$ , respectivamente) com a idade de rebrota do CA. Por sua vez, em relação ao N total, o teor de NIDN, NIDA, proteína solúvel, NNP foram curvilinearmente ( $r^2 = 1$ ) relacionados à idade de rebrota da planta. A composição química do feno oferecido e do feno consumido foram semelhantes, o que indica que não teve seleção pelos ovinos consumindo.

O volume de gás produzido/hora da fração A de degradação rápida, taxa de degradação da fração rápida, lag time foram quadraticamente relacionados com a idade de rebrota ( $r^2 = 0,91$ ;  $0,90$ ;  $0,70$  respectivamente). O volume de gás produzido/hora da fração de degradação lenta e a taxa de degradação da fração lenta e o volume total de gás produzido/hora foram curvilinearmente ( $r^2 = 1$ ) relacionados à idade de rebrota da planta, sendo que os maiores valores foram observados nos animais consumindo o feno de 72 dias (Tabela 3).

**Tabela 1 – Composição química do feno oferecido de capim arroz de diferentes idades de rebrota**

Componentes	Idades de rebrota (dias)			
	32	46	72	90
MS (%)	86,3	86,6	85,3	85,9
% MS <sup>1</sup> :				
MO	90,3	90,2	90,3	90,2
FDN	70,0	71,5	70,3	71,9
FDA	35,1	35,0	37,9	39,5
LDA	4,46	5,32	5,56	6,54
EE	1,61	1,18	1,05	1,20
CNF	13,6	13,3	14,7	13,2
N total	1,67	1,34	1,44	1,11
%N total:				
N insolúvel em detergente neutro	50,8	48,7	52,8	44,5
N insolúvel em detergente ácido	8,21	7,98	8,36	10,12
N solúvel	2,10	0	4,01	2,09
N não protéico	18,9	27,8	15,2	19,8

<sup>1</sup>MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; CNF= carboidratos não fibrosos; N= nitrogênio total;

**Tabela 2 – Composição química do feno consumido de capim arroz de diferentes idades de rebrota**

Componentes	Idades de rebrota (dias)			
	32	46	72	90
MS (%)	86,3	86,6	85,4	85,9
% MS <sup>1</sup> :				
MO	90,8	90,3	90,4	90,7
FDN	70,7	72,1	70,9	72,8
FDA	35,3	34,8	38,2	40,0
LDA	4,32	5,26	5,52	6,58
EE	1,67	1,18	1,07	1,26
CNF	13,3	12,8	14,1	12,8
N total	1,68	1,35	1,49	1,12
%N total:				
N insolúvel em detergente neutro	51,2	48,9	53,0	44,6
N insolúvel em detergente ácido	8,3	7,8	8,2	10,0

<sup>1</sup>MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; CNF= carboidratos não fibrosos; N= nitrogênio total;

**Tabela 3 – Variáveis da fermentação in vitro/gases do feno de capim arroz em diferentes idades de rebrota**

Variáveis observadas	Idades de rebrota (dias)			
	32	46	72	90
A <sup>1</sup>	82,2	72,6	60,7	67,2
Taxa de degradação da fração B	6,1	6,63	6,94	5,61
Lag time	8,22	9,22	9,28	11,69
D <sup>2</sup>	130	140	164	114
Taxa de degradação da fração D	1,53	1,55	1,99	1,72
Volume total de gases	212	212	224	181

<sup>1</sup>Volume de gás produzido pela fração rapidamente degradável;

<sup>2</sup>Volume de gás produzido pela fração lentamente degradável;

B Fração rapidamente degradável;

D Fração lentamente degradável;

#### 4.1.2 Consumo e digestibilidade dos compostos não nitrogenados e energia

Os consumos dos vários componentes do feno de capim arroz diminuíram linearmente com o avanço da idade de rebrota da planta ( $P < 0.05$ ), com exceção do consumo de FDN indigestível que foi similar entre os tratamentos (Tabela 4). A digestibilidade aparente da MS, MO, FDN, energia, assim como a digestibilidade verdadeira da MO diminuíram linearmente ( $P < 0.05$ ) com o aumento da idade de rebrota da planta. A digestibilidade da FDN foi inversamente correlacionada com o teor de lignina na FDN consumida ( $r^2 = 0,81$ ) (Figura1).

#### 4.1.3 Consumo, digestibilidade, retenção do N e síntese de proteína microbiana

O consumo do N, a digestibilidade aparente e verdadeira, assim como a excreção urinária, retenção de N e a síntese de proteína microbiana, diminuíram linearmente ( $P < 0,05$ ) com a idade de rebrota da planta (Tabela 5). A variação da digestibilidade da MO, foi diretamente relacionada ( $r^2 = 0,88$ ) à variação do teor de N na MS consumida. Assim como, o teor de NIDA foi correlacionado com a digestibilidade do N do feno de capim arroz. Para cada unidade de aumento de NIDA no feno houve uma redução de 7,5% na digestibilidade aparente do N ( $r^2 = 0,91$ ).

#### 4.1.4 Fermentação ruminal

As concentrações de açúcares e aminoácidos, diminuíram linearmente ( $P < 0,05$ ) enquanto, as concentrações de peptídeos variaram quadraticamente com o aumento da idade de rebrota da forrageira. Já os valores de pH e de N-amoniaco foram similares entre os tratamentos (Tabela 6). Não foi verificado efeito da interação tempo vs tratamento, em nenhuma das variáveis de fermentação ruminal analisadas. Deste modo, as médias de todos os horários de amostragem em cada tratamento são apresentadas na Figura 5. As concentrações de N-amoniaco e aminoácidos diminuíram linearmente ( $P < 0,05$ ), aumentando as taxas nas primeiras três horas e diminuindo de forma mais gradativa nos tempos seguintes após a refeição. O pH ruminal e as concentrações de açúcares foram similares no decorrer

das horas após a alimentação ( $P>0,05$ ). As concentrações de peptídeos variaram quadraticamente com o horário de alimentação ( $P<0,05$ ).

**Tabela 4 – Consumo e digestibilidade dos compostos não nitrogenados em ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota**

	Idades de rebrota (dias)				EP <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	32	46	72	90		
Consumo:						
MS (g/dia)	1088	1020	908	802	31,5	L
MO (g/dia)	988	922	821	727	28,4	L
FDN (g/dia)	769	735	643	583	22,3	L
FDNi (g/dia)	243	248	222	230	11,1	NS
CNF (g/dia)	144	130	128	103	4,6	L
MOD (g/dia)	595	526	477	370	22,0	L
ED (Kcal/dia) <sup>5</sup>	2146	1955	2127	1543	99	L
MS (% PV) <sup>6</sup>	3,22	3,02	2,72	2,38	0,1	L
MO (g/kg <sup>0,75</sup> ) <sup>7</sup>	70,7	65,8	59,0	52,4	1,9	L
Digestibilidade aparente (% do consumo):						
MS	56,5	53,5	55,4	46,8	1,5	L
MO	60,3	56,9	58,7	50,6	1,4	L
FDN	68,6	66,1	66,2	59,7	1,7	L
Energia	53,2	49,5	53,4	40,3	1,4	L
DVMO <sup>8</sup>	75,5	72,9	73,5	67,7	1,3	L

<sup>1</sup> Erro padrão das médias, onde n = 8 por tratamento

<sup>2</sup> Probabilidade do erro Tipo I, sendo ns = não significativo; L= efeito linear ( $P<0,05$ );

<sup>3</sup> MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; CNF= carboidratos não fibrosos; MOD = MO digestível;

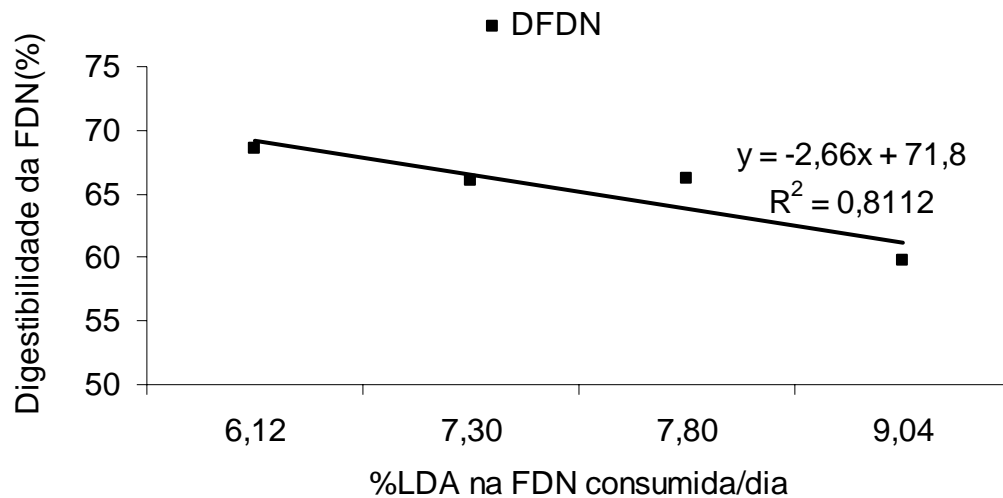
<sup>4</sup> Energia bruta;

<sup>5</sup> Energia digestível;

<sup>6</sup> Consumo de MS como percentagem do peso vivo;

<sup>7</sup> Consumo de MO em relação ao peso metabólico;

<sup>8</sup> Digestibilidade verdadeira da MO: (DVMO = ((MO consumida – FDN fecal)/MO consumida) × 100).



**Figura 3 - Relação entre o teor de lignina (LDA) e a digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) do feno de capim arroz**

**Tabela 5 – Consumo, digestibilidade, balanço do nitrogênio e síntese de proteína microbiana em ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota**

	Idades de rebrota (dias)				EP <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	32	46	72	90		
Consumo N (g/dia)	18,3	13,8	13,6	9,0	1,85	L
DN (%) <sup>3</sup>	52,9	41,4	51,9	31,4	2,86	L
DVN (%) <sup>4</sup>	89,3	86,1	88,2	82,8	0,94	L
NU (g/dia) <sup>5</sup>	3,63	2,44	2,90	2,01	0,004	L
RN (g/dia) <sup>6</sup>	9,67	5,73	6,88	2,76	0,46	L
Nm (g/dia) <sup>7</sup>	5,56	4,35	4,82	3,70	0,56	L
NmMOVD <sup>8</sup>	9,33	8,24	9,91	10,12	0,97	NS

<sup>1</sup> Erro padrão das médias, onde n = 8 por tratamento;

<sup>2</sup> Probabilidade do erro Tipo I, sendo ns = não significativo; L= efeito linear (P<0,05);

<sup>3</sup> Digestibilidade aparente do nitrogênio;

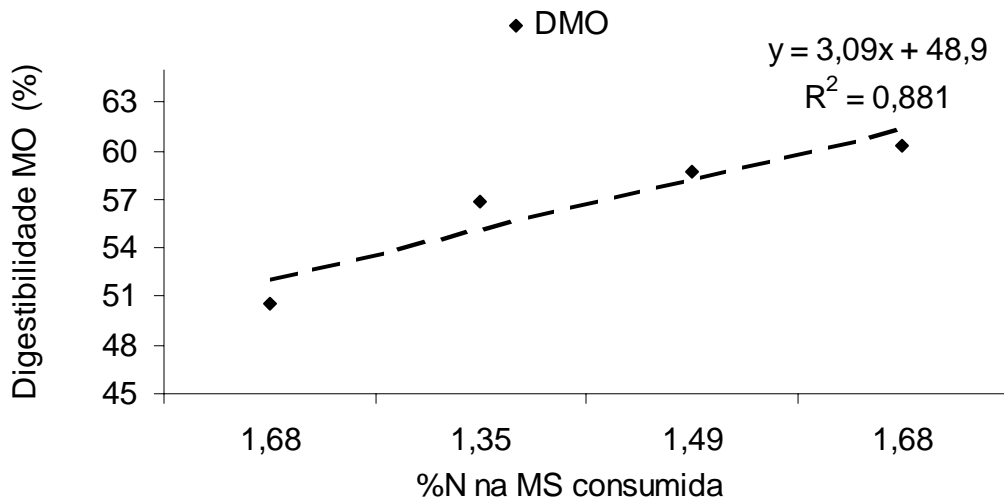
<sup>4</sup> Digestibilidade verdadeira do N (DVN=((consumo de N – NIDNfecal)/consumo de N)\*100);

<sup>5</sup> Nitrogênio urinário;

<sup>6</sup> Retenção de N (RN = N consumido - (N fecal + N urinário));

<sup>7</sup> Nitrogênio microbiano;

<sup>8</sup> Eficiência microbiana (gNm/Kg MO digestível verdadeira);



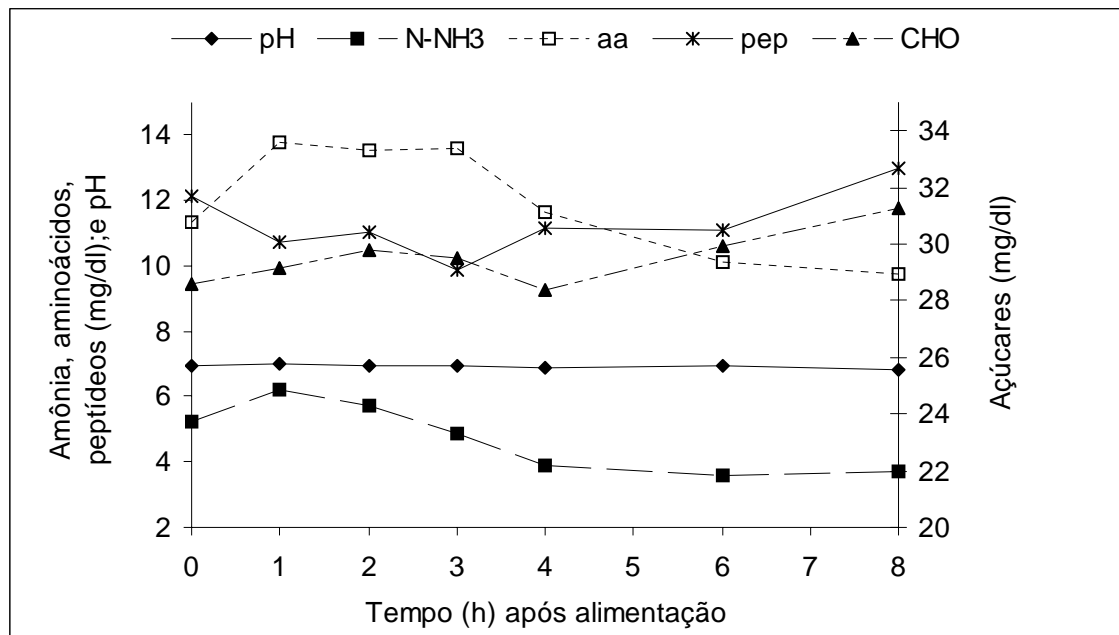
**Figura 4 – Relação entre %N (na MS consumida) do capim arroz e digestibilidade da matéria orgânica (DMO) e digestibilidade aparente do Nitrogênio (DN)**

**Tabela 6 – Concentrações (mg/dl) de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), açúcares, aminoácidos e peptídeos e pH do fluido ruminal de ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota**

	Idades de rebrota (dias)				EP <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	32	46	72	90		
pH	6,87	7,04	6,91	6,89	0,03	NS
N-NH <sub>3</sub>	5,55	3,65	5,32	4,50	0,26	NS
Açúcares	30,1	33,4	28,7	25,6	1,08	L
Aminoácidos	13,0	12,0	11,5	11,2	0,41	L
Peptídeos	10,7	13,8	11,0	10,4	0,60	Q

<sup>1</sup>Erro padrão das médias, onde n=3 por tratamento.

<sup>2</sup>Probabilidade do erro Tipo I, sendo ns = não significativo; L= efeito linear e C= efeito cúbico (P<0,05).



**Figura 5 – Variação pós prandial do pH e das concentrações (mg/dl) de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), açúcares, de aminoácidos e de peptídeos no fluído ruminal de ovinos alimentados com feno de capim arroz de diferentes de rebrota**

#### 4.1.5 Taxa de passagem da fase sólida pelo trato gastrointestinal

O tempo de retenção e passagem estimados no ceco-colon proximal (TR<sub>cc</sub>, TP<sub>cc</sub>, respectivamente) foram similares entre os tratamentos ( $P > 0.05$ , Tabela 7). No entanto, a taxa de passagem (TP<sub>rr</sub>) e o tempo de retenção estimados no retículo-rúmen (TR<sub>rr</sub>), assim como o tempo de retenção da fase sólida da digesta pelo trato gastrointestinal total (TRT) variaram quadraticamente com a idade de rebrota do capim arroz. O menor tempo de retenção foi observado nos animais que receberam o feno com 72 dias de rebrota.



**Tabela 7 – Valores estimados de taxa de passagem (%/h) da fase sólida da digesta pelo retículo-rúmen (TPrr) e pelo ceco-cólon (TPcc) e tempo de retenção (horas) no retículo-rúmen (TRrr), no ceco-cólon (TRcc) e no trato gastrintestinal total (TRT) de ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota**

	Idades de rebrota (dias)				EP <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	32	46	72	90		
TPrr	1,9	2,4	3,6	2,4	0,001	Q
TPcc	11,6	5,6	9,7	7,5	0,013	NS
TRrr <sup>3</sup>	57,6	41,7	30,4	55,0	4,74	Q
TRcc <sup>4</sup>	12,7	21,0	11,5	18,7	1,70	NS
TRT	79,0	70,9	51,3	85,0	4,94	Q

<sup>1</sup>Erro padrão das médias onde n=4 por tratamento;

<sup>2</sup>Probabilidade do erro Tipo I, sendo ns = não significativo e Q= efeito quadrático (P<0,05).

<sup>3</sup>TRrr = 1/k<sub>1</sub>;

<sup>4</sup>TRcc = 1/k<sub>2</sub>;

## 4.2 Discussão

Com avanço da maturidade fisiológica, as plantas forrageiras crescem acumulando maior quantidade de matéria seca, o que é acompanhado pelo espessamento e lignificação da parede celular. O incremento na deposição de lignina e as reduções nos teores de proteína bruta parecem ser as principais alterações químicas observadas na composição da matéria seca (DESCHAMPS,1999). No entanto, no presente trabalho, somente os teores de FDA e LDA variaram de forma esperada.

Embora a maturidade seja um fator primário que afeta a composição química da forragem, em algumas situações os efeitos de clima podem ser mais determinantes da qualidade da forragem do que a maturidade, particularmente ao longo do estágio vegetativo da planta (KOZLOSKI et al., 2005). Em geral, os fatores climáticos que limitam o desenvolvimento da planta tendem a promover maior

qualidade (VAN SOEST, 1994; FICK et al., 1994; VAN SOEST, 1996; JOUVEN et al., 2006). É possível que, a composição química dos fenos também tenha sido modificada durante o processo de fenação ou, até mesmo, durante a armazenagem. Normalmente o teor de N solúvel e NNP da forragem aumentam durante a fenação, devido a um aumento na atividade das proteases da planta (MINSON, 1990; REID, 1994; SULLIVAN, 1973). Os resultados obtidos neste estudo indicam que as condições de clima podem ter alterado mais a composição química da forrageira do que a idade de rebrota da planta.

Em animais alimentados com dietas à base de volumosos, normalmente o principal mecanismo de regulação do consumo é o físico. Com base nisso, tem sido proposto que o consumo total de forragem é determinado pelo consumo de FDN (VAN SOEST, 1994). Desse modo, o consumo de MS de forragens de diferentes teores de FDN é diferente, mas o consumo de FDN é semelhante. No entanto, no presente experimento o consumo dos vários componentes do feno, inclusive de FDN, diminuíram linearmente com o aumento da idade de rebrota do capim arroz. A fração que parece ter condicionado o consumo total do feno de capim arroz foi a fração em detergente neutro indigestível (FDNi), cujo consumo foi similar entre todos os tratamentos. A fibra indigestível tem maior tempo de retenção no trato digestivo do animal, conseqüentemente reduzindo o espaço ruminal e o consumo de MS (THIAGO e GILL, 1990).

Nas plantas forrageiras, o envelhecimento dos tecidos vegetais e a conseqüente redução na digestibilidade são fenômenos intimamente associados. A redução na digestibilidade com o avanço da maturidade das forrageiras está associada ao aumento nos constituintes da parede celular, principalmente a lignina, que tem sido negativamente associada com a digestibilidade da parede celular das forrageiras (KAMSTRA et al., 1958; TERRY e TILLEY, 1964; NASCIMENTO JR., 1974; JUNG e VOGEL, 1986; REEVES, 1987; HATFIELD, 1993; BURNS et al., 1997; DESCHAMPS, 1999). A presença da lignina no complexo lignocelulósico tem sido considerada a maior barreira química para digestão das forragens (JUNG & VOGEL, 1986; BUXTON e RUSSELL, 1988; JUNG, 1989; JUNG e DEETZ, 1993). Esta relação negativa tem sido mais claramente observada em gramíneas tropicais (plantas C4) (FORD et al., 1979; AKIN et al., 1993; WILSON et al., 1983). De fato, no presente trabalho a digestibilidade diminuiu com o avanço da maturidade da planta.

e a digestibilidade da FDN foi inversamente correlacionada com o teor de lignina na FDN ( $r^2 = 0,81$ ). De outra forma, a variação da digestibilidade da MO, foi diretamente relacionada ( $r^2 = 0,88$ ) à variação do teor de N da forragem. É conhecido que o crescimento e atividade microbiana ruminal depende da disponibilidade, entre outros substratos, de N para síntese de suas proteínas. Os resultados deste trabalho parecem indicar que ambos, o teor lignina e de N do capim arroz foram limitantes para sua degradação pelas bactérias ruminais.

A extensão da digestão ruminal de qualquer alimento ou componente do mesmo é função da taxa de digestão e do tempo que permanece exposto à atividade microbiana. A passagem da digesta do retículo-rúmen tem interesse especial nos ruminantes, pois a saída de partículas do rúmen está inversamente associada com a extensão da digestão dos componentes fibrosos da forragem e diretamente relacionado com o consumo. (MERCHEN, 1988). Vários autores (ALWASH e THOMAS, 1971; ALWASH e THOMAS, 1974; COLUCCI et al., 1982; OKINE e MATHISON, 1991) têm observado que quando há aumento no consumo de forragem ocorre uma diminuição no tempo de retenção total das partículas do alimento no rúmen e no trato gastrintestinal total. No entanto, no presente trabalho, com exceção do feno de 90 dias, a relação entre consumo e tempo de retenção foi direta. É possível então, que a taxa de degradação da fração digestível do feno tenha sido mais limitante ao consumo que a taxa de passagem.

O material não degradado no rúmen geralmente consiste de fibras altamente lignificadas e que exigem extensa ruminação para sua fragmentação (WILSON, 1997). Deste modo, considerando que houve um aumento nos teores de LDA, tanto na MS como na FDN, era esperado um aumento no tempo de TRrr e uma diminuição na TPrr com o aumento da idade de rebrota do capim arroz. No entanto, em vez de diminuir a TPrr aumentou quando a idade de rebrota do capim arroz aumentou de 32 a 72 dias. Da mesma forma, Kozloski et al. (2001), também observaram um aumento na taxa de passagem da fase sólida da digesta pelo trato gastrintestinal com o avanço da idade do capim elefante anão, cortado com 30 a 60 dias de rebrota. Embora a explicação para estes resultados não seja muito clara, é possível que variações nas taxas de fragmentação e digestão das partículas de feno no rúmen, assim como a sua distribuição no "pool" ruminal estejam envolvidos. A existência do tamanho máximo de partículas para passar pelo orifício retículo-

omasal sugere que a taxa de redução dessas partículas seja o fator dominante que regula a saída do material do rúmen. A resistência da fibra à fragmentação, que ocorre pela mastigação, aumenta com o aumento no teor de lignina (MURPHY e KENNEDY, 1993; JUNG e ALLEN, 1995; WILSON, 1997). Provavelmente esse aumento no teor de lignina do feno de capim arroz de 32 a 72 dias de rebrota, não foi suficiente para afetar negativamente a fragmentação da fibra. No entanto, limitou a fragmentação no feno de 90 dias. Por outro lado, é provável que o aumento dos teores de FDA e de LDA com o aumento da idade de rebrota da planta tenha estimulado a motilidade ruminal e do trato digestivo como um todo, aumentando a taxa de passagem da digesta.

Muitos são os fatores que podem afetar a utilização do N, como a fase fisiológica do animal, a quantidade e qualidade da proteína, disponibilidade de carboidratos e, principalmente, a interação entre esses fatores (CLARK et al., 1992; STERN et al., 1994). A retenção do N foi maior à medida que aumentou o consumo de energia digestível e a oferta de proteína microbiana. Nessa situação, normalmente o organismo animal aumenta a síntese protéica e reduz a neoglicogênese a partir de aminoácidos. Como consequência, a retenção de N também aumenta.

A síntese de proteína microbiana depende da disponibilidade concomitante de carboidratos e fontes de nitrogênio degradáveis no rúmen (RUSSEL et al., 1992). Satter (1974) e Preston (1986) observaram que concentrações de amônia inferiores a 5,0 mg de N-NH<sub>3</sub>/100mL de fluido ruminal limitam o crescimento de bactérias celulolíticas no rúmen. No presente estudo, a síntese protéica microbiana foi diretamente relacionada com o consumo de N e de MO digestível, assim como foi relacionada com a concentração de amônia, açúcares e aminoácidos no fluido ruminal.

A eficiência de síntese protéica microbiana ruminal é dependente, entre outros, da taxa de passagem e da disponibilidade de peptídeos e aminoácidos. A mesma, normalmente aumenta com o nível de consumo de um mesmo alimento. No presente experimento, o consumo de feno diminuiu linearmente com o aumento da idade de rebrota da forragem, enquanto que, a eficiência da síntese microbiana, foi similar em todos os tratamentos. É possível que a variação irregular da composição química e a amplitude da variação do consumo entre os fenos, não foi suficiente

para alterar esta variável. As bactérias que degradam carboidratos estruturais utilizam a amônia como única fonte de N, mas as bactérias que degradam carboidratos não estruturais, podem também utilizar aminoácidos e peptídeos. O rendimento das bactérias que degradam carboidratos não estruturais é maior quando proteínas ou peptídeos estão disponíveis (RUSSEL et al., 1992). Uma vez que a maior parte da MO do feno de capim arroz é constituída de carboidratos estruturais, a eficiência da síntese protéica microbiana ruminal não foi correlacionada com a concentração de aminoácidos e peptídeos no fluído ruminal.

As concentrações de açúcares no fluído ruminal, foram positivamente associadas ( $r^2=0,97$ ) com o aumento do consumo de matéria orgânica digestível. Como era esperado, o pH ruminal não foi afetado pelas idades de rebrota do feno. De fato, alimentos volumosos exigem maior tempo de ruminação, o que aumenta a produção de saliva e o tamponamento do fluido ruminal (ORSKOV, 1986).

A análise geral dos resultados obtidos no presente trabalho confirmam a variação negativa esperada no valor nutricional do capim arroz com o aumento da idade de rebrota da planta. No entanto, é possível observar que nos animais consumindo o feno de 72 dias, as várias variáveis analisadas tendem a desviar desta tendência. Deste modo, quando os fenos de 46 e 72 dias são comparados isoladamente, este último resultou em valores de digestibilidade, síntese protéica microbiana e retenção de N mais altos. Em um ensaio in vitro/gases foi observado que, comparado aos demais fenos, a produção de gases da fração de lenta degradação foi mais alta para o feno de 72 dias. É possível então que a quantidade de MO digerida no rúmen tenha sido mais alta nos animais alimentados com este feno. Adicionalmente, o feno de 72 dias apresentou maior proporção de proteína solúvel e resultou em maiores concentrações de amônia no fluído ruminal que o feno de 46 dias, o que pode ter aumentado a disponibilidade de N total para as bactérias ruminais.

## 5 EXPERIMENTO 2

### 5.1. Resultados

#### 5.1.1 Metabolismo Portal

##### 5.1.1.1 Consumo de feno

Nos sete dias anteriores, assim como no dia da amostragem de sangue, dos vários componentes do feno, diminuíram linearmente ( $P < 0,05$ ) com a idade de rebrota da planta (Tabela 8).

##### 5.1.1.2 Composição sanguínea portal, arterial e fluxo portal de oxigênio

Não houve interação significativa entre tratamentos e tempo após a refeição em nenhuma das variáveis do metabolismo portal analisadas. Deste modo, as médias de todos os horários de amostragem em cada tratamento são apresentadas na Tabela 9.

Os valores de Hematócrito (Ht) e os teores de hemoglobulina (Hb), assim como os fluxos de plasma (FPP) e de sangue portal (FSP) foram similares nos diferentes tratamentos ( $P > 0,05$ ). O fluxo portal líquido de oxigênio (FPOx), a produção estimada de calor pelo sistema portal (PCP) e a relação entre a PCP e o consumo de energia digestível (ED), variaram quadraticamente ( $P < 0,05$ ). Com o avanço da idade de rebrota da forrageira, sendo os maiores valores observados nos animais consumindo o feno de 72 dias.

**Tabela 8– Consumo dos componentes do feno de capim arroz em diferentes idades de rebrota por ovinos, nos sete dias anteriores à amostragem de sangue ou na refeição da manhã da coleta**

	Idades de rebrota (dias)			EP <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	46	72	90		
Consumo médio dos sete dias anteriores à amostragem de sangue (g/dia) <sup>1</sup> :					
MS	1175	1065	1072	30,5	L
MO	1046	948	954	27,2	L
MOD	596	559	486	11,2	L
MOVD	764	701	649	16,4	L
CED(kcal/dia)	2410	2314	1920	41,5	L
N	16,9	16,6	12,9	0,25	L
ND	6,94	8,47	4,02	0,12	L
NVD	14,5	14,6	10,7	0,19	L
Consumo na refeição da manhã no dia da amostragem de sangue (g):					
MS	308	216	249	19,1	L
MO	274	192	221	16,7	L
MOD	156	113	113	8,9	L
MOVD	200	142	151	11,7	L
CED(kcal/dia)	631	470	446	37,5	L
N	4,44	3,37	3,01	0,26	L
ND	1,82	1,72	0,93	0,14	L
NVD	3,81	2,97	2,50	0,23	L

<sup>1</sup>MS= matéria seca, MO= matéria orgânica, MOD= MO digestível aparente, MOVD=MO digestível verdadeira, N=nitrogênio, ND=N digestível aparente, NVD=N digestível verdadeiro;

<sup>2</sup> Erro padrão das médias onde n=3 por tratamento;

<sup>3</sup>Probabilidade do erro Tipo I: ns = não significativo (P>0,05); L=efeito linear (P<0,05) e Q=efeito quadrático (P<0,05).

**Tabela 9 – Hematócrito (Ht), teor de hemoglobina (Hb) do sangue arterial e portal, fluxo de plasma, sangue portal, fluxo portal líquido de oxigênio, produção estimada de calor pelo sistema portal e a relação entre a produção de calor e o consumo de energia digestível em ovinos recebendo feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota**

	Idades de rebrota (dias)			EP <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	46	72	90		
Hematócrito arterial/portal (%)	20,6	20,8	21,6	0,32	NS
Hemoglobina arterial/portal (g/dl)	7,1	7,0	7,3	0,34	NS
Fluxo portal (l/h)					
Plasma	55,8	59,2	57,5	7,2	NS
Sangue	70,2	74,7	73,8	4,2	NS
Fluxo portal líquido de oxigênio(l/h):	- 0,983	- 1,039	- 0,773	59,5	Q
Produção estimada de calor pelo sistema portal (kcal/h) <sup>3</sup> :	4,79	5,07	3,78	0,29	Q
Produção estimada de calor (%) / consumo de energia digestível: <sup>4</sup>	0,74	1,13	0,84	0,16	Q

<sup>1</sup> Erro padrão das médias onde n=3 por tratamento;

<sup>2</sup> Probabilidade do erro Tipo I: ns = não significativo (P>0,05), L=efeito linear (P<0,05) e Q=efeito quadrático (P<0,05);

<sup>3</sup> 4.89 kcal/l de oxigênio;

<sup>4</sup> Para este cálculo foi considerado a produção de calor ao longo de 24 horas e o consumo estimado de energia digestível média diária dos cinco dias anteriores às amostragens.



## 5.1.2 Metabolismo Visceral

### 5.1.2.1 Consumo de feno

Nos sete dias anteriores à amostragem de sangue, os consumos de MS e MO total, foram similares entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). Mas o consumo de MO digestível e MO verdadeiramente digestível, consumo de energia digestível, assim como de N total, N digestível e N verdadeiramente digestível diminuiu linearmente ( $P<0,05$ ) com a idade de rebrota da planta (Tabela 10). No dia da amostragem, contudo, o consumo dos vários componentes do feno foram similares entre os tratamentos ( $P>0,05$ ).

### 5.1.2.2 Composição sanguínea hepático, arterial e fluxo visceral de oxigênio

Não houve interação significativa entre tratamentos e tempo após a refeição em nenhuma das variáveis do metabolismo visceral analisadas. Deste modo, as médias de todos os horários de amostragem em cada tratamento são apresentadas na Tabela 11.

Os fluxos de plasma (FPV) e de sangue visceral (FSV), fluxo líquido de oxigênio (FVOx), produção estimada de calor pelo sistema visceral (PCV) e a relação entre a PCV e o consumo de ED, assim como, os valores de hematócrito (Ht) e os teores de hemoglobulina, foram similares entre os tratamentos ( $P>0,05$ ).

Na Tabela 12, são apresentadas as relações entre as variáveis do metabolismo visceral e a taxa de passagem pelo retículo-rúmen, o consumo de MO digestível (CMOD), MO verdadeiramente digestível (CMOVD) e de N verdadeiramente digestível (CNVD), nos dias anteriores a amostragem e no dia da coleta de sangue. Os consumos de CNVD não foram correlacionados com as variáveis analisadas. No entanto, o CMOD, CMOVD, nos dias anteriores a amostragem foram correlacionados com o FSP e o FPOx ( $P<0,08$ ). De outra forma, as variáveis de CMOD, CMOVD no dia das coletas foram correlacionados com o FSV e o FVOx.

**Tabela 10 – Consumo dos componentes do feno de capim arroz em diferentes idades de rebrota por ovinos, nos sete dias anteriores à amostragem de sangue e na refeição da manhã da coleta**

	Idades de rebrota (dias)			EP <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	46	72	90		
Consumo médio dos cinco dias anteriores à amostragem de sangue (g/dia) <sup>1</sup> :					
MS	997	845	821	18,3	NS
MO	887	752	731	16,5	NS
MOD	506	444	365	12,7	L
MOVD	648	556	491	13,9	L
CED(kcal/dia)	2044	1836	1431	56,4	L
N	14,4	13,2	9,6	0,43	L
ND	5,9	6,7	2,7	0,32	L
NVD	12,3	11,6	7,9	0,41	L
Consumo na refeição da manhã no dia da amostragem de sangue (g):					
MS	255	175	192	33,7	NS
MO	227	155	170	29,9	NS
MOD	129	92	86	16,26	NS
MOVD	116	115	115	20,9	NS
CED(kcal/dia)	523	380	340	65,6	NS
N	3,7	2,7	2,3	0,45	NS
ND	1,5	1,4	0,7	0,17	NS
NVD	3,2	2,4	1,9	0,39	NS

<sup>1</sup>MS= matéria seca, MO= matéria orgânica, MOD= MO digestível aparente, MOVD=MO digestível verdadeira, N=nitrogênio, ND=N digestível aparente, NVD=N digestível verdadeiro;

<sup>2</sup> Erro padrão das médias onde n=3 por tratamento;

<sup>3</sup>Probabilidade do erro Tipo I: ns = não significativo (P>0,05); L=efeito linear (P<0,05) e Q=efeito quadrático (P<0,05).

**Tabela 11 – Hematócrito (Ht), teor de hemoglobina (Hb) do sangue arterial e visceral, fluxo plasma e de sangue visceral, fluxo visceral líquido de oxigênio, produção estimada de calor pelo sistema visceral e a relação entre a produção de calor e o consumo de energia digestível em ovinos recebendo feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota**

	Idades de rebrota (dias)			EP <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	46	72	90		
Hematócrito Arterial/visceral (%)	20,3	21,6	22,5	0,17	NS
Hemoglobina Arterial/visceral (g/dl)	6,9	7,2	7,5	0,40	NS
Fluxo Visceral (l/h)					
Plasma	78,8	72,1	67,2	10,6	NS
Sangue	99,1	91,7	86,9	11,9	NS
Fluxo visceral líquido de oxigênio (l/h):					
	-1,981	-1,629	-1,377	247	NS
Produção estimada de calor (kcal/h) <sup>3</sup> :					
	9,68	7,95	6,74	1,21	NS
<sup>1</sup> Produção estimada de calor (%) / consumo de energia digestível <sup>4</sup> :					
	1,92	2,09	1,91	1,91	NS

<sup>1</sup> Erro padrão das médias onde n=3 por tratamento;

<sup>2</sup> Probabilidade do erro Tipo I: ns = não significativo (P>0,05); L=efeito linear (P<0,05) e Q=efeito quadrático (P<0,05);

<sup>3</sup> 4.89 kcal/l de oxigênio;

<sup>4</sup> Para este cálculo, foi considerado o consumo estimado de energia digestível na refeição prévia às amostragens.

**Tabela 12 – Correlações entre as variáveis de consumo, taxa de passagem e as variáveis do metabolismo visceral**

Componentes	TPrr(%/h) <sup>1</sup>	Consumo prévio a coleta <sup>2</sup>			Consumo no dia da coleta		
		CMO	CMOVD'	CNVD	CMO	CMOVD	CNVD
FSP (l/h) <sup>3</sup>	0,12	0,60*	0,62*	0,52	0,47	0,50	0,48
FPOx (l/h)	0,19	0,64*	0,62*	0,64	0,49	0,57	0,57
FSV (l/h)	0,04	0,24	0,21	0,30	0,64*	0,58*	0,53
FVOx (l/h)	-0,008	0,20	0,17	0,26	0,56*	0,61*	0,58

\* P<0,08;

<sup>1</sup> TPrr = taxa de passagem ruminal;

<sup>2</sup> CMOD= consumo de MO digestível nos dias prévio a amostragem e no dia da coleta ; MOVD =MO digestível verdadeira nos dias prévio a amostragem e no dia da coleta; NVD=N digestível verdadeiro nos dias prévio a amostragem e no dia da coleta;

<sup>3</sup> FSP = fluxo de sangue portal; FPOx = fluxo portal de oxigênio; FSV= fluxo de sangue visceral; FVOx= fluxo visceral de oxigênio.

## 5.2 Discussão

O FSP obtido no presente trabalho foi em média 1,91 L/h/kg de peso vivo, valor semelhante ao encontrado por Freetly et al. (1995) em ovinos consumindo alfafa e grão de milho. O FSV, por sua vez, foi em média 2,65 L/h/kg peso vivo. O fígado é drenado pela veia porta e pela artéria. Deste modo, o sangue arterial contribuiu em média com 28% da irrigação hepática.

O fluxo de sangue é diretamente dependente do trabalho associado ao processo de digestão e absorção de nutrientes e, desta maneira, é diretamente relacionado ao nível de consumo de alimento e peso vivo dos animais (KOZLOSKI et al., 2001). Reynolds et al. (1991) alimentaram novilhas com dietas peletizadas contendo 75% de alfafa ou 75% de concentrado, a iguais consumos de energia metabolizável, mas utilizando dois níveis de consumo de energia nas duas dietas. Eles observaram maiores fluxos de sangue pelo sistema portal e pelo fígado com o aumento do consumo e em dietas com 75 % de alfafa, provavelmente devido à diferenças no consumo de matéria seca e no trabalho de digestão e absorção dos componentes da energia metabolizável. De fato no presente experimento, embora em condições diferentes o FSP e FSV foram diretamente relacionados ao consumo de feno e de componentes digestíveis do feno.

O fluxo de sangue parece ser o principal determinante da variação do gasto de oxigênio pelos tecidos (HUNTINGTON e REYNOLDS, 1987). Embora não tenha alcançado significância estatística, o FSP tendeu ser maior para os animais consumindo o feno de 72 dias, assim como o gasto de oxigênio foi maior nestes animais. Da mesma forma tanto o fluxo de sangue quanto o gasto de oxigênio pelo sistema visceral total foram similares entre os tratamentos.

O conteúdo energético dos alimentos para ruminantes pode ser expresso em termos de energia digestível (ED), nutrientes digestíveis totais (NDT) energia metabolizável (EM) ou energia líquida (EL). A EL deduz do conteúdo de EM as perdas energéticas na forma de calor, geradas no processo de fermentação ruminal e metabolismo dos produtos absorvidos da fermentação/digestão. A utilização de oxigênio pelo sistema visceral representa a soma do metabolismo basal destes tecidos mais o associado aos processos decorrentes da ingestão do alimento.

Apesar do trato digestivo e o fígado terem uma pequena representação na massa total do organismo, estes possuem uma intensa atividade metabólica e, juntos consomem normalmente de 40 a 50% do oxigênio total utilizado pelo organismo (REYNOLDS et al., 1991). Deste modo, parte considerável da EM ingerida é gasta por estes tecidos. No presente experimento, a produção de calor pelo sistema portal representou 7,4 a 10,5% do consumo de EM do feno. A produção de calor pelo sistema visceral, por sua vez, representou 18,1% a 20,4 % do consumo de EM do feno.

O aumento do gasto de energia visceral devido ao aumento no consumo tem sido associado, em parte, ao aumento na massa destes órgãos relativo à massa total do organismo (BURRIN et al., 1990) e também ao aumento da atividade metabólica destes tecidos (REYNOLDS, 1995). No entanto neste estudo, não é possível diferenciar em que grau cada um destes fatores afetou o gasto de energia, nem tampouco identificar o tempo de resposta no gasto de oxigênio à mudanças em cada um destes fatores. Aparentemente, os tecidos portais parecem adaptar seu metabolismo às condições dietética média de vários dias, enquanto que o fígado responde à variações de curto prazo, como às decorrentes de uma refeição.

Existem outros fatores que podem influenciar o gasto de energia pelos tecidos como a qualidade dos volumosos (GOETSCH et al., 1997; PATIL et al. 1995) e pela idade de rebrota da forragem (Kozloski et al., 2003). Dietas mais fibrosas determinam maior produção de saliva e maior massa de digesta, o qual implica

maior gasto de energia devido a uma maior atividade metabólica das células epiteliais e à uma maior atividade contrátil das células musculares do trato digestivo (GOETSCH et al., 1997). Patil et al. (1995) forneceram diferentes proporções de feno de azevém e de bermuda para ovinos, *ad libitum*, e observaram que à medida que aumentava a proporção de bermuda na dieta, o consumo de matéria seca, de energia digestível e o consumo de oxigênio pelo sistema visceral diminuía linearmente. No entanto o consumo de oxigênio relativo ao consumo de energia digestível aumentava linearmente. Neste experimento, os teores de FDA e LDA aumentaram linearmente ( $r^2$  0.88 e  $r^2$  0.95, respectivamente) com a idade de rebrota do capim arroz. Desse modo, era esperado, um aumento no gasto de energia. É possível que a amplitude da variação da composição química dos fenos de 46 e 90 dias de rebrota, não foi o suficiente para afetar esta variável.

Embora os mecanismos determinantes destas diferenças no gasto de oxigênio pelo sistema visceral não estejam claramente estabelecidos, provavelmente estão associados a diferenças no trabalho de digestão, de contenção e de propulsão da digesta ao longo do trato gastrointestinal (HUNTINGTON, 1999). Desse modo, era esperado uma maior utilização de oxigênio com o aumento da taxa de passagem da digesta pelo retículo-rúmen, mas, no entanto não foi observada correlação entre essas variáveis, no presente trabalho.

## 6 CONCLUSÕES

O valor nutritivo do feno de capim arroz foi negativamente afetado pela idade de rebrota da planta. O consumo foi limitado pelo consumo de fibra em detergente neutro indigestível, mas não foi relacionado com a taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo dos animais.

Em torno de 9% e 19% do consumo de energia metabolizável foi liberado como calor pelos órgãos que compõem os sistemas portal e visceral, respectivamente, sendo diretamente relacionado com o consumo de feno e de nutrientes, mas não com a maturidade da planta.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, p. 17-25, 1989.

AKIN, D.E. Section to slide technique for study of forage anatomy and digestion. **Crop Science**, v.22, p.444-446, 1982.

AKIN, D.E.; BURDICK, D. Percentage of tissue types in tropical and temperate grass leaf blades and degradation of tissues by rumen microorganisms. **Crop Science**, v.15, p.661-668, 1975.

ALVES DE BRITO, C.J.F. et al. Anatomia quantitativa e degradação in vitro de tecidos em cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, p. 223-229, 1999.

ALWASH, A.H.; THOMAS, P.C. Effect of the physical form of the diet and the level of feeding on the digestion of dried grass by sheep. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 22, p. 611-615, 1971.

ARAÚJO, A. A. **Principais gramíneas do Rio Grande do Sul** . Porto Alegre: Sulina, p.255, 1971.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12 ed. Washington, D.C.,1995.

BAIRD, G. D.; SYMONDS, H. W.; ASH, R. Some observations on metabolite production and utilization in vivo by the gut and liver of adult dairy cows. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.85, p.281-296, 1975.

BERGMAN, E. N. Production and utilization of metabolites by the alimentary tract as measured in portal and hepatic blood. In: **Digestion and metabolism in the ruminant**.Australia: University of New England, p.292-305,1975.

BERGMAN, E. N.; KATZ, M. L.; KAUFMAN, C. F. Quantitative aspects of hepatic and portal glucose metabolism and turnover in sheep. **American Journal of Physiology**, Baltimore, v. 219, p.785-793, 1970.

BLAXTER, K. L. **Energy metabolism in animals and man**. Cambridge: Cambridge University Press, 336 p, 1989.

BRANCO, A. F. ; MOURO, G. F.; HARMON, D. L. Fontes de Proteína, Ingestão de Alimentos e Fluxo Esplâncnico de Nutrientes em Ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**,v. 33, n.2, p 444-452, 2004.



BURNS, J.C. et al. Changes in forages quality, ingestive mastication and digesta kinetics resulting from switchgrass maturity. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1368-1379, 1997.

BURRIN, D. G. et al. Level of nutrition and visceral organ size and metabolic activity in sheep. **British Journal of Nutrition**, London, v.64, p.439-448, 1990.

BUXTON, D. R.; FALES, S. L.. Plant environment and quality. In: Fahey Jr., G. C. (Ed.), Forage quality, evaluation, and utilization, ASA, CSSA, SSSA, Madison, p. 155-199, 1994.

BUXTON, D.R.; RUSSEL, J.R. Lignin constituents and cell wall digestibility of grass and legume stems. **Crop Science**, v.28, p. 553-558, 1988.

CAVALHEIRO, E.M. Novidades no Gênero Echinochloa (Graminae) para o Rio Grande do Sul. **Anuário Técnico do IPZFO**, Porto Alegre-RS, v.4, p. 309-315, 1977.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – An overview of the technical details. **International Feed Resources Unit Rowett Research Institute**, Bucksburn Aberdeen, UK, Occasional publication, 22p, 1995.

CHESSON, A. Mechanistic models of forage cell wall degradation.. In H.G. Jung *et al.* (eds.). **Forage cell wall structure and digestibility**. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, USA, p. 347-375,1993.

CHESSON, A.; STEWART, C.S.; WALLACE, R.J. Influence of plant phenolic acids on growth and cellulolytic activity of rumen bacteria. **Appl. Environ. Microbiol.**, V.44, p. 497-603, 1982.

CLARK, J. H.; KLUSMEYER, T. H.; CAMERON, M. R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 2304-2323, 1992.

COLUCCI, P. E.; CHASE, L. E. & VAN SOEST, P. J. Feed intake, apparent diet digestibility and rate of particulate passage in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 65, p. 1445–1456, 1982.

DESCHAMPS, F. C. Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**,v. 28, 1358-1369,1999.

DESCHAMPS, F.C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína de alguns alimentos utilizáveis na alimentação de ruminantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.6, p.898-908, 1994.

DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v.28, p.350-356, 1956.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. 15<sup>o</sup> ed. São Paulo, 293 p. 2000.

FERRI, M. G. **Botânica, morfologia interna das plantas**. 9<sup>o</sup>ed.-São Paulo:Nobel, 1999.

FORD, C.W.; MORRISON, I.M.; WILSON, J.R. Temperature effects on lignin, hemicellulose and cellulose in tropical and temperate grasses. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.30, p.621-633, 1979.

FREETLY, H. C. et al. Visceral oxygen consumption during chronic feed restriction and realimentation in sheep. **Journal of Animal Science**, v. 73, p.843-852, 1995.

GOETSCH, A. L. Splanchnic tissue energy use in ruminants that consume forage-based diets ad libitum. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, p.2737-2746, 1998.

GOETSCH, A. L.. et al. Net flux of nutrients across splanchnic tissues in wethers consuming grasses of different sources and physical forms ad libitum. **British Journal of Nutrition**, London, v.77, p.769-781, 1997.

GOETSCH, A. L.; FERREL, C. L. Effects of dietary maize level on net flux across splanchnic tissues of oxygen and nutrients in wethers consuming ad libitum different forages. **Journal Animal Science**, Penicuik, v.61, p.43-55, 1995.

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

HANNA, W.W.; MONSON, W.G.; BURTON, G.W. Histological examination of fresh forage leaves after in vitro digestion. **Crop Science**, v.13, p.98-102, 1973.

HATFIELD, R.D. Cell wall polysaccharides interaction and degradability. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D. et al. (Eds.) **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, p.285-313, 1993.

HUNTINGTON, G. B.; ARCHIBEQUE, S. L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: **Annual Meeting of American Society of Animal Science**. Proceedings....., p1-11, 1999.

HUNTINGTON, G. B. Energy metabolism in the digestive tract and liver of cattle: influence of physiological state and nutrition. **Reproduction and Nutrition Development**, Paris, v.30, p.35-47, 1990.

HUNTINGTON, G. B.; REYNOLDS, C. K.; STROUD, B. H. Techniques for measuring blood flow in splanchnic tissues of cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, p.1583-1595, 1989.

HUNTINGTON, G. B.; REYNOLDS, C. K. Oxygen consumption and metabolite flux of bovine portal-drained viscera and liver. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.117, p.1167-1173, 1987.

HUNTINGTON, G. B.; TYRREL, H. F. Oxygen consumption by portal-drained viscera of cattle: comparison of analytical methods and relationship to whole body oxygen consumption. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, p. 2727-2731, 1985.

HUNTINGTON, G. B. Portal blood flow and net absorption of ammonia-nitrogen, urea-nitrogen, and glucose in nonlactating holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, p. 1155-1162, 1982.

JOUVEN M.; CARRÈRE P.; BAUMONT R. Model predicting the dynamics of biomass, structure and digestibility of herbage in managed permanent pastures. 1. Model description. **Grass and Forage Science**, v.61, p. 112-124, 2006.

JUNG, H. G.; MERTENS, D. R.; PAYNE, A. J. Correlation of acid detergent lignin and Klason lignin with digestibility of forage dry matter and neutral detergent fiber. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 1622-1628, 1997.

JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, p. 2774-2790,1995.

JUNG, H. G., DEETZ, D. A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG et al. (Eds.) **Forage cell wall structure and degradability**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, p. 315-346,1993.

JUNG, H. G. Forage lignins and their effects on fiber digestibility. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, p. 33-38, 1989.

JUNG, H.G.; VOGEL, K.P. Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material. **Journal of Animal Science**, v.62, p.1703-1712, 1986.

KAMSTRA, L.D.; MOXON, A.L.; BENTLEY, O.G. The effect of stage of maturity and lignification on the digestion of cellulose in foage plants by rumen microorganisms in vitro. **Journal of Animal Science**, v.17, p.199-208, 1958.

KATZ, M. L.; BERGMAN, E. N. Simultaneous measurements of hepatic and portal venous blood flow in the sheep and dog. **American Journal of Physiology**, Baltimore, v.216, p.946-952, 1969a.

KETELAARS, J. J. M. H., TOLKAMP, B. J. Oxygen efficiency and the control of energy flow in animals and humans. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, p.3036-3051, 1996.

KOMAREK, A. R. A fiber bag procedure for improved efficiency of fiber analyses. **Journal of Dairy Science**, v.76, supl.(1), p.250, 1993.

KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B., CADORIN JUNIOR, R.L.; et al. Intake and digestion by lambs of dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott) hay or hay supplemented with urea and different levels of cracked corn grain. **Animal Feed Science Technology**, v.125, p.111-122, 2006.

KOZLOSKI, G. V.; PEROTTONI, J.; SANCHEZ, L. M. B. Influence of regrowth age on the nutritive value of dwarf elephant grass hay (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Mott) consumed by lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, p. 1-11, 2005.

KOZLOSKI, G.V. et al. Potential nutritional assessment of dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum. Mott) by chemical composition, digestion and net portal flux of oxygen in cattle. **Animal Feed Science Technology**, 104, 29-40, 2003.

KOZLOSKI, G. V.; ROCHA, J. B. T.; CIOCCA, M. L. S. Visceral metabolism and efficiency of energy use by ruminants. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, 2001.

KOZLOSKI, G. V.; ROCHA, J. B. T.; RIEGEL, R. E. Net portal flux of metabolites following a meal in calves fed a grain-rich diet supplemented with urea or meat meal. **Canadian Journal of Animal Science**, v.76, p.393-399, 1996.

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

LINDSAY, D. B. Metabolism of the portal-drained viscera. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford: C.A.B. International, p.267-290, 1993.

MAURÍCIO, R.M et al. A semi – automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science Technology**, v.79, p.321-330,1999.

McBRIDE, B. W.; KELLY, J. M. Energy cost of absorption and metabolism in the ruminant gastrointestinal tract and liver: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, p.2997-3010, 1990.

MCLEOD, K. R.; BALDWIN, R. L. Effects of diet forage:concentrate ratio and metabolizable energy intake on visceral organ growth and in vitro oxidative capacity of gut tissues in sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 760-770, 2000.

MERCHEN, N. R.; BOURQUIN, L. D. Processes of digestion and factors influencing digestion of forage-based diets by ruminants. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, pp. 564-612,1994.

MERCHEN, N.R. Digestión, absorción y excreción en los rumiantes. In: CHURCH, D.C. El rumiante: **Fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia, p.191-224,1988.

MERTENS, D. R. Kinetics of cell wall digestion and passage in ruminants. In: Jung, H. D., Buxton, D. R., Hatfield, R. D, Ralph, J. (Eds.) **Forage cell wall structure and degradability**, ASA, CSSA, SSSA, Madison, pp. 535-570, 1993.

MINSON, D.J. 1990. **Forages in ruminant nutrition**. New York: Academic Press, p. 483, 1990.

MULLIGAN, F.J. et al. The effect of dietary protein content and hay intake level on the true and apparent digestibility of hay. **Livest. Prod. Sci.** 68, 41–52, 2001.

MURPHY, M. R.; KENNEDY, P. M. Particle dynamics. In. Forbes, J. M., France, J. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**, C.A.B. International, Wallingford, pp.87-106,1993.

NASCIMENTO Jr. D. Comentários sobre métodos químicos para avaliação de forragens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.3, p.233-244, 1974.

NELSON, C. J.; MOSER, L. E. Plant factors affecting forage quality. In: Fahey Jr., G. C. (Ed.), **Forage quality, evaluation, and utilization**, ASA, CSSA, SSSA, Madison, pp. 115-154,1994.

NORTON, B.W. Differences in plant species in forage quality. In: **International symposium on nutritional limits to animal production from pasture**, Sta. Lucia. Proceedings... Farnham Royal:Commonwealth Agricultural Bureaux,p.89-110, 1982.

OKINE, E. K. & MATHISON, G. W. Effects of feed intake on particle distribution, passage of digesta and extent of digestion in the gastrointestinal tract of cattle. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 3435-3445, 1991.

ORSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal Animal Science**, v.63, p. 1624-1633,1986.

PACIULLO et al. Características anatômicas da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.890-899, 2002.

PALMER, D. W., PETERS JR., T. Automated determination of free amino groups in serum and plasma using 2,4,6 trinitro-benzene sulfonate. **Analytical Chemistry**, v.15, p. 891-901, 1969.

PATIL, A. R. et al. Net flux of nutrients across splanchnic tissues in sheep consuming ad libitum different proportions of bermudagrass and ryegrass-wheat hay. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, suppl.1, p.261, 1995.

PFITSCHER, E.M. ; BARRETO, I.L. As espécies do gênero Echinochloa (Graminae) ocorrentes no Rio Grande do Sul. **Anuário Técnico do IPZFO**, Porto Alegre-RS, v.3, p. 245-289, 1976.

PRESTON, T.R. Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines 2. **A practical manual for research workers**. S.1. Food and Agriculture Organization of the United States Nations, 154p, 1986.

QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, J.A.; MARIA, J. **Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras**. 2. Anatomia. *Revista Brasileira Zootecnia*, v.29, n.1, p.61-68, 2000.

RAISER, A. C.; KOZLOSKI, G. V.; POLYDORO, A. S. Cateterização das veias porta e ramo mesentérico para avaliar a absorção do trato gastrointestinal em bovinos jovens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, p. 695-702, 1996.

REEVES, J.B. Lignin and fiber composition changes in forages over a growing season and their effects on in vitro digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.70, p.1583-1594, 1987.

REID, R. L. Milestones in forage research (1969-1994). In: FAHEY JR, G. C. (Ed). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, pp. 1-58, 1994.

REYNOLDS, C. K. Quantitative aspects of liver metabolism in ruminants. In: ENGELHARDT, W.; LEONHARD-MAREK, S.; BREVES, G. et al. (Eds.) **Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction**. Germany: Ferdinand Enke Verlag, p. 351-371, 1995.

REYNOLDS, C. K.; TYRREL, H. F.; REYNOLDS, P. J. Effects of diet forage-to-concentrate ratio and intake on energy metabolism in growing beef heifers: Net nutrient metabolism by visceral tissues. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.121, p.1004-1015, 1991a.

ROBERTSON, J. B., VAN SOEST, P. J. The detergent system of analysis. In: James, W.P.T., Theander, O. (Eds.), **The analysis of Dietary Fiber in Food**. Marcel Dekker, NY, Chapter 9, pp.123-158, 1981.

ROE, W. E.; BERGMAN, E. N.; KON, K. Absorption of ketone bodies and **other metabolites via the portal blood of sheep**. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v.27, p.729-736, 1966.

ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, p. 828-868, 1994.

RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 3551-3561, 1992.  
SAS - **Statistical Analysis Systems** Institute, 2002. SAS user's guide: Statistics Version 2002. SAS, Cary, N. C.

SATTER, L.D., SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v. 32(2), p. 199-208, 1974.

SCHAMBYE, P. Experimental estimation of the portal vein blood flow in sheep. 2. Chronic experiments in cannulated sheep applying infusion and injection methods. **Nordic Veterinary-Medicine**, Copenhagen, v.7, p.1001-1016, 1955.

SEAL, C. J.; REYNOLDS, C. K. Nutritional implications of gastrointestinal and liver metabolism in ruminants. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v.6, p.185-208, 1993.

STERN, M. D. et al. Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 2762-2786, 1994.

SUN, W. et al. Forage and splanchnic tissue mass in growing lambs: effects of dietary forage levels and source on splanchnic tissue mass in growing lambs. **British Journal of Nutrition**, London, v.71, p.141-151, 1994.

SULLIVAN, J. T. Drying and storing herbage as hay. In: BUTLER, G. W. & BAILEY, R. W. **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic Press, p.1-31,1973.

TERRY, R.A.; TILLEY, J.M.A. The indigestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue, lucerne and sainfoin as measured by in vitro procedure. **Journal British Grassland Society**, v.19, p.362-372, 1964.

THIAGO, L.R.L.S.; GILL, M. Consumo voluntário de forragem por ruminantes: mecanismo físico ou fisiológico. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.19, p.47-78,1990.

UDÉN, P.; COLUCCI, P. E.; VAN SOEST, P. J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta: rate of passage studies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 31, p. 625-632, 1980.

VAREL, V.H.; JUNG, H.G. Influence of forage phenolics on ruminal fibrolytic bacteria and in vitro fiber degradation. **Applied Environmental Microbiology**, v.52, p.275-280, 1986.

VAN SOEST, P. J. Environment and forage quality. In: **Cornell Nutrition Conference For Food Manufacturers**, 58, 1996, Ithaca, NY. Proceedings... Ithaca: Cornell University, p.1-9, 1996.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**, 2th ed., Cornell University Press, New York,1994.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber , neutral detergent fiber, and nonstarch polysacharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal. Animal. Science**, v. 24, p.834, 1965.

VAREL, V.H.; JUNG, H.G. Influence of forage phenolics on ruminal fibrolytic bacteria and in vitro fiber degradation. **Applied Environmental Microbiology**, v.52, p.275-280, 1986.

WEATHERBURN, M.W. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. **Analytical Chemistry**,v. 39, p. 971-974, 1967.



WEBSTER, A. J. F.; OSUJI, P. O.; WHITE, F. et al. The influence of food intake on portal blood flow and heat production in the digestive tract of sheep. **British Journal of Nutrition**, London, v. 34, p. 125-139, 1975.

WEIMER, P.J. Microbial and molecular mechanisms of cell wall degradation - session synopsis. In: JUNG, H.G., BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D., RALPH, J. (Eds.) **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison, Wisconsin, USA: ASA/CSSA/SSSA. p.485-498, 1993.

WILKINS, R.J. The potential digestibility of cellulose in grasses and its relationship with chemical and anatomical parameters. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.78, p.457-464, 1972.

WILSON, J. R. Forage intake from tropical pastures: Chemical composition and anatomical traits. In: Gomide, J. A. (Ed.) **Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo**, UFV, Viçosa, pp. 173-208, 1997.

WILSON, J. R. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. **Journal of Agricultural Science** , v.122, p. 173-182, 1994.

WILSON, J. R. Organization of forage plant tissues. In: JUNG et al (Eds.) **Forage cell wall structure and degradability**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, p. 1-32, 1993.

WILSON, J.R. Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grass tiller. II. **Anatomy. Aust J Agric Res**, v.27, n.3, p.355-364, 1976b.

WILSON, J.R.; BROWN, R.H.; WINDHAM, W.R. Influence of leaf anatomy on the dry matter digestibility of C3, C4 and C3/ C4 intermediate types of *Panicum* species. **Crop Science**, v.23, p.141-146, 1983.

WILSON, J.R.; MERTENS, D.R. Cell wall accessibility and cell structure limitations to microbial digestion of forage. **Crop Science**, v.35, n.1, p.251-259, 1995.

## 8 APÊNDICES

### APÊNDICE A – Resultados da concentração de cromo nas fezes

ANIMAL	PERÍODO	TRATAMENTO	HORÁRIO (h)	Peso APS (g)	Abs (360nm)	Cr1 (g/g de APS)	Cr (g/g de MS)
5	1	90	T0	0,510	0,34	0,066	0,071
5	1	90	T12	0,510	1,74	0,340	0,368
5	1	90	T24	0,505	2,35	0,464	0,502
5	1	90	T30	0,508	3,09	0,607	0,657
5	1	90	T34	0,503	3,42	0,681	0,745
5	1	90	T38	0,504	4,31	0,855	0,926
5	1	90	T42	0,505	4,21	0,834	0,902
5	1	90	T48	0,503	3,84	0,763	0,837
5	1	90	T60	0,510	2,78	0,545	0,583
5	1	90	T72	0,508	2,86	0,564	0,615
5	1	90	T96	0,511	2,13	0,414	0,370
5	1	90	T44	.	.	.	.
5	2	32	T0	0,512	0,49	0,094	0,101
5	2	32	T12	0,516	2,81	0,545	0,569
5	2	32	T24	0,505	5,61	1,112	1,195
5	2	32	T30	0,520	5,19	0,998	1,066
5	2	32	T34	0,511	4,44	0,869	0,936
5	2	32	T38	0,507	2,85	0,562	0,605
5	2	32	T42	0,501	5,88	0,800	0,850
5	2	32	T48	0,512	2,46	0,413	0,447
5	2	32	T60	0,511	2,06	0,354	0,381
5	2	32	T72	0,510	0,92	0,106	0,113
5	2	32	T96	0,503	0,26	0,072	0,077
5	2	32	T120	0,513	0,60	0,128	0,137
5	2	32	T144	.	.	.	.
5	3	46	T0	0,516	1,08	0,210	0,225
5	3	46	T12	0,505	2,59	0,513	0,549
5	3	46	T24	0,511	3,72	0,729	0,778
5	3	46	T30	0,518	4,52	0,873	0,927
5	3	46	T34	0,505	4,17	0,826	0,883
5	3	46	T38	0,511	3,26	0,637	0,672
5	3	46	T42	0,512	4,06	0,793	0,844
5	3	46	T48	0,507	2,33	0,459	0,489
5	3	46	T60	0,506	2,21	0,436	0,466
5	3	46	T72	0,514	1,44	0,281	0,298
5	3	46	T96	0,503	1,31	0,259	0,279
5	3	46	T120	0,506	0,99	0,195	0,209
5	3	46	T144	0,513	0,16	0,032	0,034
5	4	72	T0	0,505	0,75	0,149	0,163
5	4	72	T12	0,504	1,96	0,389	0,422
5	4	72	T24	0,507	4,43	0,873	0,969
5	4	72	T30	0,505	5,26	1,042	1,142
5	4	72	T34	0,509	4,77	0,937	1,016
5	4	72	T38	0,502	5,38	1,072	1,161
5	4	72	T42	0,502	3,78	0,753	0,814
5	4	72	T48	0,502	3,76	0,749	0,815
5	4	72	T60	0,503	2,19	0,435	0,476

5	4	72	T72	0,508	1,87	0,368	0,404
5	4	72	T96	0,506	1,49	0,294	0,327
5	4	72	T120	0,508	1,43	0,282	0,309
5	4	72	T144	0,508	0,60	0,117	0,129
6	1	72	T0	0,504	0,63	0,125	0,141
6	1	72	T12	0,504	1,61	0,319	0,349
6	1	72	T24	0,509	4,58	0,901	0,987
6	1	72	T30	0,503	4,63	0,921	1,001
6	1	72	T34	0,510	5,11	1,002	1,097
6	1	72	T38	0,511	2,37	0,462	0,505
6	1	72	T42	0,513	4,16	0,811	0,887
6	1	72	T48	0,511	4,49	0,878	0,960
6	1	72	T60	0,506	3,51	0,695	0,764
6	1	72	T72	0,507	2,89	0,571	0,627
6	1	72	T96	0,511	2,11	0,412	0,457
6	1	72	T120	0,510	2,62	0,513	
6	1	72	T144	0,507	1,64	0,324	0,358
6	1	72	T0	0,510	0,35	0,068	0,073
6	2	90	T12	0,510	0,90	0,177	0,189
6	2	90	T24	0,503	3,75	0,745	0,779
6	2	90	T30	0,511	3,68	0,721	0,771
6	2	90	T34	0,510	4,59	0,899	0,961
6	2	90	T38	0,519	3,87	0,745	0,801
6	2	90	T42	0,517	5,29	1,019	1,090
6	2	90	T48	0,504	4,14	0,821	0,880
6	2	90	T60	0,509	3,88	0,763	0,816
6	2	90	T72	0,501	2,34	0,233	0,251
6	2	90	T96	0,515	2,02	0,393	0,420
6	2	90	T120	0,515	2,03	0,199	0,217
6	2	90	T144	0,509	0,79	0,155	0,166
6	3	32	T0	0,507	0,60	0,119	0,126
6	3	32	T12	0,508	1,48	0,291	0,308
6	3	32	T24	0,521	4,34	0,833	0,893
6	3	32	T30	0,506	4,37	0,862	0,921
6	3	32	T34	0,517	4,97	0,960	1,023
6	3	32	T38	0,506	4,79	0,946	1,024
6	3	32	T42	0,504	3,49	0,692	0,746
6	3	32	T48	0,508	3,81	0,749	0,802
6	3	32	T60	0,505	2,95	0,586	0,628
6	3	32	T72	0,514	1,98	0,386	0,413
6	3	32	T96	0,516	1,14	0,221	0,238
6	3	32	T120	0,506	0,58	0,057	0,061
6	3	32	T144	0,513	0,71	0,138	0,146
6	4	46	T0	0,506	0,81	0,160	90,225
6	4	46	T12	0,501	1,21	0,241	91,125
6	4	46	T24	0,502	4,15	0,826	90,950
6	4	46	T30	0,504	4,83	0,959	90,800
6	4	46	T34	0,503	5,58	1,108	90,175
6	4	46	T38	0,507	5,21	1,027	89,800
6	4	46	T42	0,503	4,40	0,875	90,250
6	4	46	T48	0,502	5,28	1,051	90,075
6	4	46	T60	0,504	3,27	0,648	90,625
6	4	46	T72	0,508	3,21	0,631	89,900
6	4	46	T96	0,505	4,39	0,870	90,050

6	4	46	T120	0,502	1,47	0,292	90,425
6	4	46	T144	0,505	0,51	0,102	45,325
7	1	46	T0	0,505	1,03	0,205	0,225
7	1	46	T12	0,502	2,00	0,398	0,446
7	1	46	T24	0,506	5,60	1,105	1,224
7	1	46	T30	0,505	3,23	0,641	0,705
7	1	46	T34	0,504	4,90	0,971	1,077
7	1	46	T38	0,506	4,86	0,959	1,058
7	1	46	T42	0,506	5,39	1,065	1,177
7	1	46	T48	0,505	4,54	0,900	0,990
7	1	46	T60	0,506	2,22	0,438	0,490
7	1	46	T72	0,508	2,11	0,415	0,464
7	1	46	T96	0,507	1,02	0,202	0,223
7	1	46	T120	0,505	1,11	0,219	0,244
7	1	46	T144	0,506	1,15	0,228	0,251
7	2	72	T0	0,513	0,20	0,039	0,042
7	2	72	T12	0,517	1,87	0,363	0,387
7	2	72	T24	0,511	5,95	1,164	1,242
7	2	72	T30	0,506	4,70	0,928	0,985
7	2	72	T34	0,511	5,28	1,032	1,097
7	2	72	T38	0,506	6,14	1,214	1,296
7	2	72	T42	0,503	4,99	0,991	1,057
7	2	72	T48	0,506	3,75	0,740	0,790
7	2	72	T60	0,518	3,15	0,609	0,648
7	2	72	T72	0,513	2,09	0,407	0,433
7	2	72	T96	0,514	1,26	0,245	0,262
7	2	72	T120	0,516	1,41	0,273	0,292
7	2	72	T144	0,508	0,23	0,045	0,049
7	3	90	T0	0,504	0,42	0,083	0,089
7	3	90	T12	0,506	2,18	0,432	0,456
7	3	90	T24	0,505	5,03	0,997	1,059
7	3	90	T30	0,506	4,78	0,945	1,013
7	3	90	T34	0,504	4,95	0,983	1,032
7	3	90	T38	0,503	3,97	0,789	0,839
7	3	90	T42	0,504	2,84	0,563	0,589
7	3	90	T48	0,503	3,77	0,750	0,801
7	3	90	T60	0,507	2,06	0,408	0,434
7	3	90	T72	0,505	1,71	0,339	0,359
7	3	90	T96	0,505	0,39	0,078	0,083
7	3	90	T120	0,506	0,65	0,129	0,137
7	3	90	T144	0,501	0,88	0,176	0,185
7	4	32	T0	0,505	0,53	0,104	0,115
7	4	32	T12	0,508	3,90	0,767	0,835
7	4	32	T24	0,502	6,70	1,334	1,458
7	4	32	T30	0,502	6,65	1,325	1,451
7	4	32	T34	0,508	5,04	0,993	1,087
7	4	32	T38	0,505	5,08	1,006	1,105
7	4	32	T42	0,503	5,32	1,058	1,162
7	4	32	T48	0,503	3,34	0,663	0,726
7	4	32	T60	0,507	1,78	0,351	0,386
7	4	32	T72	0,505	2,66	0,526	0,589
7	4	32	T96	0,509	1,26	0,248	0,272
7	4	32	T120	0,507	0,18	0,035	0,039
7	4	32	T144	0,505	0,14	0,028	0,031

8	1	32	T0	0,502	0,55	0,109	0,119
8	1	32	T12	0,506	0,76	0,150	0,163
8	1	32	T24	0,502	3,10	0,615	0,664
8	1	32	T30	0,507	2,97	0,586	0,635
8	1	32	T34	0,504	3,36	0,668	0,730
8	1	32	T38	0,508	3,23	0,635	0,689
8	1	32	T42	0,505	2,77	0,550	0,599
8	1	32	T48	0,502	3,75	0,747	0,813
8	1	32	T60	0,502	2,65	0,528	0,577
8	1	32	T72	0,502	4,26	0,848	0,923
8	1	32	T96	0,505	1,10	0,218	0,236
8	1	32	T120	0,504	0,74	0,147	0,160
8	1	32	T144	0,502	1,40	0,279	0,303
8	2	46	T0	0,515	0,18	0,034	0,037
8	2	46	T12	0,519	0,76	0,147	0,159
8	2	46	T24	0,504	1,86	0,369	0,396
8	2	46	T30	0,507	2,00	0,395	0,424
8	2	46	T34	0,504	3,11	0,618	0,659
8	2	46	T38	0,516	3,54	0,685	0,733
8	2	46	T42	0,505	2,65	0,525	0,565
8	2	46	T48	0,512	4,12	0,805	0,856
8	2	46	T60	0,513	2,40	0,468	0,502
8	2	46	T72	0,509	2,70	0,530	0,570
8	2	46	T96	0,511	2,25	0,440	0,474
8	2	46	T120	0,514	1,56	0,151	0,163
8	2	46	T144	0,508	0,67	0,131	0,143
8	3	72	T0	0,506	1,07	0,211	0,224
8	3	72	T12	0,504	2,46	0,490	0,522
8	3	72	T24	0,504	1,16	0,230	0,245
8	3	72	T30	0,504	3,72	0,738	0,792
8	3	72	T34	0,504	4,24	0,841	0,889
8	3	72	T38	0,508	5,89	1,158	1,242
8	3	72	T42	0,505	5,35	1,060	1,136
8	3	72	T48	0,505	6,21	1,230	1,311
8	3	72	T60	0,508	5,45	1,073	1,142
8	3	72	T72	0,502	3,64	0,725	0,769
8	3	72	T96	0,504	2,54	0,504	0,533
8	3	72	T120	0,502	2,36	0,471	0,503
8	3	72	T144	.	.	.	.
8	4	90	T0	0,507	0,51	0,100	0,111
8	4	90	T12	0,505	0,29	0,057	0,064
8	4	90	T24	0,505	1,89	0,373	0,404
8	4	90	T30	0,503	2,90	0,576	0,628
8	4	90	T34	0,504	4,46	0,884	0,970
8	4	90	T38	0,504	6,81	1,350	1,474
8	4	90	T42	0,502	6,32	1,259	1,398
8	4	90	T48	0,508	4,65	0,914	1,020
8	4	90	T60	0,506	5,14	1,016	1,137
8	4	90	T72	0,504	3,74	0,742	0,810
8	4	90	T96	0,502	3,28	0,654	0,714
8	4	90	T120	0,503	1,09	0,216	0,239
8	4	90	T144	0,502	1,20	0,238	0,268

<sup>1</sup>  $((0,071 \times \text{Abs}) \times 50000)/\text{APS}(\text{mg})$ , onde 0,071 = fator de cálculo obtido na curva padrão; Abs = absorvância; 50000 = diluições; APS = amostra parcialmente seca.

APÊNDICE B – Procedimento estatístico para estimar as variáveis da cinética de passagem com o programa estatístico SAS.

```

options formdlim='*' ls=80;
data a1; input t cromo;
title 'variáveis da cinética de passagem';
label t='tempo de coleta, horas' cromo='mg Cr/g MS de fz';
cards;
0      0.0711
12     0.3680
24     0.5020
30     0.6568
34     0.7448
38     0.9265
42     0.9021
48     0.8368
60     0.5830
72     0.6148
144    0.4477
;
proc nlin iter=100 convergence=0.01 best=10 plot method=marquardt;
parms a=1 to 10 by 0.1 tt=1 to 10 by 0.1 k1=0.01 to 0.06 by 0.005 k2= 0.01 to 0.20
by 0.005;
L=t-tt;
if L<0 then go to alpha;
E1=exp(-k1*L);
E2=exp(-k2*L);
model cromo=a*(E1-E2);
Der.a= E1-E2;
Der.k1=-L*a*E1;
Der.k2=L*a*E1;
Der.tt=a*(k1*E1-K2*E2);
go to beta;
alpha:
model cromo=0.0;
Der.a=0.0;
Der.k1=0.0;
Der.k2=0.0;
Der.tt=0.0;
beta:;
output out=cromo1 p=predito1 r=residuo1 parms=a tt k1 k2;
proc print; var t cromo predito1 residuo1;
proc plot data=cromo1;
plot cromo*t='o' predito1*t='e' /overlay vpos=25;
run;

```

APÊNDICE C – Estimativas das variáveis de cinética de passagem<sup>1</sup> da fase sólida pelo trato gastrointestinal em ovinos recebendo feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.

A <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>	T <sup>4</sup>	TRrr(h)	TRcc(h)	TPrr (%/h)	TPcc (%/h)	TRT
5	1	90	117,6	18,2	0,85	5,50	140,9
5	2	72	22,1	6,9	4,52	14,5	38,6
5	3	46	40,7	10,5	2,45	9,50	57,5
5	4	32	51,0	5,9	1,96	17,0	66,7
6	1	32	88,5	6,1	1,13	16,5	104,6
6	2	90	40,2	22,2	2,49	4,50	72,3
6	3	72	28,8	16,7	3,47	6,0	54,8
6	4	46	52,9	22,2	1,89	4,5	83,3
7	1	46	34,0	18,2	2,94	5,5	59,8
7	2	32	40,2	10,5	2,49	9,5	60,1
7	3	90	33,6	6,1	2,98	16,	49,5
7	4	72	22,5	9,1	4,45	11,0	40,4
8	1	72	48,3	13,3	2,07	7,5	71,4
8	2	46	39,5	33,3	2,53	3,0	83,2
8	3	32	51,0	28,6	19,6	3,5	84,7
8	4	90	28,6	28,6	3,50	3,5	77,3

<sup>1</sup> TRrr = tempo médio de retenção retículo-ruminal; TRcc = tempo médio de retenção ceco-cólica; TPrr = taxa de passagem retículo-ruminal; TPcc = taxa de passagem ceco-cólica; TRT=tempo de retenção total no trato gastrointestinal;

<sup>2</sup>Animal

APÊNDICE D – Peso vivo médio (Kg), consumo de matéria seca total (CMSt) tanto em gramas/dia como em proporção do peso vivo, consumo de matéria orgânica (CMOt) em g/dia, e em proporção do peso metabólico, por animal, tratamento, período, de ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.

AN	TRAT	PER	Pv médio(kg)	CMS(g/dia)	CMS(%PV)	CMO(g/dia)	CMO(g/kg0,75)
1	90	1	38	951	2,50	865	56,5
2	72	1	36	976	2,71	881	59,9
3	46	1	32	1009	3,15	911	67,7
4	32	1	38	983	2,59	893	58,4
5	90	1	32	807	2,52	733	54,5
6	72	1	31	826	2,67	744	56,7
7	46	1	27	886	3,28	801	67,6
8	32	1	37	988	2,67	901	60,1
1	32	2	38	1234	3,25	1121	73,2
2	90	2	36	872	2,42	787	53,6
3	72	2	32	1232	3,85	1113	82,7
4	46	2	38	1106	2,91	999	65,2
5	32	2	32	1001	3,13	908	67,5
6	90	2	31	593	1,91	534	40,6
7	72	2	27	857	3,17	771	65,1
8	46	2	37	855	2,31	776	51,7
1	46	3	38	1245	3,28	1126	73,6
2	32	3	36	1265	3,51	1145	77,9
3	90	3	32	1085	3,39	978	72,7
4	72	3	38	903	2,38	812	53,1
5	46	3	32	1062	3,32	957	71,1
6	32	3	31	1031	3,33	935	71,2
7	90	3	27	876	3,24	789	66,6
8	72	3	37	636	1,72	581	38,7
1	72	4	38	930	2,45	843	55,1
2	46	4	36	1080	3,00	977	66,5
3	32	4	32	1223	3,82	1107	82,2
4	90	4	38	701	1,84	632	41,3
5	72	4	32	908	2,84	820	60,9
6	46	4	31	919	2,96	828	63,0
7	32	4	27	981	3,64	892	75,3
8	90	4	37	533	1,44	496	33,1



APÊNDICE E – Consumo de nitrogênio (CN), consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF), consumo de energia bruta (CEB) em Kcal, consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) em gramas/dia, por animal, tratamento, período, de ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota

AN	TRAT	PER	CNt(g/dia)	CCNF	CEB(Kcal)	CFDN(g/dia)
1	90	1	10,6	122,2	3640,3	695,0
2	72	1	14,1	141,4	3891,8	688,2
3	46	1	13,5	133,8	3981,2	722,2
4	32	1	16,5	129,8	3965,9	697,4
5	90	1	9,0	107,5	3093,1	584,6
6	72	1	12,5	121,6	3294,2	577,4
7	46	1	12,0	112,8	3508,1	639,4
8	32	1	16,5	134,9	3987,9	699,5
1	32	2	20,9	160,5	4989,0	877,3
2	90	2	9,6	116,8	3321,7	627,1
3	72	2	17,8	177,5	4914,9	870,7
4	46	2	15,0	140,0	4383,0	798,3
5	32	2	16,8	133,0	4040,0	707,6
6	90	2	6,9	73,2	2274,4	429,2
7	72	2	12,7	120,3	3405,3	604,5
8	46	2	11,5	108,6	3382,8	620,8
1	46	3	16,9	157,8	4901,4	899,3
2	32	3	21,3	170,2	5085,3	889,5
3	90	3	12,0	140,6	4140,9	783,2
4	72	3	13,9	119,7	3596,7	641,9
5	46	3	14,4	136,2	4185,8	761,7
6	32	3	17,6	135,6	4156,7	728,5
7	90	3	9,8	110,8	3350,3	632,4
8	72	3	9,4	84,4	2532,1	462,8
1	72	4	14,1	135,9	3679,1	657,2
2	46	4	14,7	135,9	4265,1	781,2
3	32	4	20,4	164,1	4930,2	860,2
4	90	4	8,3	87,2	2678,6	507,3
5	72	4	14,0	124,6	3625,8	644,6
6	46	4	12,7	116,7	3629,1	660,2
7	32	4	16,5	127,9	3953,0	697,3
8	90	4	5,8	65,1	2044,3	404,7

APÊNDICE F – Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio (N), fibra em detergente neutro (FDN), nitrogênio insolúvel em detergente (NIDN), energia bruta (Kcal) nas fezes, nitrogênio urinário (NU) e nitrogênio microbiano (Nm) em gramas/dia por animal, tratamento, período, de ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.

AN	TRAT	PER	fMS(g)	fMO(g)	fN(g)	fFDN(g)	fNIDN(g)	f EB(Kcal)	NU (g)	Nm(g/dia)
1	90	1	473,4	391,0	9,0	233,7	1,9	2072,9	3,04	3,1
2	72	1	478,4	393,9	7,9	260,0	2,0	1998,7	4,48	7,1
3	46	1	571,2	485,9	9,7	311,5	1,3	2354,8	2,49	3,7
4	32	1	416,3	337,8	7,0	194,0	1,7	1678,3	4,39	6,7
5	90	1	404,2	349,9	5,4	242,7	1,7	1725,1	1,66	3,7
6	72	1	331,5	280,7	5,9	183,6	1,6	1419,9	3,62	4,1
7	46	1	412,3	341,2	6,9	214,2	2,1	1668,2	2,10	4,5
8	32	1	399,4	330,5	8,0	223,7	1,9	1701,9	3,66	4,1
1	32	2	492,8	416,8	6,7	278,3	1,7	2321,7	4,56	8,0
2	90	2	479,8	404,4	6,3	268,4	1,6	2141,2	1,71	5,2
3	72	2	607,0	506,5	9,6	337,9	2,5	2296,7	1,49	8,3
4	46	2	458,6	375,1	8,7	194,6	1,3	1964,5	2,22	5,4
5	32	2	478,8	395,6	9,4	245,0	2,3	2169,0	2,79	3,2
6	90	2	337,2	283,5	4,7	199,3	1,3	1425,4	2,51	2,4
7	72	2	392,9	328,1	6,4	211,6	1,5	1712,0	1,74	2,3
8	46	2	385,8	317,7	7,2	200,4	2,0	1688,3	2,02	3,1
1	46	3	520,2	433,7	9,1	293,0	2,9	2305,0	2,78	4,2
2	32	3	591,7	504,7	10,1	310,6	2,3	2445,1	3,60	3,8
3	90	3	582,2	491,2	8,7	272,4	1,4	2352,6	1,22	5,2
4	72	3	464,2	383,3	7,1	250,2	1,5	1880,3	3,43	4,3
5	46	3	478,9	405,4	8,2	261,5	2,1	1894,1	2,81	5,8
6	32	3	457,2	374,1	8,9	189,0	1,5	1908,9	3,34	5,2
7	90	3	453,0	379,8	5,8	257,7	1,7	1780,7	2,12	3,6
8	72	3	212,8	177,8	3,3	97,1	0,7	913,5	2,88	3,5
1	72	4	365,9	309,5	5,8	197,3	1,6	1540,4	3,34	4,9
2	46	4	508,5	431,7	6,8	290,6	1,7	2376,2	2,99	6,4
3	32	4	517,2	421,6	10,3	285,2	2,3	2405,5	3,53	6,4
4	90	4	364,1	300,0	5,5	201,3	1,4	1722,0	2,27	3,9
5	72	4	434,1	371,9	7,0	237,0	1,7	1838,2	2,21	4,1
6	46	4	440,1	372,7	7,8	223,4	1,9	1977,8	2,15	1,7
7	32	4	428,7	356,3	8,1	218,0	1,9	1824,8	3,36	7,1
8	90	4	301,2	256,3	4,2	171,8	1,1	1290,3	1,44	2,5

APÊNDICE G – Valores de pH e concentração ruminal (mg/dL) de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), açúcares, aminoácidos (AA) e peptídeos (PEPT) do fluído ruminal ao longo do tempo (TP) por animal, tratamento, período, em ovinos recebendo à vontade feno de capim arroz de diferentes idades de rebrota.

ANIMAL	PER	TP	pH	AÇUCARES	N-NH <sub>3</sub>	PEP	AA
5	1	0	6,9	35,79	1,71	14,58	6,27
5	1	1	6,9	34,46	2,20	12,51	7,95
5	1	2	6,7	33,01	1,51	14,12	8,15
5	1	3	6,7	27,17	1,37	13,77	12,76
5	1	4	6,5	29,16	1,21	14,21	5,44
5	1	6	7,0	25,85	2,10	9,27	7,74
5	1	8	6,9	25,92	1,62	11,75	6,27
6	1	0	6,8	18,56	6,79	13,67	9,62
6	1	1	6,9	27,84	6,50	14,04	10,66
6	1	2	7,0	21,87	6,30	11,02	10,25
6	1	3	6,8	23,86	4,99	8,99	7,21
6	1	4	7,1	19,88	4,09	6,27	6,69
6	1	6	7,1	25,01	4,34	10,10	7,11
6	1	8	7,1	16,20	4,57	7,69	6,48
7	1	0	7,0	36,45	4,93	13,24	10,46
7	1	1	6,9	31,15	4,25	14,17	9,72
7	1	2	6,6	29,16	4,52	10,69	10,98
7	1	3	7,0	31,15	4,25	11,76	5,85
7	1	4	6,9	32,48	3,42	14,24	10,66
7	1	6	6,8	28,51	2,92	7,52	8,68
7	1	8	6,6	27,86	1,51	13,98	6,27
8	1	0	6,9	25,19	8,28	6,95	10,66
8	1	1	6,6	36,45	10,36	12,98	15,37
8	1	2	6,6	31,15	10,01	13,13	14,01
8	1	3	6,7	23,98	8,28	7,26	13,80
8	1	4	6,8	31,81	6,46	13,74	10,56
8	1	6	6,7	40,03	6,79	11,83	10,25
8	1	8	6,8	40,18	5,38	13,06	9,62
5	2	0	7,2	41,09	5,24	9,28	16,44
5	2	1	7,1	25,92	5,42	4,85	15,20
5	2	2	6,9	45,07	4,07	7,60	14,27
5	2	3	7,3	37,59	4,23	10,61	15,71
5	2	4	6,8	38,44	1,78	9,93	14,58
5	2	6	6,9	40,18	2,27	9,83	9,20
5	2	8	6,5	38,44	2,63	11,94	10,13
6	2	0	7,1	29,16	6,84	7,16	11,47
6	2	1	7,1	21,38	6,73	5,53	11,68
6	2	2	6,9	19,44	6,07	4,72	11,89
6	2	3	6,8	22,03	4,32	2,90	11,68
6	2	4	6,8	18,79	3,19	8,34	8,27

6	2	5	6,5	28,50	1,51	12,03	6,00
6	2	8	6,9	25,27	2,86	6,55	6,62
7	2	0	6,7	35,13	5,33	8,91	9,72
7	2	1	7,0	31,10	5,94	8,78	11,06
7	2	2	6,9	53,19	4,97	4,63	11,16
7	2	3	6,9	37,59	4,54	9,67	12,41
7	2	4	7,1	33,14	4,49	9,52	9,92
7	2	6	6,7	31,10	3,94	7,94	7,65
7	2	8	6,9	59,62	4,95	22,57	8,48
8	2	0	7,1	35,13	5,40	17,83	10,85
8	2	1	7,2	37,78	8,21	15,93	15,51
8	2	2	7,2	42,42	7,20	19,28	15,30
8	2	3	7,1	55,01	5,78	14,58	17,06
8	2	4	7,3	35,13	6,97	13,70	18,92
8	2	6	7,3	33,70	4,84	15,42	14,06
8	2	8	7,1	42,42	4,48	15,38	12,72
5	3	0	6,5	31,18	0,34	21,35	7,34
5	3	1	6,8	34,85	1,22	13,64	14,27
5	3	2	7,2	37,59	0,19	16,53	13,34
5	3	3	7,0	36,68	0,15	15,15	13,54
5	3	4	6,9	37,59	0,15	16,99	10,13
5	3	6	6,9	33,70	0,64	15,56	11,16
5	3	8	7,2	40,96	1,01	15,76	11,16
6	3	0	7,0	23,33	6,83	13,37	13,75
6	3	1	6,9	29,35	8,07	11,69	17,78
6	3	2	7,0	23,33	7,68	12,17	18,09
6	3	3	6,9	23,33	6,61	11,18	18,30
6	3	4	7,1	28,51	3,81	11,45	12,72
6	3	6	6,7	23,33	2,12	16,97	10,54
6	3	8	6,7	23,33	4,36	14,60	12,72
7	3	0	6,7	20,74	4,30	15,82	11,89
7	3	1	7,0	26,90	5,31	10,52	13,65
7	3	2	7,0	16,51	5,46	8,78	13,23
7	3	3	7,4	22,62	5,71	7,64	14,37
7	3	4	6,9	20,79	5,61	11,24	15,09
7	3	6	7,1	22,01	5,03	10,31	12,09
7	3	8	7,0	22,01	4,34	9,77	11,06
8	3	0	6,9	22,62	8,00	7,60	15,20
8	3	1	6,7	24,46	8,71	7,21	17,16
8	3	2	6,6	22,01	7,21	8,73	16,23
8	3	3	6,9	22,62	4,94	9,02	14,16
8	3	4	6,8	21,40	4,64	9,30	12,51
8	3	6	7,0	24,46	4,96	11,95	12,61
8	3	8	7,1	26,90	5,05	10,10	12,30
5	4	0	6,8	29,96	6,55	12,90	13,63
5	4	1	7,1	29,96	7,00	11,15	15,97
5	4	2	7,0	25,07	5,95	13,85	14,44
5	4	3	6,8	31,18	4,39	7,91	15,87
5	4	4	6,9	30,57	3,64	7,40	13,42
5	4	6	6,9	29,35	3,21	10,86	10,17

5	4	8	6,9	29,35	3,64	12,06	10,68
6	4	0	7,2	23,84	2,85	9,86	10,58
6	4	1	7,3	26,29	6,33	7,98	13,83
6	4	2	7,2	29,35	6,87	9,46	16,48
6	4	3	7,3	24,46	5,99	8,83	14,95
6	4	4	7,2	23,84	2,59	11,25	12,92
6	4	6	7,2	29,35	3,51	9,45	11,19
6	4	8	7,1	28,49	2,12	17,46	9,46
7	4	0	6,9	23,84	6,61	12,57	12,92
7	4	1	6,8	25,07	7,49	12,29	16,48
7	4	2	6,8	25,68	8,04	12,21	16,68
7	4	3	7,0	28,12	6,33	11,43	16,48
7	4	4	6,9	27,39	6,91	13,18	13,93
7	4	6	7,0	29,10	5,39	10,51	11,70
7	4	8	6,9	31,79	6,55	12,66	12,10
8	4	0	6,9	20,18	4,47	9,67	10,37
8	4	1	7,1	23,84	6,14	5,83	14,44
8	4	2	7,0	22,01	5,37	9,91	11,90
8	4	3	7,0	24,46	5,73	7,22	13,22
8	4	4	6,8	25,68	3,87	7,69	10,78
8	4	6	7,2	34,85	4,45	8,46	11,39
8	4	8	6,7	21,77	4,49	11,65	9,97

APÊNDICE H – Resultados de variáveis<sup>1</sup> do metabolismo portal<sup>2</sup> (Experimento 2-ensaio1)

Animal <sup>3</sup>	Período <sup>4</sup>	Tratamento <sup>5</sup>	FPP (l/h)	FSP (L/h)	FPOX (ml/h)	PCP (kcal/h)
1	1	90	36,8	47,0	387,5	1,9
1	2	72	46,4	59,5	436,9	2,1
1	3	46	41,2	52,2	435,1	2,1
2	1	46	56,5	70,4	1260,7	6,1
2	2	90	72,2	93,7	992,1	4,8
2	3	72	72,2	79,4	1348,0	6,5
3	1	72	67,9	85,2	1331,0	6,5
3	2	46	69,5	88,1	1252,8	6,1
3	3	90	63,4	80,5	939,1	4,5

<sup>1</sup> FSP = fluxo de sangue portal; FPOx = fluxo portal de oxigênio; PCP = produção de calor pelo sistema portal;

<sup>2</sup> Os valores correspondem a média das oito horas de amostragem.

<sup>3</sup> Animal.

<sup>4</sup> Período.

<sup>5</sup> Tratamento.

APÊNDICE I – Resultados de variáveis<sup>1</sup> do metabolismo visceral<sup>2</sup> (Experimento 2-ensaio 2)

<b>Animal<sup>3</sup></b>	<b>Período<sup>4</sup></b>	<b>Tratamento<sup>5</sup></b>	<b>FPV (l/h)</b>	<b>FSV (L/h)</b>	<b>FVOX (ml/h)</b>	<b>PCV (kcal/h)</b>
1	1	90	35,5	45,0	582,2	2,9
1	2	72	61,0	78,3	929,2	4,5
1	3	46	52,0	66,1	908,1	4,4
2	1	46	70,9	87,4	2192,6	10,7
2	2	90	79,9	103,6	1683,6	8,2
2	3	72	91,5	114,3	2086,7	10,2
3	1	72	63,7	82,6	1873,2	9,2
3	2	46	113,5	143,8	2845,0	13,9

<sup>1</sup> FSV = fluxo de sangue visceral; FVOx = fluxo visceral de oxigênio; PCV = produção de calor pelo sistema visceral;

<sup>2</sup> Os valores correspondem a média das oito horas de amostragem.

<sup>3</sup>Animal.

<sup>4</sup> Período.

<sup>5</sup>Tratamento.

## 9 ANEXO

### Anexo A – Preparação da fibra cromo mordente (FCM)

- Pesar aproximadamente 500 g de feno.
- Triturar em moinho tipo Willey sem peneira.
- Ferver durante 3 horas em 10 litros de uma solução detergente neutra comercial (concentração de 3%).
- Colocar a mistura em um saco de nylon e lavar com água corrente até a água sair transparente e límpida.
- Colocar em estufa de ar forçado a aproximadamente 55°C até peso constante.
- Colocar a fibra seca em um recipiente plástico e adicionar 3 litros de uma solução de dicromato ( 112g de  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  em 4 litros de água).
- Cobrir com papel alumínio e colocar em estufa a 100°C durante 24 horas.
- Colocar a mistura em um saco de nylon e lavar com água corrente até a água sair transparente e límpida.
- Colocar a fibra em um recipiente plástico e cobrir com 1,5 litros de uma solução de ácido ascórbico durante 1 hora (250 g de ácido ascórbico p. a. em 1 litro de água).
- Colocar a mistura em um saco de nylon e lavar com água corrente até a água sair transparente e límpida.
- Colocar em estufa de ar forçado a aproximadamente 55°C até peso constante.



## ANEXO B – Determinação de cromo nas amostras de fcm e fezes

### 1 - Procedimentos

- Pesar aproximadamente 500 mg de amostra parcialmente seca (APS) e colocar em um becker.
- Levar a amostra a mulha a 550°C, se o resíduo deve ficar relativamente esbranquiçado.
- Adicionar 5ml da solução solubilizadora de cromo.
- Aquecer a 200°C, no bloco digestor e com sistema de exaustão, até a solução ficar amarelo-alaranjada.
- Deixar esfriar e lavar o tubo com água destilada transferindo a solução para um balão de 50ml.
- Completar o volume do balão e transferir a solução para um frasco com tampa.
- Lêr a absorbância a 360 nm utilizando água destilada como branco.

### 2 - Solução solubilizadora de cromo

- Pesar 10g de molibdato de sódio e colocar num bécker.
- Dissolver em 150 ml de água.
- Colocar o bécker em um recipiente com água gelada e adicionar lentamente 150ml de ácido sulfúrico p. a.
- Deixar esfriar e adicionar 200ml de ácido perclórico a 70%.
- Deixar o becker na água gelada até esfriar.

### 3 - Preparação da solução padrão-mãe

- Pesar 100mg de dicromato p. a.
- Proceder a digestão e diluição como para as amostras.

### 4 - Curva padrão

Diluir a solução padrão mãe (2mg de dicromato/ml ou 0,698mg de cromo/ml) 20 vezes e, a partir desta solução diluída preparar tubos contendo de 0,003 a 0,03mg de Cr/ml. A diluição destas soluções deve ser feita com uma solução de ácido sulfúrico a 3% (v/v).