



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

MAURÍCIUS PEGORARO

**AVALIAÇÃO DO VALOR NUTRICIONAL E CINÉTICA DE  
DEGRADAÇÃO RUMINAL *IN VITRO* DE VOLUMOSOS E  
CONCETRADOS UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO DE  
OVINOS E BOVINOS**

---

Londrina  
2013

MAURÍCIUS PEGORARO

**AVALIAÇÃO DO VALOR NUTRICIONAL E CINÉTICA DE  
DEGRADAÇÃO RUMINAL *IN VITRO* DE VOLUMOSOS E  
CONCETRADOS UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO DE  
OVINOS E BOVINOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (Área de concentração: Produção Animal) da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Leandro das Dores Ferreira da  
Silva

Londrina  
2013

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

P376a Pegoraro, Maurícus.

Avaliação do valor nutricional e cinética de degradação ruminal *in vitro* de volumosos e concentrados utilizados na alimentação de ovinos e bovinos / Maurícus Pegoraro. – Londrina, 2013.  
85 f.: il.

Orientador: Leandro das Dores Ferreira da Silva.  
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2013.  
Inclui bibliografia.

1. Ovino – Alimentação e rações – Teses. 2. Bovino – Alimentação e rações – Teses. 3. Ovino – Suco ruminal – Teses. 4. Bovino – Suco ruminal – Teses. 5. Feno como ração – Teses. I. Silva, Leandro das Dores Ferreira da. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 636.085:636.2/3

MAURÍCIUS PEGORARO

**AVALIAÇÃO DO VALOR NUTRICIONAL E CINÉTICA DE  
DEGRADAÇÃO RUMINAL *IN VITRO* DE VOLUMOSOS E  
CONCETRADOS UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO  
DE OVINOS E BOVINOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (Área de concentração: Produção Animal) da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Orientador Dr. Leandro das Dores Ferreira da  
Silva  
UEL – Londrina – PR

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula de Souza Fortaleza  
UEL – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Marco Aurélio Alves de Freitas Barbosa  
UEL – Londrina – PR

Londrina, 14 de junho de 2013.

Aos meus pais Valdacir Antonio Pegoraro e Maria Elena Baratto Pegoraro, que mesmo a distância me apoiaram em todos os momentos nesta caminhada, para mais um passo importante na minha vida.

A minha esposa Leila Garcia de Oliveira Pegoraro que em todos os momentos difíceis me ajudou e me apoiou.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a todos amigos e companheiros que me ajudaram neste processo, a tia Tânia e ao Fernando Massaro pela ajuda no LANA onde passei a maior parte do meu tempo nestes dois últimos anos. A amiga Ana Paula de Souza Fortaleza por ter me aguentado tirando dúvidas e ajudando com o que precisei.

Aos meus amigos, a Angelita, Francisco, Ricardo, Leo, Mayara, Eduardo, Eliza, Tiago e todos os quais não foram citados que me ajudaram muito quando precisei, com as conversas, opiniões, sugestões, conselhos além das brincadeiras que sempre nos ajudam a relaxar.

Agradeço ao meu orientador Leandro das Dores Ferreira da Silva, pela orientação e ajuda quando preciso, para a conclusão deste mestrado.

Agradeço a todos os professores do Departamento de Zootecnia e do Programa de Pós-Graduação que em diversos momentos contribuíram para a execução deste trabalho.

E agradeço a DEUS por tudo a qual sou privilegiado, por poder fazer minhas escolhas e ter tido a oportunidade de hoje estar terminando meu mestrado.

Muito obrigado!!!

O mundo é um lugar perigoso de se viver, não por causa daqueles que fazem o mal, mas sim por causa daqueles que observam e deixam o mal acontecer."

Albert Einstein

PEGORARO, Maurícus. **Avaliação do valor nutricional e cinética de degradação ruminal *in vitro* de volumosos e concentrados utilizados na alimentação de ovinos e bovinos.** 2013. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

## RESUMO

Foram realizados três estudos com objetivos de fracionar os carboidratos e as proteínas, e determinar cinética da degradação *in vitro* por produção de gases em líquido ruminal de ovinos e bovinos de alguns alimentos. Foi determinada a composição bromatológica e os fracionamentos de carboidratos (A+B1, B2 e C) e de proteínas (A, B1+B2, B3 e C). A degradabilidade *in vitro* foi realizada com líquido ruminal de ovinos e de bovinos. Foram utilizados três ovinos e três bovinos. Os alimentos foram incubados e as leituras da produção de gases foram realizadas nos tempos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 84, 96 e 144 após a incubação. Para a avaliação do fracionamento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A Produção de gases foi analisada utilizando um esquema fatorial 4X2 sendo quatro alimentos e duas espécies animais, as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação da cinética de fermentação ruminal foi utilizado o modelo matemático de Gompertz. No primeiro experimento os alimentos analisados foram feno de aveia (*Avena strigosa*), feno de azevém (*Lolium multiflorum*), feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) e feno de coast-cross (*Cynodon dactylon*). Os alimentos que apresentaram maiores quantidades de PB foram os fenos de aveia e coast-cross e o alimento que apresentou a menor quantidade de fibra em detergente neutro (FDN) foi o feno de azevém. Nos carboidratos totais e na fração B2 o feno de braquiária apresentou maior quantidade, enquanto o feno de coast-cross teve maior quantidade na fração C, seguido pelo feno de braquiária nesta fração. Houve maior quantidade de proteínas na fração A para o feno de aveia e o feno de coast-cross, e maior quantidade de fração B para o feno de coast-cross. Na degradação *in vitro* por produção de gases (mL/gr MS) o feno de azevém apresentou a maior quantidade de gases produzidos, seguido pelo feno de aveia, em relação a espécie o único alimento que não apresentou diferença foi o feno de azevém, todos os outros fenos tiveram maior quantidade de gases produzido para o líquido ruminal de bovinos. A maior velocidade de degradação (%/hora) foi observado para o feno de coast-cross, tanto em líquido ruminal de ovinos e bovinos. O feno de aveia apresentou maior velocidade na produção de gases (mL/h) em líquido ruminal de bovinos seguido pelos fenos de azevém e coast-cross não apresentaram diferença entre eles, e menor quantidade observada para o feno de braquiária. No líquido ruminal de ovinos a diferença foi maior para o feno de azevém não havendo diferença para o feno de coast-cross. Na composição bromatológica o feno de braquiária apresentou baixa quantidade de nutrientes. O feno de azevém apresentou menor quantidade de nutrientes indigestíveis, e apresentou as maiores quantidades de gases produzidos (mL/gr). Na produção de gases observou-se maior quantidade de gases produzido (mL/gr) em quase todos os fenos em líquido ruminal de bovinos quando comparados com os ovinos. No segundo experimento avaliou-se os alimentos denominados de concentrados energéticos, foram estudados aveia branca (avena sativa), gérmen de milho, trigoilho e farelo de trigo. O farelo de trigo apresentou maiores quantidades de PB, FDA e LDA entre os alimentos. O gérmen de milho teve a maior quantidade CHT. A fração A na PB do farelo de trigo e do trigoilho foram superiores aos demais alimentos, enquanto na fração B1+B2 a aveia branca foi superior aos outros alimentos. Na cinética de degradação *in vitro* as quantidades de gases produzidos por grama no líquido ruminal de bovinos foram superiores para o gérmen de milho semelhantes a aveia branca e o trigoilho. Em líquido ruminal de ovinos a produção de



gases foi superior com o gérmen de milho. O farelo de trigo entre os alimentos analisados apresentou a menor quantidade de gases produzido (mL/gr) e as menores taxas de degradação (%/h) entre os alimentos tanto em líquido ruminal de bovinos como de ovinos. Entre os alimentos analisados pode-se destacar as quantidades de PB do farelo de trigo e do trigoilho, e a grande quantidade de CHT presentes no gérmen de milho, além da grande quantidade de gases produzido pelo gérmen de milho tanto em líquido ruminal de ovinos como de bovinos. No terceiro estudo foram analisados alimentos concentrados proteicos, compostos por farelo de soja (*Glycine max*), farelo de algodão com casca (*Gossypium herbaceum*), grão seco destilado de milho (DDG), torta de girassol (*Helianthus annuus*) e torta de crambe (*Crambe abyssinica*). O farelo de soja apresentou maior quantidade de PB entre os alimentos. As tortas apresentaram maiores quantidades de EE. Nos CHT o DDG apresentou a maior quantidade em relação aos outros alimentos. A torta de crambe apresentou maior quantidade fração A dos carboidratos. Na cinética de degradação o farelo de soja e o DDG foram os alimentos que produziram as maiores quantidades de gases (mL/g). Entre os alimentos avaliados o farelo de soja apresentou-se como uma das principais alternativas para alimentação de animais ruminantes. O líquido ruminal de bovinos apresentou maior produção de gases quando comparado com os ovinos.

**Palavras chave:** Líquido ruminal. Carboidratos. Proteínas. Nutrientes.

PEGORARO, Maurícus. **Evaluation of the nutritional value and ruminal degradation kinetics *in vitro* forage and concentrates fed to sheep and cattle.** 2013. 85p. Dissertation (Master's Degree of Animal Science) – State University of Londrina, Londrina, 2013.

## ABSTRACT

Three experiments were conducted in order to fractionate proteins and carbohydrates and conduct of *in vitro* degradation, gas method, in rumen fluid of sheep and cattle for some foods for animal feed. The chemical composition was determined, and the fractionation of carbohydrates (A + B1, B2 and C) and protein (A, B1 + B2, B3, and C). The degradability was evaluated *in vitro* with rumen fluid from sheep and cattle. We used three sheep and three cows. The feeds were incubated and gas production readings were performed on days 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 84, 96 and 144 after incubation. For the evaluation of fractionation was used completely randomized design means compared by Tukey test at 5% probability. Production of gas was analyzed using a 4X2 factorial design with four food and two animal species, the means were compared by Tukey test at 5% probability. To evaluate the kinetics of ruminal fermentation was used the mathematical model of Gompertz. Was used to evaluate the kinetics of ruminal fermentation. In the first experiment were analyzed hay oat (*Avenastrigosa*), ryegrass hay (*Loliummultiflorum*), braquiária hay (*Brachiariadecumbens*) and coast-cross hay (*Cynodondactylon*). Among the foods studied, those who had higher amounts of CP ( $P < 0.05$ ) were the oats and coast-cross hay, and ryegrass hay had lower amount of neutral detergent fiber (NDF). The braquiária hay had higher amounts and total carbohydrate and fraction B<sub>2</sub>, as the coast-cross hay had greater amount in the fraction C, followed by braquiária hay in this fraction. There was significance in protein fractionation in the fraction A for oat and coast-cross hay, and fraction B to cross the coast cross. *In vitro* degradation by gas production (mL / g) obtained the parameter *a* significance for ryegrass hay, followed by oat hay, in relation to the species the only food that was not different rye grass hay, all other hay had a higher amount of gas produced for the rumen fluid in cattle. In parameter *b* the fastest speed of degradation (%/h) was for coast-cross hay both in ruminal fluid of sheep and cattle. The parameter *c* in rumen fluid, oat hay had higher speeds in gas production (mL / h), ryegrass and cross-coast showed no difference between them, and less observed for braquiária hay. In sheep the only difference was greater ryegrass hay and oats showed no difference between them, and were higher than the hay coast-cross, which appeared larger than the braquiária hay. In the chemical composition braquiária hay had low amount of nutrients. The hay ryegrass showed a lower amount of indigestible nutrients, and showed the greatest amount of gas produced (ml / gram). In gas production showed higher amount of gas produced (ml / g) ( $P < 0.05$ ) in almost all hay liquid in the rumen as compared to sheep. The second experiment evaluated whether foods called energy concentrate were studied oat (*Avena sativa*), corn germ, wheat and wheat bran. Wheat bran had higher amounts of CP, ADF and ADL among foods. The corn germ had the highest amount of TCHO. The CP fraction in wheat bran and wheat middling were higher than other foods, while in fraction B1 + B2 to oat was higher than other foods. In digesting the amounts of gas produced per gram in rumen fluid were higher for corn germ similar to oat and wheat middling. In ruminal fluid of sheep production was higher with corn germ. Wheat bran between food analyzed had lower amount of gas produced (ml / g) and the lowest degradation rate (% / h) in both liquid foods rumen of cattle and sheep. Among the foods analyzed stands quantities of CP wheat bran and wheat middling, and large amount of TCHO present in corn germ, besides the large amount of gas produced from corn germ in both ruminal fluid of sheep and cattle. In the third article of food protein concentrates were analyzed, consisting of soybean meal, cottonseed meal 28%,

distilled dry grain corn (DDG), sunflower cake (*Helianthus annuus*) and crambe cake (*Crambe abyssinica*). There was significance in relation to crude protein for soybean meal compared to other foods and greater concentration of lipids in cakes and significant to the DDG CHT toward others food. There was significance in fração A, being higher in pie crambe, degradation soybean meal and DDG had the highest amounts of gas produced (mL / g). Among the foods evaluated the soy meal is presented as one of the main alternatives for feeding ruminant animals. The rumen fluid showed higher gas production when compared with the sheep.

**Key words:** Ruminal fluid. Carbohydrates. Proteins. Nutrients.

## LISTA DE FIGURAS

### 4.1 – Avaliação Nutricional e Cinética de Degradação *In Vitro* de Alguns Fenos Utilizados na Alimentação de Ovinos E Bovinos

- Figura 1** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do feno de aveia ..... 42
- Figura 2** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do feno de azevém ..... 42
- Figura 3** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do feno de braquiária ..... 43
- Figura 4** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do feno de coast-cross..... 43

### 4.2 – Avaliação Nutricional e Cinética de Degradação *In Vitro* de Alguns Concentrados Energéticos Utilizados na Alimentação de Ovinos e Bovinos

- Figura 1** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta da aveia branca ..... 58
- Figura 2** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do farelo de trigo..... 58
- Figura 3** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do gérmen de milho ..... 59
- Figura 4** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do triguilho ..... 59

### 4.3 – Avaliação Nutricional e Cinética de Degradação *In Vitro* de Alguns Concentrados Proteicos Utilizados na Alimentação de Ovinos e Bovinos

- Figura 1** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do farelo de soja..... 75
- Figura 2** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do farelo de algodão com casca..... 75
- Figura 3** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta da torta de girassol..... 76
- Figura 4** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta da torta de crambe ..... 76
- Figura 5** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do DDG..... 76

## LISTA DE TABELAS

### 4.1 – Avaliação Nutricional e Cinética de Degradação *In Vitro* de Alguns Fenos Utilizados na Alimentação de Ovinos E Bovinos

- Tabela 1** – Composição bromatológica dos fenos de aveia, azevém, braquiária e coast-cross (%MS)..... 36
- Tabela 2** – Teores percentuais médios de carboidratos totais (CHT) carboidratos não fibrosos (A+B1), componentes disponíveis correspondente à fração potencialmente degradável (B2) e fração indigestível da parede celular (C) dos fenos de aveia, azevém, braquiária e coast-cross..... 38
- Tabela 3** – Fracionamento da proteína bruta dos fenos de aveia, azevém, braquiária e coast-cross em quantidade PB total base MS e porcentagem da PB total em cada fração ..... 39
- Tabela 4** – Valores para os parâmetros da cinética de degradação *in vitro* para os fenos de aveia, azevém, braquiária e coast-cross, em líquido ruminal de bovinos e ovinos ..... 40

### 4.2 – Avaliação Nutricional e Cinética de Degradação *In Vitro* de Alguns Concentrados Energéticos Utilizados na Alimentação de Ovinos e Bovinos

- Tabela 1** – Composição bromatológica da aveia branca, farelo de trigo, gérmen de milho e trigoilho (%MS)..... 52
- Tabela 2** – Teores percentuais médios de carboidratos totais (CHT) carboidratos não fibrosos (A+B1), componentes disponíveis correspondente à fração potencialmente degradável (B2) e fração indigestível da parede celular (C) da Aveia branca, farelo de trigo, gérmen de milho e trigoilho..... 54
- Tabela 3** – Fracionamento da proteína bruta da aveia branca, farelo de trigo, gérmen de milho e trigoilho em quantidade da PB total relação a MS e porcentagem da PB Total em cada fração nitrogenada ..... 55
- Tabela 4** – Valores para cinética de degradação *in vitro* na produção de gases para aveia branca, farelo de trigo, gérmen de milho e trigoilho em líquido ruminal de bovinos e ovinos, divididos em parâmetros a, b e c..... 57

### 4.3 – Avaliação Nutricional e Cinética de Degradação *In Vitro* de Alguns Concentrados Proteicos Utilizados na Alimentação de Ovinos e Bovinos

- Tabela 1** – Composição bromatológica do farelo de soja, torta girassol, torta crambe, farelo algodão com casca e DDG (MS%)..... 68

<b>Tabela 2</b> – Teores percentuais médios de carboidratos totais (CHT) carboidratos não fibrosos (A+B1), componentes disponíveis correspondente à fração potencialmente degradável (B2) e fração indigestível da parede celular (C) do farelo de soja, torta de girassol, torta de crambe, farelo de algodão e DDG.....	69
<b>Tabela 3</b> – Fracionamento da proteína bruta do farelo de soja, torta de girassol, torta de crambe, farelo de algodão e DDG em quantidade da PB total relação a MS e porcentagem da PB Total em cada fração nitrogenada.....	71
<b>Tabela 4</b> – Valores para cinética de degradação <i>in vitro</i> na produção de gases para farelo de soja, farelo de algodão com casca, torta de girassol, torta de crambe e DDG em líquido ruminal de bovinos e ovinos, divididos em parâmetros a, b e c .....	73

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
2.1	ALIMENTOS E FRACIONAMENTO .....	17
2.2	CLASSIFICAÇÃO DOS ALIMENTOS .....	20
2.2.1	Volúmosos .....	20
2.2.2	Concentrados Energéticos .....	22
2.2.3	Concentrados Proteicos .....	23
2.3	PRODUÇÃO DE GASES.....	24
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	26
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	30
3.1	OBJETIVO GERAL .....	30
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	30
<b>4</b>	<b>ARTIGOS PARA PUBLICAÇÃO</b> .....	31
4.1	<b>Avaliação Nutricional e Cinética de Degradação <i>In Vitro</i> de Alguns Fenos Utilizados na Alimentação de Ovinos e Bovinos</b> .....	31
	<b>Resumo</b> .....	31
	<b>Abstract</b> .....	31
	<b>Introdução</b> .....	32
	<b>Material e Métodos</b> .....	33
	<b>Resultados e Discussão</b> .....	35
	<b>Conclusão</b> .....	43
	<b>Referências</b> .....	44
4.2	<b>Avaliação Nutricional e Cinética de Degradação <i>In Vitro</i> de Alguns Concentrados Energéticos Utilizados na Alimentação de Ovinos e Bovinos</b> .....	48
	<b>Resumo</b> .....	48
	<b>Abstract</b> .....	48
	<b>Introdução</b> .....	49

<b>Material e Métodos</b> .....	50
<b>Resultados e Discussão</b> .....	52
<b>Conclusão</b> .....	59
<b>Referências</b> .....	60
<b>4.3 – Avaliação Nutricional e Cinética de Degradação <i>In Vitro</i> de Alguns Concentrados Proteicos Utilizados na Alimentação de Ovinos e Bovinos</b> .....	63
<b>Resumo</b> .....	63
<b>Abstract</b> .....	63
<b>Introdução</b> .....	64
<b>Material e Métodos</b> .....	65
<b>Resultados e Discussão</b> .....	67
<b>Conclusão</b> .....	77
<b>Referências</b> .....	77
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	81
<b>ANEXO</b> .....	82
<b>ANEXO A – Normas Editoriais para Publicação na Semina: Ciências Agrárias, UEL</b> .....	83



## 1 INTRODUÇÃO

A alimentação é uma das atividades na agropecuária que exige muito conhecimento científico para o desenvolvimento de técnicas ou tecnologias para nutrir os animais. Para uma melhor adequação e conhecimento dos alimentos, recorre-se à bromatologia zootécnica, uma ramificação da nutrição animal fundamentada nos aspectos qualitativos e quantitativos da química e da fisiologia (BERCHIELLI et al., 2006).

O valor nutritivo do alimento é uma medida de sua capacidade em sustentar grupos de atividades metabólicas inerentes aos organismos animal. Neste sentido o aspecto nutricional é um dos principais fatores que influencia o desempenho animal, sendo assim a busca e a adoção de medidas mais racionais de alimentação podem levar a um incremento considerável na produção, contribuindo para a obtenção de um produto mais barato, em tempo mais curto e de melhor qualidade. Tecnologias a serem adotadas, no campo da agropecuária, devem ser, obviamente desenvolvidas no Brasil, onde a composição do rebanho, os alimentos disponíveis e o clima são típicos de ambientes tropicais (MAGALHÃES, 2007).

O conhecimento da composição bromatológica dos alimentos é o primeiro passo na avaliação nutricional dos mesmos e que no Brasil são poucos os trabalhos publicados no sentido de compilar as informações sobre a composição desses. A necessidade de aumentar a quantidade de dados para ampliar a tabela de composição de alimentos produzidos em condições tropicais representaria uma alternativa mais eficaz de aumento da produtividade e economia nas dietas dos animais criados no Brasil, considerando-se que tentativa de moldar os padrões internacionais à nossa realidade é o que tem sido praticado e na grande maioria das vezes, trazendo resultados aquém do esperado (VALADARES FILHO et al., 2006).

Os sistemas atuais de adequação de dietas para ruminantes necessitam de informações sobre o alimento no que diz respeito às suas frações de carboidratos e proteínas, bem como de suas taxas de digestão ou coeficiente de digestibilidade, para que se possa estimar com maior exatidão o desempenho dos animais e maximizar a eficiência de utilização dos nutrientes (MOREIRA et al., 2010).

O coeficiente de digestibilidade aparente constitui parâmetro básico que permite estimar a quantidade de energia dos alimentos, por meio dos nutrientes digestíveis totais (NDT). Embora muitos esforços venham sendo exercidos ao entendimento de aspectos de nutrição protéica de ruminantes, a estimativa da energia a ser oferecida por um alimento constitui ainda desafio aos nutricionistas, principalmente por ser o atributo nutricional de maior demanda, tanto para manutenção, como para produção animal (DETMANN et al., 2004).

Nos alimentos existem diversos componentes que podem estar relacionados a quantidade de nutrientes disponível, sendo que os constituintes comumente avaliados são: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina. O EE e a PB, têm sido positivamente correlacionados ao NDT, enquanto as frações fibrosas têm apresentado correlações negativas com a disponibilidade energética dos alimentos. A lignina, embora constitua somente pequena proporção dos alimentos (1 a 12%), mostra alta correlação negativa com a degradabilidade (WEISS, 1998).

A obtenção de estimativas de degradabilidade é essencial para se conhecer o valor nutricional dos alimentos, o que permite o balanceamento adequado de dietas que propiciem o atendimento das demandas para manutenção e produção dos animais (DETMANN et al., 2004).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ALIMENTOS E FRACIONAMENTO

A alimentação dos animais representa um dos maiores custos da atividade pecuária. Assim, a utilização de fontes alimentares alternativas de menor custo podem proporcionar diminuição nos custos de produção, acarretando aumento na lucratividade (CALDAS NETO et al., 2000). Lopes et al. (2011) relatam que em confinamentos a alimentação representa grande impacto sobre o custo total da atividade.

Segundo Van Soest (1994), a composição bromatológica e as taxas de degradação dos diferentes alimentos diferem grandemente. Diante disso, torna-se de fundamental importância avaliar os alimentos com potencial para a alimentação dos animais, com o intuito de se obter dados em relação às frações de proteína bruta e carboidratos totais, que possam gerar dados estimados destes alimentos para sua melhor utilização na alimentação animal.

Além da composição bromatológica dos alimentos, é importante o conhecimento da capacidade de utilização dos nutrientes pelo animal, o que pode ser estimado por meio da digestibilidade. Segundo Araujo et al. (1998) a digestibilidade é, basicamente, a capacidade de permitir que o animal utilize, em maior ou menor escala, seus nutrientes. Essa capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente, sendo uma característica do alimento e não do animal. Neste aspecto, alimentos com maior digestibilidade podem ser considerados de maior valor nutritivo.

O valor nutritivo de um alimento está relacionado à sua composição bromatológica e a digestibilidade deste. Nos ruminantes, a associação entre o animal e os microrganismos do rúmen permite a utilização indireta de carboidratos estruturais refratários à atuação das enzimas. Contudo, a fração do alimento ingerido que é absorvida depende da velocidade em que é fermentada no rúmen e do tempo que permanece susceptível ao ataque microbiano. Portanto, a fração efetivamente degradada é função das taxas de digestão e de passagem (TOMICICH et al., 2003).

O fracionamento de carboidratos e proteínas auxiliam diariamente nas explicações de fenômenos de natureza nutricional. Um alimento para obter qualidades nutricionalmente relevantes, as frações devem causar respostas fisiológicas, seja para manutenção das funções vitais, seja para a viabilização dos processos produtivos dos animais. Assim é importante que as frações tanto dos carboidratos e das proteínas sejam úteis como

fator de produção. (BERCHIELLI et al., 2006).

Os alimentos usados em rações para os ruminantes devem ser fracionados para sua adequada avaliação. Os carboidratos totais (CHT) nos alimentos podem ser fracionados nas seguintes frações: A que corresponde à fração solúvel do nutriente, constituída de açúcares simples de rápida degradação no rúmen; B1, composta basicamente de amido e pectina; B2, que possui taxa de degradação ruminal mais lenta e C, que compreende à porção não digerida ao longo de sua permanência no trato gastrintestinal (SNIFFEN et al., 1992).

A fração A é composta por carboidratos com baixo peso molecular, como açúcares simples e seus conjugados, que fazem parte do metabolismo intermediário das plantas, tais como a glicose e os dissacarídeos com função de reserva da planta, a exemplo da sacarose. Estes são componentes do conteúdo celular e, em geral, carboidratos com diferentes funções fisiológicas nas plantas. São também considerados nessa fração alguns componentes que se apresentam como não carboidratos, a exemplo dos ácidos orgânicos como o butirato, propionato e acetato. Deve-se observar que com aos ácidos orgânicos são conferidos valores de taxa de degradação nula, pois estes já estão disponíveis para absorção (BERCHIELLI et al., 2006).

A fração B1 é composta por carboidratos que possuem valores de cinética de degradação “intermediária”. Compostos de reserva das plantas, tais como o amido, as frutanas presentes nas folhas e colmos de gramíneas temperadas. Alguns polissacarídeos presentes na parede celular são também considerados nessa fração, sendo a pectina e as  $\beta$ -glicanas os carboidratos estruturais mais representativos por causa de suas elevadas concentrações em algumas forrageiras como alfafa e co-produtos originados na indústria, como a polpa cítrica. Apesar de serem componentes de parede celular, as pectinas apresentam como características cinéticas de degradação mais próxima aos polissacarídeos de reserva das plantas citadas (BERCHIELLI et al., 2006).

A fração B2 é conhecida como fibra disponível compostas por carboidratos que apresentam “lenta” taxa de degradação. Estão classificados nesse grupo os polissacarídeos que compõem a parede celular da plantas, celulose e hemicelulose. Esta fração é utilizada para predizer a digestão ruminal da fibra e da proteína microbiana que utilizam como substrato os carboidratos estruturais (BERCHIELLI et al., 2006).

A fração C é denominada de fibra indigestível ou não disponível para utilização das bactérias ruminais dos nutrientes que fazem parte da mesma (BERCHIELLI et al., 2006).

Os carboidratos representam a principal reserva da energia fotossintética. Estes compostos constituem cerca de 60 a 80% da matéria seca (MS) de forrageiras, sendo a principal fonte de energia para os seres vivos compreendidos nos primeiros níveis tróficos. Para os ruminantes, eles tornam-se disponíveis indiretamente, na forma de ácidos graxos voláteis (AGV), pela ação microbiana nos compartimentos fermentativos e, diretamente, pela absorção de seus monômeros constituintes, nos intestinos desses animais (VAN SOEST, 1994).

Outra ferramenta importante que vem sendo utilizada é o fracionamento da PB, esse fracionamento foi descrito por Sniffen et al. (1992), sendo objeto de entrada de dados para o sistema nutricional denominado “Cornell Net Carbohydrate and Protein System” (CNCPS). O objetivo desse sistema é adequar a degradação ruminal de proteínas e carboidratos para obter o máximo desempenho das comunidades microbianas ruminais, a redução das perdas nitrogenadas ruminais e a estimativa do escape ruminal de nutrientes (RUSSELL et al., 1992; SNIFFEN et al., 1992; VAN SOEST; FOX, 1992).

O Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) fraciona a proteína dos alimentos da seguinte maneira: frações A, considerada de rápida disponibilidade e constituída basicamente de nitrogênio não-protéico; a fração B representa a proteína verdadeira potencialmente degradável, sendo dividida em três subfrações, que diferem segundo suas taxas de degradações. Essas subfrações são: fração B1, fração B2, fração B3 e fração C (SNIFFEN et al., 1992).

Fração A: (nitrogênio não protéico) representa a fração de proteína que é instantaneamente solubilizada, considerando-se, portanto, que tenha uma taxa de degradação infinita (VAN SOEST et al., 1981).

Fração B1: constituída de proteínas rapidamente degradáveis no rúmen, composta de peptídeos, oligopeptídeos e globulinas (VAN SOEST et al., 1981).

Fração B2: constituída de proteínas citoplasmáticas albuminas e glutelinas, de degradação ruminal intermediária (VAN SOEST et al., 1981).

Fração B3: composta de proteínas insolúveis, associadas à parede celular, prolaminas e proteínas desnaturadas em detergente neutro, de degradação lenta no rúmen (VAN SOEST et al., 1981).

Fração C: é determinada quimicamente como a porcentagem da PB recuperada com a FDA. A fração é conhecida como proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), e considerada como não sendo degradada, apresenta, portanto taxa de degradação zero (BERCHIELLI et al., 2006). Segundo Krishnamoorthy et al. (2005), esta fração contém

proteína associada a lignina e taninos e as proteínas danificadas pelo calor.

Dessa forma, grande parte das linhas de pesquisa na área de nutrição de ruminantes estão na busca de alternativas para avaliar o valor nutricional de alimentos, visando a obtenção de estimativas exatas e precisas da disponibilidade de nutrientes e atributos nutricionais, associando-se a redução de custos (CASALI et al., 2008).

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ALIMENTOS

Os alimentos são classificados de acordo com a Associação Americana Oficial de Controle de Alimentos (AAFCO 1999) e o Conselho Nacional de Pesquisas dos EUA (NRC 2001), que os dividem em cinco categorias:

- 1) Alimentos volumosos – são aqueles alimentos de baixo teor energético, com altos teores em fibra ou em água. Possuem menos de 60% de NDT e ou mais de 18% de fibra bruta (FB) e podem ser divididos em secos e úmidos;
- 2) Alimentos concentrados – são aqueles com alto teor de energia, mais de 60% de NDT, menos de 18% de FB, sendo divididos em:
  - a) Energético: alimentos concentrados com menos de 20% de proteína bruta (PB);
  - b) Protéicos: alimentos concentrados com mais de 20% de PB;
- 3) Minerais – compostos de minerais usados na alimentação animal: fosfato bicálcico, calcário, sal comum, sulfato de cobre, sulfato de zinco, óxido de magnésio, entre outros sais;
- 4) Vitaminas – compostas das vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis;
- 5) Aditivos – compostos de substâncias como antibióticos, hormônios, probióticos, antioxidante, corantes, etc.

Esta classificação é um meio conveniente de agrupar alimentos, contudo é um pouco arbitrária, pois apresenta algumas limitações. A classificação dos alimentos não é tão importante quanto o conhecimento do valor nutritivo destes alimentos, e os fatores que podem influenciar sua utilização em uma ração (WATTIAUX, 2001).

### 2.2.1 Volumosos

A qualidade das forragens é influenciada por propriedades físicas que

podem ou não estar associados com frações químicas. Essas propriedades incluem a densidade física, capacidade de hidratação, capacidade de troca de cátions e taxa de fermentação (VAN SOEST, 1994). A densidade física e concentração de energia digestível ou nutrientes por unidade de volume, está relacionada à composição inicial da planta e pode ser alterada pelo conteúdo de lignina, nitrogênio, e relação lignina:FDA (BERCHIELLI et al., 2006).

Na formulação de rações ou na prescrição de dieta para bovinos, a maior preocupação com a fração fibrosa concentra-se na FDN, visto que se exige um nível mínimo necessário como forma de manter a atividade ruminal, uma vez que a fibra estimula a mastigação e ruminação, que, conseqüentemente, permitem a manutenção do ambiente ruminal propício à atividade das bactérias responsáveis pela digestão e degradação dos alimentos. Mertens (1994) sugeriu que o consumo de FDN deveria se situar próximo a 1,2% do PV, para vacas em lactação. Essa recomendação foi estimada de forma a permitir adequada suplementação de concentrado e prevenir a limitação do consumo pelo enchimento do rúmen.

Atualmente, o método de FDN é o que melhor representa a fração do alimento de digestão lenta ou indigestível e que ocupa espaço no trato digestório (MERTENS et al., 1998).

Existem grandes diferenças entre os conteúdos de proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, cálcio e fósforo entre as forrageiras tropicais. À medida que a planta forrageira avança em seu estágio vegetativo, seu valor nutritivo acaba diminuindo, devido ao maior acúmulo de estruturas de sustentação e pela menor porcentagem de proteína bruta. Essas alterações estruturais provocam diminuição na degradabilidade da MS e conseqüente diminuição do consumo por parte dos animais. É importante salientar que quanto melhor o valor nutricional do volumoso, menor será o custo de produção da carne e do leite produzidos a partir desses alimentos (GONÇALVES et al., 2009).

As informações disponíveis na literatura indicam grande variação na composição bromatológica de um mesmo alimento, Paciullo et al. (2009) avaliando composição bromatológica da braquiária observaram algumas variações, sendo de 6% a 10% na PB, 71% a 73% no FDN e de 27% a 33% no FDA. Paris et al. (2005) relatou quantidades variáveis 6,83% a 9,65% de PB e 80,88% a 78,02% de FDN em pastagens de coast-cross. Em outro estudo Ferolla et al. (2008) ao avaliarem aveia preta e também obtiveram variações na sua composição bromatológica sendo que o FDN variou de 52,10% a 64,28%, em relação ao fracionamento dos carboidratos as frações A+B1 variaram entre 14,80% a 23,30%, a fração B2 variou entre 53,21% a 48,48% e a fração C 32% a 25,50%. Observando estas variações

nas composições bromatológicas, o fracionamento das proteínas e dos carboidratos apresenta-se como uma alternativa para adequar a utilização destes alimentos e maximizar a produção animal.

### 2.2.2 Concentrados Energéticos

A exigência de energia atualmente é o que mais limita o desempenho dos ruminantes, merecendo, portanto, especial atenção dos nutricionistas no que diz respeito às exigências do animal e à sua disponibilidade nos alimentos (ROCHA JUNIOR et al., 2003).

Estimativas dos valores de energia dos alimentos e das dietas são importantes para animais de grande produção, que exigem grande quantidade de energia. Dietas deficientes em energia reduzem a produção, causam excessiva perda de peso, problemas reprodutivos e podem diminuir a resistência a doenças. Por outro lado, o excesso de energia nas dietas aumenta o custo com alimentação, leva ao acúmulo de gordura nos animais e causa problemas metabólicos (WEISS et al., 1998).

O conhecimento do consumo alimentar é o primeiro passo na formulação de rações, além de ser a medida com maior associação com o desempenho animal. Algumas características químicas e físicas do alimento podem influenciar positiva ou negativamente a ingestão de matéria seca pelo animal. Segundo Mertens et al. (1993), a densidade energética, quando alta, pode limitar o consumo de matéria seca pelo atendimento das exigências em energia do animal e, quando a densidade for baixa, o consumo será limitado pelo efeito de enchimento ruminal dependendo do alimento que for disponibilizado para o consumo do animal.

Segundo Fernandes (1998) o principal concentrado energético é o milho, com os altos custos para sua utilização procura-se novas alternativas de ingredientes e à minimização dos custos com alimentação. Uma dessas alternativas são os co-produtos da industrialização do próprio milho e de outros cereais.

Para utilização desde alimentos necessita-se o conhecimento da sua composição bromatológica, diversos autores avaliaram alimentos como o farelo de trigo, Duque et al. (2011) relataram quantidade de 17,8% de PB, dados semelhantes aos divulgados por Zambom et al. (2001) e Rocha Junior et al. (2003), e diferentes dos divulgados por Figueiredo et al. (2008) que relatou para o farelo de trigo 16,83%PB. Outro alimento com grande potencial para sua utilização é o gérmen de milho desengordurado, Beran et al. (2005) avaliaram este alimento e relataram cerca de 10,79% PB semelhantes o valor de Rocha Junior



et al. (2003) que relatou 9,31% PB para o gérmen de milho.

### 2.2.3 Concentrados Proteicos

A proteína é um dos nutrientes mais exigidos pelos ruminantes. As exigências proteicas dos ruminantes são atendidas mediante a absorção intestinal de aminoácidos provenientes, principalmente, da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína dietética não-degradada no rúmen (VALADARES FILHO; VALADARES, 2001).

Tanto a deficiência como o excesso de proteína na dieta pode reduzir o consumo, a deficiência, pelo não atendimento as exigências dos microrganismos ruminais e o excesso, pela toxidez na liberação de amônia. Além disso, a excreção de ureia representa elevado custo biológico e desvio de energia para a manutenção das concentrações corporais de nitrogênio em níveis não tóxicos (PAIXÃO et al., 2006).

Valadares et al. (1997b) relataram que, quando o suprimento de nitrogênio (N), originário da proteína da dieta ou da reciclagem endógena, não atende às exigências dos microrganismos ruminais, pode ocorrer limitação do crescimento microbiano, influenciando negativamente a degradabilidade da parede celular e o consumo, com conseqüente diminuição no desempenho animal. Valadares et al. (1997a), ao fornecerem dietas com diferentes teores protéicos a novilhos zebuínos, verificaram que 7% de PB diminuiu o consumo de MS e MO, provavelmente porque esse teor de proteína fornecido é insuficiente para promover o crescimento microbiano adequado.

A maior parte do nitrogênio utilizado pelos microrganismos ruminais encontra-se na forma de amônia e principalmente as bactérias fibrolíticas são eficientes em assimilar amônia até satisfazer suas exigências determinados pela disponibilidade de carboidratos fermentáveis. A amônia em excesso é absorvida pela parede do rúmen e, no fígado, é convertida a uréia. Esta conversão custa ao animal 12 kcal/g de nitrogênio (VAN SOEST, 1994).

A fonte e a quantidade de proteína são de extrema importância para os ruminantes, pois, quando a fermentação da proteína e dos carboidratos ocorre a uma mesma taxa de degradação, verificam-se a maximização da síntese de proteína microbiana e o aumento da ingestão de proteína metabolizável, que pode ainda ser maximizada pelo fornecimento de proteínas de baixa degradabilidade, ou de maior escape da fermentação ruminal, quando estas proteínas apresentam boa biodisponibilidade intestinal, processo influenciado pela taxa de passagem (MARTINS et al., 1999).

Existem vários alimentos que são fontes de PB um exemplo é o farelo de soja que segundo Duque et al. (2011) relataram este alimento com 50,2%PB quantidades semelhantes obtidas por Figueiredo et al. (2008) e Rocha Junior et al. (2003). Outro alimento que também podem ser incluídos como concentrado protéico é o farelo de algodão segundo Rocha Junior et al. (2003) relataram 32,17%PB para este alimento.

### 2.3 UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE PRODUÇÃO DE GASES NA AVALIAÇÃO DOS ALIMENTOS

A digestibilidade do alimento é, basicamente, sua capacidade de permitir que o animal utilize em maior ou menor escala, seus nutrientes. Essa capacidade é expressa pelo coeficiente de degradabilidade do nutriente, em que devem ser respeitadas as diferenças entre ruminantes e monogástricos (COELHO DA SILVA; LEÃO, 1979). A digestão é um processo de conversão de macromoléculas do alimento para compostos simples que podem ser absorvidos em alguns locais do trato gastrintestinal. Assim, medidas de digestibilidade têm contribuído significativamente para o desenvolvimento de sistemas que descrevem o valor nutritivo dos alimentos (VAN SOEST, 1994).

Técnicas de laboratório para avaliar alimentos certamente desempenham importante função nos futuros sistemas de produção animal (KRISHNAMOORTHY et al., 2005). As técnicas de produção de gases *in vitro* foram desenvolvidas para prever a fermentação de alimentos para ruminantes. O alimento é incubado com líquido ruminal, e os gases produzidos são medidos como indicadores indiretos da cinética de fermentação. Quando o alimento é incubado, este primeiramente é degradado. A fração degradada pode ser fermentada com produção de gases e ácidos da fermentação ou incorporar-se à biomassa microbiana (RYMER et al., 2005). O principal objetivo da técnica de produção de gases *in vitro* é prover informação que são relevantes na interpretação de valores nutricionais de alimentos (KRISHNAMOORTHY et al., 2005).

Hoje muitas técnicas de produção de gases já estão sendo desenvolvidas, resultando numa variação de procedimentos e aparatos utilizados para a obtenção dos dados. Diante disso, vários fatores podem influenciar nos resultados, em menor ou maior escala tais como as fontes de inóculo, dieta do animal doador de líquido ruminal, tempo de coleta e incubação, tipo do alimento incubado, aparato utilizado para medir a produção de gases, tamanho da partícula, dentre outros (RYMER et al., 2005).

A determinação da quantidade de gases produzidos *in vitro* é um indicador da fermentação dos alimentos pela digestão microbiana, cujo princípio básico está na relação

entre a fermentação e degradabilidade do alimento. A técnica de produção de gases tem muitas vantagens nos termos de bem-estar animal, tamanho de amostra e custo, e o fato mais importante é que descreve as cinéticas da atividade dos microrganismos em resposta a um substrato determinado (WILLIAMS, 2000).

A técnica *in vitro* de produção de gases apresenta comprovado potencial em descrever a cinética da fermentação no rúmen, fornecer a taxa e a extensão da degradação dos alimentos (GETACHEW et al., 1998). Essa técnica permite avaliar grande número de substratos por experimento, apresentando alta acurácia nas medições, simplicidade no manuseio de equipamentos e baixo custo na implantação e por amostra analisada.

## REFERÊNCIAS

- AAFCO. Associação dos Representantes Norte-Americanos do Controle de Rações Animais. **Publicação Oficial**, 1999.
- BERAN, F. H. B.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; CASTRO, V. S.; CORREA, R. A.; KAGUEYAMA, Ê. O.; ROCHA, M. A. Degradabilidade ruminal “in situ” da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 405-418, 2005.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**, Jaboticabal SP, Funep 2006.
- BROCK, J. M.; MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M. et al. **Biology of microorganisms**. 7. ed. Englewood Clifs: PrenticeHall International, 909p. 1994.
- CALDAS NETO, S. F.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; PRADO, I. N. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista brasileira de zootecnia**, 2000.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.
- CNCPS. **Cornell net carbohydrate and protein system**. Ithaca: Cornell University, 2002.
- COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979.
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C. Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. **II Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte**. Viçosa 2004.
- DUQUE, A. C. A.; LOPES, F. C. F.; DORNELLAS, R. A. C.; PORTUGAL, J. A. B.; VERNEQUE, R. S.; SILVA OLIVEIRA, J.; AZAMBUJA, A. A. Digestibilidade da matéria seca de alimentos volumosos e concentrados, determinada por diferentes procedimentos in vitro. **Revista brasileira de saúde e produção animal**, Salvador, v. 12, n. 3, p. 680-690, 2011.
- FAHEY JUNIOR, G. C. Forage quality, evaluation and utilization. In: **National conference on forage quality, evaluation and utilization**. Madison American Society of Agronomy, p. 450-493, 1994.
- FERNANDES, V. G. **Subprodutos na industrialização do milho**. Mogi Guaçu: Corn Products do Brasil, 1998.

FEROLLA, F. S.; VÁSQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C.; VIANA, A. P.; DOMINGUES, F. N.; LISTA, F. N. **Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteínas de aveia-preta e triticale sob corte e pastejo**. v. 37, n. 2, p. 197-204, 2008.

FIGUEIREDO, D. M.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; MORAES, E. H. B. K.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, M. G. Fontes de proteína em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período das águas. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2222-2232, 2008.

GETACHEW, G.; BLUMMEL, M.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. **Animal Feed Science Technology**, 1998.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. **Alimentação de gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009.

KRISHNAMOORTHY, U.; RYMER, C.; ROBINSON, P. H. The *in vitro* gas production technique: limitations and opportunities. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 123-124, n. 1, p. 1-7, 2005.

LEME, P. R.; SILVA, S. L.; PEREIRA, A. S. C. et al. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar e, dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, 2003.

LOPES, L. S.; LADEIRA, M. M.; NETO, O. R. M.; SILVEIRA, A. R. M. C.; REIS, R. P.; CAMPOS, F. R. Viabilidade econômica da terminação de novilhos nelore e red norte em confinamento na região de Lavras MG. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 774-780, 2011.

MAGALHÃES, K. A. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos, determinação e estimativa do valor energético de alimentos para bovinos**. 2007. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MARTINS, A. S.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; MARTINS, E. N.; LOYOLA, V. R. Degradabilidade ruminal "in situ" da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 1109-1117, 1999.

MAURICIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S.; OWEN, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 79, n. 4, p. 321-330, 1999.

MERTENS, D. R. Fiber composition and value of forages with different FDN concentrations. In: **Southwest nutrition and management conference**, Phoenix, AZ. *Proceedings...* Phoenix, AZ: University of Arizona, p. 85-99. 1998.

MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford: CAB International, p. 13-51. 1993.

MERTENS, D. R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: **Informational conference with dairy and forages industries, Proceedings**. Wisconsin: 1996.

MIZUBUTI, I. Y.; PINTO, A. P.; RAMOS, B. M. O.; PEREIRA, E. S. **Métodos Laboratoriais de Avaliação de Alimentos para Animais**. Londrina: EDUEL, 2009.

MOREIRA, P. C.; REIS, R. B.; REZENDE, P. L. P.; WASCHECK, R. C.; MENDONÇA, A. C.; DUTRA, A. R. Produção cumulativa de gases e parâmetros de France avaliados pela técnica semiautomática *in vitro* de fontes de carboidratos de ruminantes. **Revista brasileira de saúde e produção animal**, Salvador, v. 11, n. 2, p. 452-462, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. rev. Washinton, D.C.: 2001.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MALAQUIAS JUNIOR, J. D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, 2009.

PAIXÃO, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; VALADARES, R. F. D.; PAULINO, M. F.; MARCONDES, M. I.; FONSECA, M. A.; SILVA, P. A.; PINA, D. S.; Ureia em dietas para bovinos: consumo, digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso, características de carcaça e produção microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2451-2460, 2006.

PARIS, W.; BRANCO, A. F.; PROHMANN, P. E. F.; CECATO, U.; ALMEIDA JUNIOR, J.; ROSSA, A. P. Suplementação energética de bovinos em pastagem de Coastercross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) no período das águas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 109-115, 2005.

ROCHA JÚNIOR, V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; BORGES, Á. M.; DETMANN, E. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos e validação das equações propostas pelo NRC (2001). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 2, p. 480-490, 2003.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, 1992.

RYMER, C.; HUNTINGTON, J. A.; WILLIAMS, B. A.; GIVENS, D. I. In Vitro cumulative gas production techniques: history methodological considerations and challenges. **Animal feed science and technology**, v. 123, 2005.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II – Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, 1992.

TOMICH, T. R.; GONÇALVES, L. C.; MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; RODRIGUES, J. A. S. Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**, v. 55, n. 6, Belo Horizonte 2003.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas brasileiras de composição de alimentos**. 1. ed. Viçosa: Suprema Gráfica Ltda – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, p. 229-247. 2001.

VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 6, p. 1252-1258, 1997a.

VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; SAMPAIO, I. B. et al. Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanço de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 6, p. 1259-1263, 1997b.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its applications to forages. **Journal of Dairy Science**, v. 26, n. 1, p. 119-128, 1967.

\_\_\_\_\_. **Nutritional ecology of ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G. **Discounts for net energy and protein**. Fifth revision. Proc. Cornell Nutr. Conf., Oct., p. 40-53. 1992.

WATTIAUX, M. A. NRC de Gado de Leite 2001: O que mudou e como usá-lo. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO DE GADO DE LEITE, 2001, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: 2001. p. 83.

WEISS, W. P. Estimating the availability energy content of feeds for dairy cattle. Symposium: energy availability. **Journal Dairy Science**, v. 81, p. 830-839, 1998.

\_\_\_\_\_. Predicting Energy Values of Feed. In. Symposium: Prevailing concepts in energy utilization by ruminants **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 1802-1811, 1993.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; St PIERRE, N. R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science Technology** v. 39, p. 95-110, 1992.

WILLIAMS, B. A. Cumulative gas techniques for forage evaluation In: GIVENS, D. I.; OWEN, E.; AXFORD, R. F. E.; OMED, H. M. (Ed.). **Forage evaluation in ruminant nutrition**. Wallingford CAB International publishing, p. 189-214, 2000.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as características nutricionais inerentes aos alimentos pela cinética de degradação ruminal *in vitro* em líquido ruminal de ovinos e bovinos.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar composição bromatológica dos alimentos
- Determinar as frações protéicas;
- Determinar as frações dos carboidratos;
- Determinar a cinética de degradação ruminal *in vitro* dos alimentos em líquido ruminal de ovinos e bovinos.



## 4 ARTIGOS PARA PUBLICAÇÃO<sup>1</sup>

### 4.1 Avaliação Nutricional e Cinética de Degradação *In Vitro* de Alguns Fenos Utilizados na Alimentação de Ovinos E Bovinos

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi determinar o fracionamento de carboidratos e de proteínas e determinar a cinética de degradação *in vitro* pelo método de produção de gases. O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Londrina, e as análises no Laboratório de Nutrição Animal. Foram analisados feno de aveia (*Avena strigosa*), feno de azevém (*Lolium multiflorum*), feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) e feno de coast-cross (*Cynodon dactylon*). Foi determinada a composição bromatológica e os fracionamentos de carboidratos (A+B1, B2 e C) e de proteínas (A, B1+B2, B3 e C). A degradabilidade *in vitro* foi realizada com líquido ruminal de ovinos e de bovinos. Foram utilizados três ovinos e três bovinos. Os alimentos foram incubados e as leituras da produção de gases foram realizadas nos tempos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 84, 96 e 144 após a incubação. Para a avaliação do fracionamento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A Produção de gases foi analisada utilizando um esquema fatorial 4X2 sendo quatro alimentos e duas espécies animais, as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação da cinética de fermentação ruminal foi utilizado o modelo matemático de Gompertz. O feno de braquiária apresentou maior quantidade de carboidratos totais e fração B2, já o feno de coast-cross maior quantidade na fração C. No fracionamento de proteínas o feno de aveia e o feno de coast-cross, apresentaram as maiores quantidades na fração A. Na cinética de degradação *in vitro* por produção de gases o parâmetro “a” apresentou-se maior no feno de azevém, seguido feno de aveia. No parâmetro “b” o feno de coast-cross, foi superior tanto em líquido ruminal de ovinos e bovinos. No parâmetro “c”, em líquido ruminal de bovinos, feno de aveia apresentou superior, o feno de azevém e feno de coast-cross. O feno de azevém apresentou menor quantidade de nutrientes indigestíveis, e maiores quantidades de gases produzidos (mL/gr MS). Observou-se maior produção de gases (mL/gr MS) em líquido ruminal de bovinos quando comparados com os ovinos.

**Palavras-chave:** Forragens conservadas. Composição bromatológica. Alimentos. Nutrição.

### Nutritional Assessment and Degradation Kinetics *In Vitro* of Some Hays Fed to Sheep and Cattle

**Abstract:** The aim of this study was to determine the fractionation of carbohydrates and proteins and to determine the degradation kinetics *in vitro* by the method of gas production. The experiment was conducted at the State University of Londrina, and analysis at the Laboratory of Animal Nutrition. Were analyzed oat hay (*Avena strigosa*), ryegrass hay (*Lolium multiflorum*) hay (*Brachiaria decumbens*) hay and coast-cross (*Cynodon dactylon*). The chemical composition was determined, and the fractionation of carbohydrates (A + B1, B2 and C) and protein (A, B1 + B2, B3, and C). The degradability was evaluated *in vitro* with rumen fluid from sheep and cattle. We used three sheep and three cows. The feeds were

<sup>1</sup> Artigo escrito conforme as normas da Revista SEMINA: Ciências Agrárias

incubated and gas production readings were performed on days 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 84, 96 and 144 after incubation. For the evaluation of fracionamneto was used completely randomized design means compared by Tukey test at 5% probability. Production of gas was analyzed using a 4X2 factorial design with four food and two animal species, the means were compared by Tukey test at 5% probability. To evaluate the kinetics of ruminal fermentation was used the mathematical model of Gompertz. The Brachiaria hay had higher amounts of total carbohydrates and fraction B2, as the coast-cross hay larger amounts in C. In protein fractionation hay oat hay and coast-cross, had the highest amounts in fraction A. In vitro degradation kinetics of gas production by the parameter "a" was higher in ryegrass hay, oat hay followed. The parameter "b" the coast-cross hay, was superior both in rumen of sheep and cattle. The parameter "c" in the rumen fluid, oat hay showed higher hay and ryegrass hay caost-cross. Hay ryegrass showed the lowest amount of indigestible nutrients and greater quantity of gas produced (ml / g DM). There was a higher gas production (ml / g DM) on rumen of cattle compared to sheep.

**Key words:** Conserved fodder. Chemical composition. Food. Nutrition.

## **Introdução**

Na produção de ruminantes tem-se como grande desafio a alimentação animal. Neste sentido, deve-se observar a capacidade dos animais de consumirem alimentos em quantidades e qualidades suficientes, para suprir suas exigências de manutenção e produção sendo mais importantes, principalmente quando a alimentação for dependente de volumosos (ZANINE; MACEDO JUNIOR, 2006).

O uso de forragens conservadas na dieta de ruminantes tem se tornado uma prática cada vez mais comum, tanto em sistemas intensivos como semintensivos, em que o pasto durante determinada época do ano, não é capaz de fornecer os nutrientes em qualidade e em quantidades suficientes para alimentar os rebanhos (CAVALCANTE et al., 2004). Assim, uma opção de manejo é o armazenamento do alimento excedente durante o período chuvoso, para ser ofertado aos animais, como fonte suplementar, em períodos de escassez de pasto. A fenação constitui uma prática viável, em muitas situações na conservação de forragens (RIBEIRO et al., 2001).

Além do fornecimento de quantidades adequadas de alimentos para os animais, também se deve levar em conta as bactérias presentes no rúmen, pois estas bactérias ruminais são as principais fontes de proteína para os ruminantes, assim quanto maior a eficiência de conversão de constituintes da parede celular e quantidades adequadas de proteína presentes no rúmen maior será a quantidade de micro organismos (CABRAL et al., 2004).

Uma maneira de maximizar a eficiência microbiana no rúmen é por meio da sincronização na degradação de carboidratos e proteínas. O crescimento da população microbiana é de acordo com as exigências em proteína e fontes de energia, tornando-se necessária a determinação destas frações nos alimentos, bem como de suas taxas de degradação, para melhor adequação dietética. Dessa forma, a determinação das frações de carboidratos e de proteínas dos alimentos e de suas taxas de degradação é de extrema importância para se obter maior eficiência microbiana (CABRAL et al., 2004).

Os estudos que caracterizam os volumosos em termos de composição química e degradabilidade e fracionamento são relevantes na avaliação, pois auxiliam na indicação quanto à necessidade de suplementação (BRÂNCIO et al., 2002). O objetivo na condução deste estudo foi avaliar as características nutricionais inerentes a algumas forragens conservadas na forma de feno, utilizados na alimentação de bovinos e ovinos por meio da sua composição bromatológica, fracionamento de carboidratos e de proteínas, e obter a cinética da degradação ruminal pela técnica *in vitro* por meio da produção de gases utilizando líquido ruminal de ovinos e de bovinos.

## **Material e Métodos**

Os alimentos analisados, neste estudo, foram feno de aveia (*Avena strigosa*), feno de azevém (*Lolium multiflorum*), feno de braquiária de baixa qualidade (*Brachiaria decumbens*) e feno de coast-cross (*Cynodon dactylon*). A aveia para obtenção do feno foi obtida em um canteiro semeado na Fazenda Escola (FAZESC) da Universidade Estadual de Londrina (UEL) a aveia recebeu adubação nitrogenada de cobertura de cerca 200kg de N/ha. O feno de azevém, também, foi produzido na FAZESC e não obteve nenhum tipo de adubação o feno de braquiária de baixa qualidade, feno comercial, obtido após a colheita de sua semente e o feno de coast-cross cedido por produtor da região o qual relatou que este teve uma adubação de cobertura de cerca 180-200 kg de N/ha.

A determinação da composição bromatológica e o fracionamento dos carboidratos e das proteínas foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Para a determinação os alimentos foram triturados em peneiras de 2 mm. Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), fibra em

detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA), foram determinado segundo metodologias citadas por Mizubuti et al. (2009).

As frações dos carboidratos foram obtidas conforme equações propostas por Sniffen, et al. (1992), onde: Carboidratos totais (CHT) = 100 – PB% - EE% - MM%. Fração A+B1 = 100 - B2 + C; Fração B2 =  $100 \times ((\text{FDN} (\% \text{MS}) - \text{PIDN} (\% \text{PB}) \times 0,01 \times \text{PB} (\% \text{MS})) - \text{FDN} (\% \text{MS}) \times 0,01 \times \text{LDA} (\% \text{FDN}) \times 2,4)) / \text{CHT} (\% \text{MS})$ ; Fração C =  $(100 \times \text{FDN} (\% \text{MS}) \times 0,01 \times \text{LDA} (\% \text{FDN}) \times 2,4 / \text{CHT} (\% \text{MS}))$ .

O fracionamento dos compostos nitrogenados foi realizado de acordo com o protocolo descrito por Licitra et al. (1996). A Fração A foi obtida após o tratamento de 0,5 g de amostra com 50 mL de água destilada por 30 minutos, e em seguida realizada a adição de 10 mL da solução de ácido tricloroacético (TCA) a 10%, deixando-se em repouso por mais 25 minutos. Após este período, filtrou-se em papel de rápida filtração, lavando o resíduo com 50 mL de solução de TCA a 1% e determinou-se o teor de nitrogênio do resíduo mais o papel, também foi determinada a quantidade de nitrogênio presente no papel como branco, o valor encontrado foi subtraído da determinação do nitrogênio da amostra mais papel. A fração A foi calculada pela diferença entre o teor de N-total e o N-insolúvel no TCA, por meio da equação  $[(\text{NT}-\text{NI}) * 100] / \text{NT}$  em que, NT= nitrogênio total da amostra e NI= nitrogênio insolúvel após tratamento com TCA.

A Fração B3 foi determinada pela diferença entre a proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e a proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA). A Fração C foi considerada como o PIDA. Obteve-se a fração B1+B2 pela diferença entre a proteína insolúvel em TCA e o PIDN, ou subtraindo-se de 100 a soma das frações A, B3 e C.

Para a cinética de degradação ruminal foi utilizado líquido ruminal de três bovinos e três ovinos. Todos os animais foram alimentados com rações que possuíam na sua composição, os alimentos analisados. O fornecimento da ração foi realizado duas vezes ao dia, na parte da manhã as 8:00 e a tarde as 17:00, sendo a coleta de líquido ruminal realizada as 7:00 da manhã antes da alimentação. Todos os animais utilizados, neste estudo, possuíam cânulas no rúmen e pertenciam a FAZESC, da UEL. Para coleta do líquido ruminal em ovinos foi utilizada uma bomba a vácuo. A coleta do líquido ruminal dos bovinos foi realizada em cinco pontos distintos do rúmen: no lado esquerdo, direito, parte superior, inferior e meio do rúmen. Procedimento realizado para se obter maior uniformidade possível do líquido ruminal.

A cinética de degradação ruminal foi estimada com o uso da técnica de produção de gases *in vitro*, para cada alimento avaliado foram incubados doze frascos sendo 6 com líquido ruminal de bovinos e 6 com líquido ruminal de ovinos, além de frascos sem

alimentos, considerados branco. Foram pesados 500 mg de amostras em frasco de vidros de 100 mL, contendo 40 mL de solução tampão de McDougall (1949), previamente reduzida com CO<sub>2</sub> (pH 6,9). Posteriormente, foram adicionados, em cada frasco, 10 mL de líquido ruminal oriundo de bovinos ou de ovinos fistulados no rúmen, o líquido ruminal foi mantido a 39°C em banho-maria. Em seguida, os frascos foram vedados com rolha de borracha, e após realizada a estabilização da pressão dentro do frasco. A partir deste momento, a pressão dos gases produzidos pela fermentação do substrato e acumulada nos frascos foi mensurada por meio de um sensor de pressão acoplado a um manômetro, nos tempos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 84, 96 e 144 de fermentação, após cada mensuração era retirado os gases produzidos.

O modelo matemático de Gompertz foi utilizado para a avaliação da cinética de fermentação,  $Y_t = a \cdot \exp^{(-b) \cdot \exp(-c \cdot t)}$ , sendo  $Y_t$  = volume de gases no tempo (mL),  $a$  = volume de gases correspondente à completa digestão do substrato (assíntota) (mL/grama MS);  $b$  = taxa específica semelhante à taxa de degradação (%/h);  $c$  = fator constante de eficiência microbiana, que descreve o ponto de inflexão da curva a uma determinada velocidade de produção de gases (mL/h),  $t$  = tempo de incubação (h). O procedimento não linear do R (2011) foi utilizado para ajustar os dados ao modelo.

As análises estatísticas dos dados obtidos pelo fracionamento de carboidratos e proteínas foram analisados em delineamento inteiramente casualizado e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação dos parâmetros da cinética de degradação ruminal *in vitro*, os dados foram avaliados em esquema fatorial 4X2, sendo 4 (quatro) alimentos e duas espécies animal (bovinos e ovinos), os dados obtidos foram submetidos a análise de normalidade, aditividade e homocedasticidade e analisados em DIC utilizando o pacote ExpDes do programa estatístico R. Os valores do fracionamento de carboidratos e proteínas foram comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## **Resultados e Discussão**

Observou-se variações na composição protéica entre os alimentos, o feno de aveia e o feno de coast-cross apresentaram quantidades superiores de PB as divulgadas por Costa et al. (2002) que relataram para o feno de aveia 11,4% PB e Silva et al. (2009) que divulgaram 11,9% de PB para o feno de coast-cross. Os valores de PB referentes aos fenos de aveia e coast-cross mostrou-se maior quantidade, segundo Pinto et al. (1994), esta quantidade de proteína bruta pode estar relacionada à adubação nitrogenada ocorrida nestes alimentos

durante seu cultivo, embora a influência do nitrogênio sobre a relação lâmina/colmo de gramíneas forrageiras seja pouco acentuada. Segundo Dennis e Woledge (1987) existe aumento da área foliar em resposta à adubação nitrogenada. Gerdes et al. (2000) avaliando forrageiras encontraram diferença entre quantidade de PB nas folhas em relação as hastes das plantas. Brâncio et al. (2002) e Barbosa et al., (2003) são unânimes em afirmar em que a adubação com nitrogênio tem influência significativa na produtividade e composição bromatológica.

**Tabela 1** – Composição bromatológica dos fenos de aveia, azevém, braquiária e coast-cross (%MS).

	Feno Aveia	Feno Azevém	Feno Braquiária	Feno Coast-cross
MS	90,10	89,06	91,94	90,66
PB	15,60	9,52	2,80	14,23
PIDN	2,54	1,98	1,04	6,58
PIDA	0,40	0,31	0,47	1,45
FDN	57,88	52,39	84,41	81,44
FDA	38,91	32,62	51,37	42,66
LDA	4,25	3,48	6,34	6,95
MM	8,99	8,16	4,05	7,41
EE	2,66	1,96	1,05	1,12

LDA: Lignina em detergente ácido obtido por meio de digestão ácida (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 72%).

PIDN: Proteína indigestível em detergente neutro

PIDA: Proteína indigestível em detergente ácido

Existe grande diferença nas quantidades de FDN e FDA em relação aos fenos de azevém e aveia quando comparados com os fenos de braquiária e coast-cross. Segundo Cabral et al. (2011) esta diferença existe pois a aveia e azevém são plantas de metabolismo C3, a braquiária e coast-cross serem de metabolismo C4, pois na lâmina das gramíneas com metabolismo C4 existe maior espaço intracelular do que nas plantas de metabolismo C3, em geral, as espécies com metabolismo C4 apresentam, na lâmina foliar, maior proporção de tecidos condutores, bainha parenquimática dos feixes e esclerênquima. Por outro lado, as espécies de metabolismo C3 se destacam pela maior proporção de mesofilo, ocupando ao redor de 60% da seção transversal da lâmina foliar destas gramíneas, assim estas gramíneas apresentam menor quantidade de estrutura de sustentação quando comparadas.

A quantidade de FDN é de extrema importância, pois segundo Berchielli et al. (2006) o conteúdo de FDN das forragens tem alta relação com a ingestão de matéria seca pelos ruminantes. De acordo com Mertens (1992) o consumo de MS de um animal ruminante

pode ser estimado em 1,2% do peso vivo do animal ao dia em FDN. Entre os fenos o de braquiária apresentou grande quantidade de FDN em relação aos outros alimentos, isto pode ter ocorrido devido ao estágio fisiológico desta planta, segundo Medeiros et al. (2009) afirmaram que a composição bromatológica pode ser alterada pelo estágio fisiológico de crescimento e idade da planta, além disso, a época do ano em que a forragem está sendo avaliada e o clima, também podem favorecer variações no estágio vegetativo da planta, apresentando assim diferenças na sua composição bromatológica.

Pode-se observar no feno de coast-cross grande quantidade de PIDN e PIDA, que segundo Lacerda et al. (2009) é a parte da proteína que fica aderida às partes fibrosas do alimento. No caso do PIDN este confere a parte da proteína mais lentamente degradada no rúmen e o PIDA é a proteína ligada à lignina que normalmente não é degradada no rúmen assim quando maior porcentagem de PIDN e PIDA da proteína de um alimento menor e mais lenta será sua degradação.

Segundo Gobbi et al. (2011) para que esses volumosos de baixa qualidade possam ser utilizados de forma eficiente na alimentação de ruminantes, deve-se buscar alternativas que permitam aumentar seu valor nutritivo e seu aproveitamento pelos animais, de modo que sejam minimizados esses problemas.

Foi observada maior quantidade de CHT (Tabela 2) no feno de braquiária do em relação aos demais fenos. Segundo Sniffen et al. (1992), os alimentos com grandes quantidades de proteína bruta apresentam menor quantidade de carboidratos totais.

Em relação às maiores quantidades de frações A+B1 presentes nos fenos de aveia e azevém segundo Lemp e Moraes (2005) a maior concentração destas frações deve-se ao maior espaço intercelular no mesófilo das C3 em relação às C4, onde nestes espaços concentra-se alto teor de pectina. Segundo Andrade et al. (2010) alimentos com alta concentração das frações A+B1 apresentam excelente fonte de energia para o desenvolvimento de microorganismos no rúmen, sendo necessário a inclusão de fontes protéicas de rápida degradação no rúmen, apresentando como finalidade a sincronização entre a liberação de energia e nitrogênio.

A fração B2 no feno de braquiária (Tabela 2) foi superior aos demais fenos. Alimentos volumosos com altos teores de FDN apresentam maiores valores da fração B2 de carboidratos este componente fornece energia lentamente no rúmen e pode influenciar a eficiência de síntese microbiana e o desempenho animal. Nesses casos, a forragem deve ser suplementada com fontes energéticas de rápida disponibilidade no rúmen, quando não apresentar limitações protéicas em quantidade e qualidade (OLIVEIRA et al., 2012).

**Tabela 2** – Teores percentuais médios de carboidratos totais (CHT) carboidratos não fibrosos (A+B1), componentes disponíveis correspondente à fração potencialmente degradável (B2) e fração indigestível da parede celular (C) dos fenos de aveia, azevém, braquiária e coast-cross.

	Feno Aveia	Feno Azevém	Feno braquiária	Feno Coast-cross	CV%
CHT (MS%)	72,75 <sup>d</sup>	80,36 <sup>b</sup>	92,11 <sup>a</sup>	77,25 <sup>c</sup>	0,53
Frações A+B1(CHT%)	42,12 <sup>b</sup>	47,61 <sup>a</sup>	15,59 <sup>d</sup>	18,56 <sup>c</sup>	0,84
Fração B2 (CHT%)	53,19 <sup>c</sup>	49,54 <sup>d</sup>	72,63 <sup>a</sup>	67,11 <sup>b</sup>	0,51
Fração C (CHT%)	4,69 <sup>c</sup>	2,85 <sup>d</sup>	11,77 <sup>b</sup>	14,33 <sup>a</sup>	3,77

Médias, na linha, seguidas por letras distintas, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo Teste Tukey

CHT- Carboidratos totais (CHT = 100 – PB% - EE% - MM%)

CV- Coeficiente de variação.

O feno de coast-cross apresentou maior fração C de carboidratos em relação aos demais fenos. Segundo Andrade et al. (2010) quanto maior for a quantidade de fração C dos carboidratos em um alimento menor será a capacidade de degradação dos carboidratos, assim possivelmente o crescimento da massa microbiana poderá ser influenciada diminuindo a eficiência se não houver suplementação com alimentos com proporções adequadas de frações potencialmente degradáveis dos carboidratos.

Resultados semelhantes aos deste estudo, em relação ao feno de braquiária para CHT e fração B2 (93,4% e 73,2%, respectivamente), quantidades superiores de fração A+B1 (1,7%) e os valores inferiores para fração C (25,2%), foram divulgados por Malafaia et al. (1998), para o feno de *Brachiária Decumbens*. Para o feno de coast-cross os valores deste estudo foram semelhantes para CHT e fração B2 (86,3% e 76,6% respectivamente), resultados superiores para fração A+B1 (0,7%) e os valores inferiores para a fração C (25,2%), aos divulgados por Malafaia et al. (1998) para o feno de coast-cross.

Os maiores valores para a fração A da proteína bruta base matéria seca foram observados no feno de aveia (Tabela 3) e do feno de coast-cross, com valores 3,53% e 2,66% respectivamente. Segundo Silveira et al. (2010) alimentos com maiores quantidades de fração A de PB é necessário adequar com outros compostos que disponibilizem teores compatíveis de fração A+B1 dos carboidratos, para ocorrer a potencialização da fermentação aumentar a síntese de proteína microbiana no rúmen.



**Tabela 3** – Fracionamento da proteína bruta dos fenos de aveia, azevém, braquiária e coast-cross em quantidade PB total base MS e porcentagem da PB total em cada fração.

	Feno Aveia	Feno Azevém	Feno Braquiária	Feno Coast-cross	CV%
Porcentagem proteína bruta na matéria seca					
Fração A	3,53 <sup>a</sup>	0,56 <sup>b</sup>	0,82 <sup>b</sup>	2,66 <sup>a</sup>	24,71
Frações B1+B2	9,52 <sup>a</sup>	6,98 <sup>b</sup>	0,94 <sup>d</sup>	4,99 <sup>c</sup>	2,59
Fração B3	2,14 <sup>b</sup>	1,67 <sup>c</sup>	0,56 <sup>d</sup>	5,13 <sup>a</sup>	1,56
Fração C	0,40 <sup>c</sup>	0,31 <sup>d</sup>	0,47 <sup>b</sup>	1,45 <sup>a</sup>	1,86
Total	15,60 <sup>a</sup>	9,52 <sup>c</sup>	2,80 <sup>d</sup>	14,23 <sup>b</sup>	4,24
Porcentagem proteína bruta					
Fração A	22,65 <sup>b</sup>	5,85 <sup>c</sup>	29,22 <sup>a</sup>	18,70 <sup>b</sup>	13,14
Frações B1+B2	61,05 <sup>b</sup>	73,32 <sup>a</sup>	33,69 <sup>c</sup>	35,04 <sup>c</sup>	4,15
Fração B3	13,74 <sup>d</sup>	17,56 <sup>c</sup>	20,20 <sup>b</sup>	36,05 <sup>a</sup>	2,61
Fração C	2,57 <sup>c</sup>	3,26 <sup>c</sup>	16,89 <sup>a</sup>	10,20 <sup>b</sup>	2,61

Médias, na linha, seguidas por letras distintas, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste tukey.  
CV- Coeficiente de variação.

Observou-se que o feno de aveia apresentou a maior quantidade da PB na fração B1+B2 em porcentagem da matéria seca, seguido pelos fenos de aveia, coast-cross e braquiária. Segundo Sá et al. (2010) a fração B1+B2, por apresentar rápida taxa de degradação ruminal em relação à fração B3, tende a ser extensivamente degradada no rúmen, contribuindo para o atendimento dos requisitos de nitrogênio dos microrganismos ruminais, porém a rápida proteólise no rúmen dessas frações pode permitir o seu escape.

O feno de coast-cross apresentou maior fração B3 de proteína bruta base matéria seca (Tabela 3) do que os demais fenos. Andrade et al. (2010) afirmaram que alimentos com altos teores de PIDN e PIDA tendem a ter maior fração B3, esta fração é caracterizada pelos teores de proteínas ligadas à parede celular e por sua lenta degradação, isso ocasiona a elevação dos teores de proteína não degradável no rúmen.

O feno de braquiária apresentou maior quantidade de fração C de proteína bruta em porcentagem da matéria seca em relação ao feno de coast-cross. Segundo Alves (2004) esta fração é ligada a LDA onde se encontra indisponível para fermentação e síntese de proteína microbiana. Neste contexto alimentos com altas quantidades de fração C devem ser suplementados, para melhorar a síntese de proteína microbiana.

Segundo Rocha Junior et al. (2003) para determinar o valor nutricional de um alimento não basta somente basear-se nas análises químicas dos mesmos, atributos biológicos são mais significativos para se obter estimativas do aproveitamento dos alimentos. Um método de avaliação é a degradabilidade por produção de gases.

Na produção de gases pelos volumosos (Tabela 4) com a utilização do modelo matemático de Gompertz apresenta três parâmetros a, b, c. O parâmetro “a” que leva em consideração a quantidade necessária para completa degradação do substrato (mL/grama MS) apresentou a maior quantidade para o feno de azevém, seguido do feno de aveia e pelos fenos de braquiária e coast-cross, que não apresentaram diferença entre si. As maiores valores para o parâmetro “a” observados para o feno de azevém está relacionado com os baixos teores de FDA, LDA e fração C para PB e CHT, segundo Azevedo et al. (2003) quanto menor a quantidade de LDA maior a degradabilidade de um alimento facilitando assim o acesso dos microrganismos as partes potencialmente degradáveis, Getachew et al. (1998) afirmaram que quanto maior as quantidades de compostos solúveis ou digestíveis, maior a quantidade de gases produzido, pois provavelmente ocorre aumento na quantidade de bactérias.

**Tabela 4** – Valores para os parâmetros da cinética de degradação *in vitro* para os fenos de aveia, azevém, braquiária e coast-cross, em líquido ruminal de bovinos e ovinos.

Parâmetro a					
Animal	Feno Aveia	Feno Azevém	Feno Braquiária	Feno Coast-cross	CV%
Bovinos	223,92 <sup>Ab</sup>	264,02 <sup>a</sup>	201,61 <sup>Ac</sup>	202,21 <sup>Ac</sup>	12,38
Ovinos	205,12 <sup>Bb</sup>	252,74 <sup>a</sup>	167,32 <sup>Bc</sup>	151,49 <sup>Bc</sup>	21,91
CV%	8,87	4,07	12,87	15,69	
Parâmetro b					
Bovinos	2,25 <sup>b</sup>	2,29 <sup>b</sup>	2,90 <sup>b</sup>	4,35 <sup>Ba</sup>	31,83
Ovinos	2,29 <sup>b</sup>	2,22 <sup>b</sup>	3,20 <sup>b</sup>	6,82 <sup>Aa</sup>	59,00
CV%	2,29	3,98	13,93	33,16	
Parâmetro c					
Bovinos	0,046 <sup>Ba</sup>	0,046 <sup>Ba</sup>	0,030 <sup>Ab</sup>	0,042 <sup>a</sup>	19,33
Ovinos	0,060 <sup>Aa</sup>	0,059 <sup>Aa</sup>	0,019 <sup>Bc</sup>	0,042 <sup>b</sup>	37,87
CV%	16,43	14,17	26,54	8,47	

a = volume de gases correspondente à completa digestão do substrato (assintota) (mL/ grama MS); b = taxa específica semelhante à taxa de degradação (%/h); c = fator constante de eficiência microbiana, que descreve o ponto de inflexão da curva a uma determinada velocidade de produção de gases (mL/h).

Letras minúsculas diferem na linha (P<0,05) pelo Teste Tukey

Letras maiúsculas diferem na coluna.

CV- Coeficiente de variação.

Entre os líquidos ruminais de ovinos e bovinos no parâmetro “a” não foi observada diferença no feno de azevém, os demais fenos apresentaram diferença entre a quantidade de gases produzidos, sendo maior a produção obtida com líquido ruminal de bovino. Segundo O'Regain e Owen-Smith (1996), esta menor produção de gases em líquido ruminal de ovinos pode ocorrer devido a maior seletividade dos ovinos em comparação aos

bovinos assim a quantidade de bactérias capazes de degradar as fibras se tornam maior em líquido ruminal de bovinos.

A produção de gases/hora (parâmetro b) foi maior para o feno de coast-cross, tanto para bovinos como para ovinos.

A eficiência microbiana (parâmetro c) apresenta-se diferente dentro do líquido ruminal de cada categoria analisada. Nos bovinos os fenos de aveia, azevém e de coast-cross não apresentaram diferenças entre eles, mas a feno de braquiária apresentou diferença em relação aos outros alimentos, sendo o alimento com menor velocidade na produção de gases (mL/h). Segundo Azevedo et al. (2003) quanto maior a quantidade de LDA e FDA, mais difícil será a digestão do alimento. Portanto com estas grandes concentrações de LDA e FDA no feno de braquiária as bactérias tem maior dificuldade para degradar a fibra e acabam se tornando mais lentas.

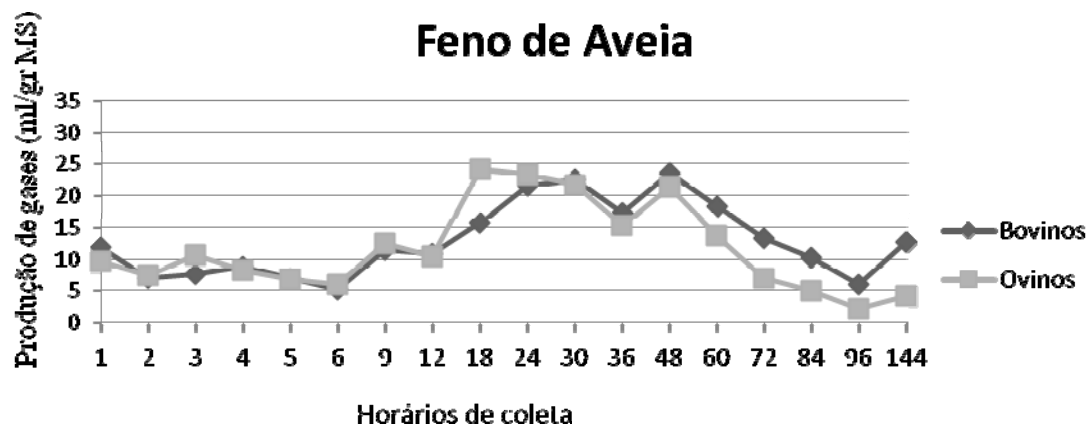
Na produção de gases por tempo de coleta (Figuras 1, 2, 3 e 4) apresenta a produção de gases por tempo de coleta. Pode-se observar que tanto em líquido ruminal de ovinos e de bovinos as maiores quantidade de gases produzidos nas primeiras horas de coleta para os fenos de aveia e azevém, e menores nos fenos de braquiária e caost-cross, isso provavelmente se deve pela maior quantidade de carboidratos nas frações solúveis e de rápida degradação (Frações A+B1) presente nos fenos de aveia e azevém, estas frações são degradados primeiro assim a produção de gases inicial torna-se maior. Segundo Fortaleza (2011) quanto maior a quantidade de carboidratos nas frações mais solúveis e degradáveis maior será a produção de gases deste alimento. Alimentos com grandes quantidades de frações solúveis deve-se priorizar a suplementação com teores de proteína solúvel e de rápida degradação no rúmen. Segundo Silveira et al. (2010) com aporte de proteína podem ocorrer aumentos na fermentação e na síntese de proteína microbiana no rúmen.

Na curva de produção de gases também pode-se observar nos fenos de aveia, azevém e caost-cross um pico de produção de gases por volta das 48 horas após a incubação. Este pico provavelmente tenha relação com a quantidade de Fração B2 dos carboidratos nos alimentos, segundo Oliveira et al. (2012) esta fração fornece energia lentamente no rúmen sendo sua degradação mais lenta.

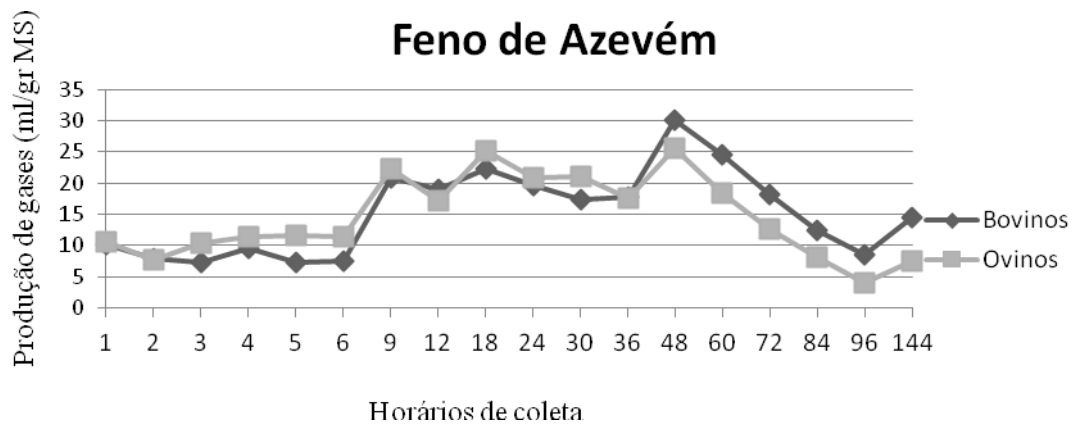
O feno de braquiária (Figura 4) também apresentou pico de produção às 48 horas, provavelmente também pela grande concentração de fração B2 dos carboidratos, mas a maior produção de gases neste alimento foi presente às 144 horas após a incubação, segundo Azevedo et al. (2003) alimentos com teores altos de FDA e LDA dificultam a degradação do

alimento, provavelmente influenciado na síntese microbiana e postergado o pico de produção de gases.

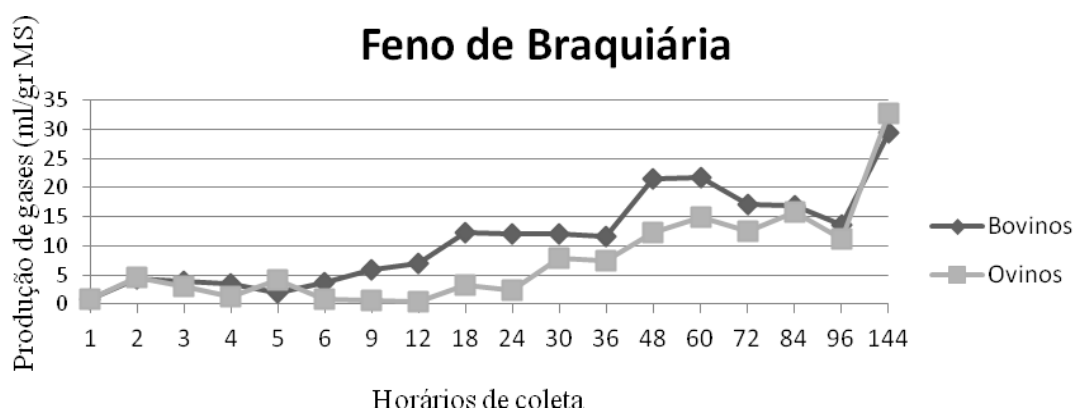
**Figura 1** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do feno de aveia.



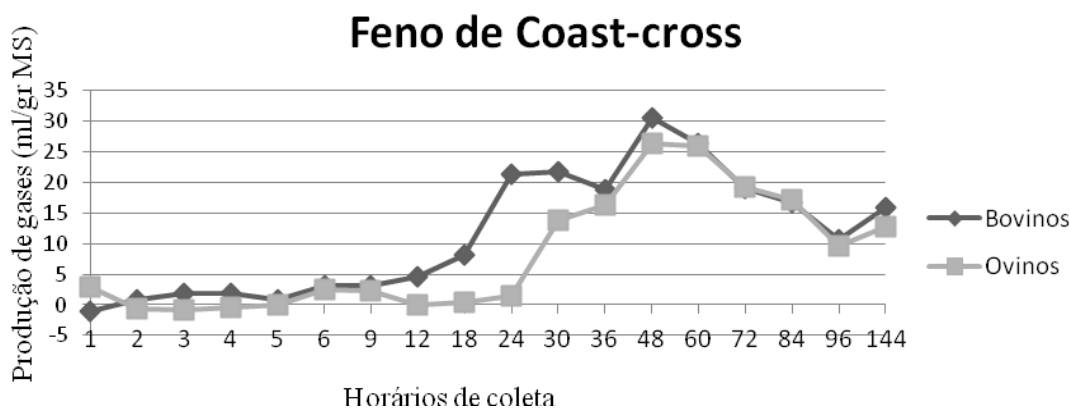
**Figura 2** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do feno de azevém



**Figura 3** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do feno de braquiária.



**Figura 4** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do feno de coast-cross



## Conclusão

Nas determinações dos fracionamentos de carboidratos e das proteínas o feno de azevém apresentou a maior parte de seus nutrientes presentes nas porções mais degradáveis do alimento. Na cinética de fermentação *in vitro* o feno de azevém apresentou a maior quantidade de gases produzidos entre os fenos, sendo este alimento com a maior fermentação entre os avaliados.

O feno de braquiária apresentou a menor quantidade de PB sendo necessária suplementação protéica para melhorar a sua utilização na alimentação de animais ruminantes.

## Referências

- ALVES, D. D. Nutrição aminoacídica de bovinos. **Revista brasileira de agrociência**, v. 10, n. 3, p. 265-271, Pelotas RS. 2004.
- ANDRADE, I. V. O.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; VELOSO, C. M.; BONOMO P. Fracionamento de proteína e carboidratos em silagens de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2342-2348, 2010.
- AZEVÊDO, J. A. G.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; CARNEIRO, P. C. S.; LANA, R. P.; BARBOSA, M. H. P.; FERNANDES, A. M.; RENNÓ, F. P. Composição Químico-Bromatológica, Fracionamento de Carboidratos e Cinética da Degradação in vitro da Fibra de Três Variedades de Cana-de-Açúcar (*Saccharum* spp.), **Revista brasileira de zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1443-1453, 2003.
- BARBOSA, M. A. A. F.; OLIVEIRA, R. L.; CECATO, U.; MATOS, R. C.; SANTIAGO, M. S. B.; RODRIGUES, A.; COSTA, R. R.; CARVALHO, J. A.; MENEZES, F. O. Frações de proteínas e de carboidratos de *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça sob diferentes intervalos de corte e níveis de adubação nitrogenada. In: **40ª Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, Santa Maria. 2003.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**, Jaboticabal SP, Funep 2006.
- BRÂNCIO, P. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; REGAZZI, A. J.; ALMEIDA, R. G.; FONSECA, D. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de Três Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob Pastejo. Composição Química e Digestibilidade da Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1605-1613, 2002.
- CABRAL, C. H. A.; BAUER, M. O.; CABRAL, C. E. A. Influência das características anatômicas e estruturais do dossel forrageiro no consumo de ruminantes. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 7, n. 13, 2011.
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VELOSO, R. G.; NUNES, P. M. M. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-elefante, o feno de capim-tifton-85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6. Viçosa, nov./dec. 2004.
- CAVALCANTE, A. C. R.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; RIBEIRO, K. G.; GARCIA, R.; LANA, R. P. Dietas Contendo Silagem de Milho (*Zea mays* L.) e Feno de Capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em Diferentes Proporções para Bovinos. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 33, p. 2394-2402. 2004.
- COBLENTZ, W. K.; FRITZ, J. O.; BOLSEN, K. K.; COCHRAN, R. C.; FU, L. Q. Relating sugar fluxes during bale storage to quality changes in alfalfa hay. **Agronomy Journal**, 89(5): 800-807. 1997.

COSTA, C.; ARRIGONI, M. B.; SILVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, H. N. Desempenho de bovinos superprecoces alimentados com silagem de milho ou feno de aveia e grãos de milho ensilados ou secos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 1175-1183, 2002.

DENNIS, W. D.; WOLEDGE, J. The effect of nitrogen in spring on shoot number and leaf area of white clover in mixtures. **Grass and Forage Science**, v. 42, n. 3, p. 265-269, 1987.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental designs package. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes/ExpDes.pdf>>.

FORTALEZA, A. P. S. **Torta de nabo forrageiro**: valor nutritivo, ingestão, desempenho e características de carcaça e da carne de novilhas ½ Limousin + ½ Nelore. 2011. 94f. Tese (Doutorado em Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

FURLANETTI, A. C. Produção, utilização e comercialização do feno. **Revista multidisciplinar da UNESP**, 2008.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; CARVALHO, D. D.; SCHAMMASS, E. A. Avaliação de Características agrônômicas e morfológicas dos capins marandu, setária e tanzânia aos 35 dias de crescimento nas estações do ano. **Revista brasileira de zootecnia**, 29, p. 947-954. 2000.

GETACHEW, G.; BLUMMEL, M.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. **Animal Feed Science Technology**, 1998.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; NETO, A. F. G.; ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, Viçosa, 2011

JUNG, H. G.; BUXTON, D. R.; HATFIELD, R. D.; RALPH, J. Forage cell wall structure and digestibility, Madison: **American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America**, p. 685-714. 1993.

LACERDA, M. S. B.; ALVES, A. A.; OLIVEIRA, M. E.; ROGÉRIO, M. C. P.; CARVALHO, T. B.; VERAS, V. S. Composição bromatológica e produtividade do capim-andropógon em diferentes idades de rebrota em sistema silvipastoril. **Revista Acta Scientiarum**. Animal Sciences Maringá, v. 31, n. 2, p. 123-129, 2009.

LEMPP, B.; MORAIS, M. G. Qualidade de plantas forrageiras. In: ZOOTEC, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2005.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

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

MAURICIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S.; OWEN, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. A semi-automated in vitro gases production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 79, p. 321-330, 1999.

MCDOUGAIL, E. I. Studies on ruminant saliva. **The composition and output of sheep saliva**. Biochem, 1949.

MEDEIROS, H. R.; BATISTA, Â. M. V.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; TINOCO, A. F. F. Composição química e degradabilidade do capim andrequicé (echinochloa crus-galli, (L.) beauv.) em duas idades de colheita. **Revista verde (Mossoró – RN – Brasil)** v. 4, n. 2, p. 101–105, 2009.

MERTENS, D. R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 188-219.

MIZUBUTI, I. Y.; PINTO, A. P.; PEREIRA, E. S.; OLIVEIRA, B. M. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para ruminantes**. Londrina: EDUEL. 226p. 2009.

O'REAGAN, P. J.; OWEN-SMITH, R. N. Effect of species composition and sward structure on dietary quality in cattle and sheep grazing South African Sourveld. **Journal Agricultural Science**. Cambridge. v. 127, p. 261-270. 1996.

OLIVEIRA, A. C.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; OLIVEIRA, H. C.; ALMEIDA, V. V. S.; VELOSO, C. M.; ROCHA NETO, A. L.; OLIVEIRA, U. L. C. Farelo de mandioca na ensilagem de capim-elefante: fracionamento de carboidratos e proteínas e características fermentativas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 4, p. 1020-1031, 2012.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 3, p. 313-26, 1994.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Development Core Team. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Austria, 2011.

ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 14 set. 2011.

REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; PEDREIRA, M. S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 319p. 2001.

RIBEIRO, K. G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R. Consumo e digestibilidades aparentes total e parcial, de nutrientes, em bovinos recebendo rações contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 573-580, 2001.



RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V.; VH. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. **Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo de estado de Minas Gerais**, p. 289-302. 1999.

ROCHA JUNIOR, V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; BORGES, Á. M.; DETMANN, E.; MAGALHÃES, K. A.; VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; CECON, P. R. Estimativa do Valor Energético dos Alimentos e Validação das Equações Propostas pelo NRC (2001), **Revista brasileira de zootecnia**. v. 32, n. 2, p. 480-490, 2003.

SÁ, J. F.; PEDREIRA, M. S.; SILVA, F. F.; BONOMO, P.; FIGUEIREDO, M. P.; MENEZES, D. R.; ALMEIDA, T. B. Fracionamento de carboidratos e proteínas de gramíneas tropicais cortadas em três idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 3, Belo Horizonte. 2010.

SILVA, V. P.; ALMEIDA, F. Q.; MORGADO, E. S.; FRANÇA, A. B.; VENTURA, H. T.; RODRIGUES, L. M. Digestibilidade dos nutrientes de alimentos volumosos determinada pela técnica dos sacos móveis em equinos. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 82-89, 2009.

SILVEIRA J. P. F.; PANICHI A.; PERSICHETTI JÚNIOR P.; FACTORI M. A.; BALDIM S.; COSTA C. Aspectos da degradação sincronizada de nutrientes e seus efeitos na produção de ruminantes. **Revista Unimar Ciências**, Marília SP., Vol. XVII, 2008.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

ZANINE, A. M.; MACEDO JUNIOR, G. L. Importância do consumo da fibra para nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária REDVET**, ISSN 1695-7504, v. 7, n. 2, 2006.

## 4.2 Avaliação Nutricional e Cinética de Degradação *In Vitro* de Alguns Concentrados Energéticos Utilizados na Alimentação de Ovinos e Bovinos<sup>2</sup>

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a quantidade e a qualidade dos nutrientes de alguns concentrados energéticos. O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Londrina, e as análises no Laboratório de Nutrição Animal. Os alimentos analisados foram aveia branca (*avena sativa*), gérmen de milho, trigoilho e farelo de trigo. Foi determinada a composição bromatológica e os fracionamentos de carboidratos (A+B1, B2 e C) e de proteínas (A, B1+B2, B3 e C). A degradabilidade *in vitro* foi realizada com líquido ruminal de ovinos e de bovinos. Foram utilizados três ovinos e três bovinos. Os alimentos foram incubados e as leituras da produção de gases foram realizadas nos tempos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 84, 96 e 144 após a incubação. Para a avaliação do fracionamento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A Produção de gases foi analisada utilizando um esquema fatorial 4X2 sendo quatro alimentos e duas espécies animal, as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação da cinética de fermentação ruminal foi utilizado o modelo matemático de Gompertz. O farelo de trigo apresentou maiores quantidades de PB, FDA e LDA entre os alimentos. O gérmen de milho teve à maior quantidade de CHOT. A fração A na PB do farelo de trigo e do trigoilho foram superiores aos demais alimentos, enquanto na fração B1+B2 a aveia branca foi superior aos outros alimentos. Na degradação as quantidades de gases produzidos por grama no líquido ruminal de bovinos foram superiores para o gérmen de milho semelhantes a aveia branca e o trigoilho. Em líquido ruminal de ovinos a produção foi superior com o gérmen de milho. O farelo de trigo entre os alimentos analisados apresentou a menor quantidade de gases produzido (mL/g) e as menores taxas de degradação (%/h) entre os alimentos tanto em líquido ruminal de bovinos como de ovinos. Entre os alimentos analisados destaca-se as quantidades de PB do farelo de trigo e do trigoilho, e a grande quantidade de CHOT presentes no gérmen de milho, além da grande quantidade de gases produzido pelo gérmen de milho tanto em líquido ruminal de ovinos como de bovinos.

**Palavras-chave:** Taxa de degradação. Composição bromatológica. Nutriente

### Nutritional Assessment and *In Vitro* Degradation Kinetics Of Some Energy Used In Concentrated Power Of Sheep And Cattle

**Abstract:** The aim of this study was to evaluate the quantity and quality of nutrients of some concentrated energy. The experiment was conducted at the State University of Londrina, and analysis at the Laboratory of Animal Nutrition. Foods were analyzed oat (*Avena sativa*), corn germ, trigoilho and wheat bran. The chemical composition was determined, and the fractionation of carbohydrates (A + B1, B2 and C) and protein (A, B1 + B2, B3, and C). The degradability was evaluated *in vitro* with rumen fluid from sheep and cattle. We used three sheep and three cows. The feeds were incubated and gas production readings were performed on days 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 84, 96 and 144 after incubation. For the evaluation of fracionamento was used completely randomized design means compared by Tukey test at 5% probability. Production of gas was analyzed using a 4X2 factorial design

<sup>2</sup> Artigo escrito conforme as normas da Revista SEMINA: Ciências Agrárias.

with four food and two animal species, the means were compared by Tukey test at 5% probability. To evaluate the kinetics of ruminal fermentation was used the mathematical model of Gompertz. Wheat bran had higher amounts of CP, ADF and ADL among foods. The corn germ had the greater amount of TC. Fraction A CP in wheat bran and wheat middling were superior to other foods, while in fraction B1 + B2 to oat was higher than other foods. Degradation in the quantity of gas produced per gram of bovine rumen fluid were higher for corn germ similar to oat and wheat middling. In rumen fluid of sheep production was higher with corn germ. Wheat bran among analyzed foods had the lowest amount of gas produced (ml/g) and lower degradation rate (%/h) between food both in rumen of cattle and sheep. Among the foods analyzed stands quantities CP wheat bran and trigoilho, and large amount of TCHO present in corn germ, besides the large amount of gases produced by corn germ in both rumen of sheep and cattle.

**Keywords:** Degradation rate. Chemical composition, Nutrient.

## **Introdução**

A energia é o elemento que mais limita o desempenho dos ruminantes, merecendo, especial atenção dos nutricionistas no que diz respeito às exigências do animal e sua disponibilidade (ROCHA JUNIOR et al., 2003). O conhecimento da composição bromatológica e dos valores de digestibilidade dos alimentos que compõem a dieta dos ruminantes é de fundamental importância dentro do processo produtivo. A ausência de dados na literatura sobre a composição bromatológica de coprodutos mostra a falta de caracterização e informações nutricionais que permitam a recomendação dos mesmos de forma mais ampla (PEREIRA et al., 2010).

Nos atuais sistemas de adequação de dietas para ruminantes, são necessárias informações relativas às proporções das frações dos alimentos, bem como de suas taxas de digestão. Isto é relevante no sentido de sincronizar a disponibilidade de energia e proteína no rúmen a fim de maximizar a eficiência microbiana e a digestão dos alimentos, além de reduzir as perdas decorrentes da fermentação ruminal (GOES et al., 2008).

Pela grande importância de se obter a quantidade de nutrientes potencialmente degradáveis utiliza-se técnicas para mensurar esta degradação. Uma destas técnicas é a de produção de gases que consiste basicamente em medir a produção total de gases liberados pela degradação de uma amostra incubada em líquido ruminal tamponado. Esta técnica tem como vantagem determinar a cinética de degradação em uma única amostra, sendo necessária uma quantidade relativamente pequena permitindo que um maior número de amostras possa ser avaliado ao mesmo tempo (MOREIRA et al., 2009).

Com a estimativa das variáveis da cinética dos nutrientes no trato digestivo, é possível o fornecimento de dietas mais adequadas, visando à máxima eficiência de síntese

de proteína microbiana, bem como a redução das perdas energéticas e nitrogenadas decorrentes da fermentação ruminal, observando entre os alimentos a sincronização na degradação de nitrogênio e carboidratos no rúmen (MOREIRA et al., 2009).

Considerando que os concentrados energéticos são de grande importância na produção de animais ruminantes, pois normalmente nas formulações estes alimentos representam a maior porcentagem dos concentrados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a quantidade e a qualidade dos nutrientes de alguns concentrados energéticos, com a determinação da composição bromatológica, fracionamento de carboidratos e proteínas e a cinética de degradação *in vitro* dos alimentos em líquido ruminal de ovinos e de bovinos.

## Material e Métodos

Os alimentos analisados neste estudo foram aveia branca (*avena sativa*), gérmen de milho, trigoilho e farelo de trigo. A determinação da composição bromatológica e o fracionamento dos carboidratos e das proteínas foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Para a determinação os alimentos foram triturados em peneiras de 2 mm. Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA), foram determinados segundo metodologias citadas por Mizubuti et al. (2009).

As frações dos carboidratos foram obtidas conforme equações propostas por Sniffen et al. (1992), onde: Carboidratos totais (CHT) = 100 - PB% - EE% - MM%. Fração A+B1 = 100 - B2 + C; Fração B2 =  $100 \times ((\text{FDN} (\% \text{MS}) - \text{PIDN} (\% \text{PB}) \times 0,01 \times \text{PB} (\% \text{MS})) - \text{FDN} (\% \text{MS}) \times 0,01 \times \text{LDA} (\% \text{FDN}) \times 2,4)) / \text{CHT} (\% \text{MS})$ ; Fração C =  $(100 \times \text{FDN} (\% \text{MS}) \times 0,01 \times \text{LDA} (\% \text{FDN}) \times 2,4 / \text{CHT} (\% \text{MS}))$ .

O fracionamento dos compostos nitrogenados foi realizado de acordo com o protocolo descrito por Licitra et al. (1996). A Fração A foi obtida após o tratamento de 0,5 g de amostra com 50 mL de água destilada por 30 minutos, e em seguida realizada a adição de 10 mL da solução de ácido tricloroacético (TCA) a 10%, deixando-se em repouso por mais 25 minutos. Após este período, filtrou-se em papel de rápida filtração, lavando o resíduo com 50 mL de solução de TCA a 1% e determinou-se o teor de nitrogênio do resíduo mais o papel, também foi determinada a quantidade de nitrogênio presente no papel como branco, o valor

encontrado foi subtraído-se da determinação do nitrogênio da amostra mais papel. A fração A foi calculada pela diferença entre o teor de N-total e o N-insolúvel no TCA, por meio da equação  $[(NT-NI) * 100] / NT$  em que, NT= nitrogênio total da amostra e NI= nitrogênio insolúvel após tratamento com TCA.

A Fração B3 foi determinada pela diferença entre a proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e a proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA). A Fração C foi considerada como o PIDA. Obteve-se a fração B1+B2 pela diferença entre a proteína insolúvel em TCA e o PIDN, ou subtraindo-se de 100 a soma das frações A, B3 e C.

Para a cinética de degradação ruminal foi utilizado líquido ruminal de três bovinos e três ovinos. Todos os animais foram alimentados com rações que possuíam na sua composição, os alimentos analisados. O fornecimento da ração foi realizado duas vezes ao dia, na parte da manhã as 8:00 e a tarde as 17:00, sendo a coleta de líquido ruminal realizada as 7:00 da manhã antes da alimentação. Todos os animais utilizados, neste estudo, possuíam cânulas no rúmen e pertenciam a FAZESC, da UEL. Para coleta do líquido ruminal em ovinos foi utilizada uma bomba a vácuo. A coleta do líquido ruminal dos bovinos foi realizada em cinco pontos distintos do rúmen: no lado esquerdo, direito, parte superior, inferior e meio do rúmen. Procedimento realizado para se obter maior uniformidade possível do líquido ruminal.

A cinética de degradação ruminal foi estimada com o uso da técnica de produção de gases *in vitro*, para cada alimento avaliado foram incubados doze frascos sendo 6 com líquido ruminal de bovinos e 6 com líquido ruminal de ovinos, além de frascos sem alimentos, considerados branco. Foram pesados 500 mg de amostras em frasco de vidros de 100 mL, contendo 40 mL de solução tampão de McDougall (1949), previamente reduzida com CO<sub>2</sub> (pH 6,9). Posteriormente, foram adicionados, em cada frasco, 10 mL de líquido ruminal oriundo de bovinos ou de ovinos fistulados no rúmen, o líquido ruminal foi mantido a 39°C em banho-maria. Em seguida, os frascos foram vedados com rolha de borracha, e após realizada a estabilização da pressão dentro do frasco. A partir deste momento, a pressão dos gases produzidos pela fermentação do substrato e acumulada nos frascos foi mensurada por meio de um sensor de pressão acoplado a um manômetro, nos tempos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 84, 96 e 144 de fermentação, após cada mensuração era retirado os gases produzidos.

O modelo matemático de Gompertz foi utilizado para a avaliação da cinética de fermentação,  $Y_t = a * \exp^{(-b) * \exp(-c * t)}$ , sendo  $Y_t$  = volume de gases no tempo (mL),  $a$  = volume de gases correspondente à completa digestão do substrato (assíntota) (mL/grama MS);  $b$  = taxa específica semelhante à taxa de degradação (%/h);  $c$  = fator constante de eficiência

microbiana, que descreve o ponto de inflexão da curva a uma determinada velocidade de produção de gases (mL/h),  $t$  = tempo de incubação (h). O procedimento não linear do R (2011) foi utilizado para ajustar os dados ao modelo.

As análises estatísticas dos dados obtidos pelo fracionamento de carboidratos e proteínas foram analisados em delineamento inteiramente casualizado e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação dos parâmetros da cinética de degradação ruminal *in vitro*, os dados foram avaliados em esquema fatorial 4X2, sendo 4 (quatro) alimentos e duas espécies animal (bovinos e ovinos), os dados obtidos foram submetidos a análise de normalidade, aditividade e homocedasticidade e analisados em DIC utilizando o pacote ExpDes do programa estatístico R. Os valores do fracionamento de carboidratos e proteínas foram comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

A PB do farelo de trigo foi (Tabela 1) superior teores divulgados por Zambom et al. (2001) que relataram valores de 17,43% PB, e Valadares Filho e Valadares (2001) 16,79%. Nunes et al. (2001) ao comparar diversos farelos de trigo relataram diferença entre eles, estas diferenças podem ser atribuídas ao clima, fertilidade do solo da região onde o trigo foi cultivado e a maneira pelo qual o trigo é processado, sendo assim este produto necessita de constantes análises bromatológicas pois a sua variação pode ser significativa na alimentação.

**Tabela 1** – Composição bromatológica da aveia branca, farelo de trigo, gérmen de milho e trigoilho (%MS).

	Aveia Branca	Farelo de trigo	Gérmen de milho	Trigoilho
MS	89,53	89,44	86,34	87,19
PB	13,40	19,16	12,97	17,15
PIDN	4,42	8,89	5,84	11,23
PIDA	2,36	3,74	3,47	6,99
FDN	46,84	40,53	29,04	24,70
FDA	9,32	11,38	7,11	5,76
LDA	1,18	1,94	0,38	1,11
MM	2,41	4,70	5,76	2,04
EE	5,67	2,64	1,53	2,74

LDA: Lignina em detergente ácido, obtida por meio de digestão ácida ( $H_2SO_4$  a 72%).

NIDN: Nitrogênio insolúvel em detergente neutro.

NIDA: Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

O trigoilhoso também apresentou grande quantidade de PB, segundo Nunes et al. (2001) trigoilhoso apresenta grãos pouco desenvolvidos, mal granados ou chochos resultantes de lotes em que o peso específico é menor que o mínimo exigido na moagem, ou da classificação do trigo após a eliminação de impurezas. Neste sentido é quase impossível apresentar uma quantidade constante das análises apresentadas na composição bromatológica do trigoilhoso, pois este sofre grande variação de um lote para outro resultando em necessidade de análises da composição bromatológica sempre que houver troca de lotes.

A aveia branca e o farelo de trigo apresentaram grandes quantidades de FDN, FDA e LDA, segundo Peixoto et al. (1985) o grão de aveia e o farelo de trigo apresentam maiores quantidades de fibra, pois a sua casca aumenta essa porção do alimento.

O gérmen de milho apresenta baixa quantidade de extrato estéreo, segundo Brunelli et al. (2010), após a retirada do amido e da casca, o gérmen apresenta grande quantidade de óleo, então este passa por um processo de extração do óleo, o que o deixa com baixas quantidades deste componente. Quantidades de extrato etéreo foram semelhantes as relatadas por Ezequiel et al. (2006) que obtiveram 1,6% de extrato etéreo para o gérmen de milho.

Os alimentos analisados apresentaram diferença para a quantidade de carboidratos totais (CHT) (Tabela 2) sendo o gérmen de milho com maior quantidade e o farelo de trigo com a menor. Oliveira et al. (2012) também observou que a denominação CHT é vaga, pois estes valores são influenciados pelas quantidades de PB, EE e MM, assim para obter-se dados mais acurados para a melhor formulação de dietas e sincronização dos carboidratos com as proteínas se faz necessário o fracionamento deste nutriente.

Segundo Lima et al. (2006) os carboidratos são as principais fontes de obtenção de energia na dieta dos animais e incluem uma grande variedade de compostos orgânicos que possuem perfis de fermentação e digestão diferentes, atuando de maneira distinta no organismo animal.

**Tabela 2** – Teores percentuais médios de carboidratos totais (CHT) carboidratos não fibrosos (A+B1), componentes disponíveis correspondente à fração potencialmente degradável (B2) e fração indigestível da parede celular (C) da Aveia branca, farelo de trigo, gérmen de milho e trigoilho.

	Aveia Branca	Farelo de trigo	Gérmen de milho	Trigoilho	CV%
CHT (MS%)	78,52 <sup>b</sup>	73,50 <sup>c</sup>	79,75 <sup>a</sup>	78,08 <sup>b</sup>	0,25
Frações A+B1(CHT%)	53,16 <sup>d</sup>	59,47 <sup>c</sup>	70,96 <sup>b</sup>	75,30 <sup>a</sup>	0,80
Fração B2 (CHT%)	46,05 <sup>a</sup>	39,49 <sup>b</sup>	28,95 <sup>c</sup>	24,49 <sup>d</sup>	1,47
Fração C (CHT%)	0,79 <sup>b</sup>	1,04 <sup>a</sup>	0,10 <sup>c</sup>	0,21 <sup>c</sup>	9,56

Médias, na linha, seguidas por letras distintas, diferem (P<0,05) pelo teste tukey.

CHT- Carboidratos totais CHT= 100- PB%-EE%-MM%

CV- Coeficiente de variação.

No fracionamento dos carboidratos, destes alimentos, todos apresentaram maior concentração nas frações A+B1, o que possibilitaria uma maior adequação a sincronização com alimentos que possuam maiores quantidades de PB nas frações mais solúveis. O trigoilho apresentou a maior quantidade de fração A+B1 entre os alimentos avaliados. Segundo Lima et al. (2006) o trigoilho tem grandes quantidades de açúcares simples e amido, diferente do farelo de trigo que no processamento ocorreu a retirada de boa parte de seu amido, a quantidade de amido disponível presente no trigoilho mostrou-se com grande superioridade ao farelo de trigo, sendo que o trigoilho continha no máximo 65% de amido em relação a MS e o farelo de trigo 42% . Segundo Pereira et al. (2008) alimentos que disponibilizem grande quantidade de carboidratos na fração solúveis e de rápida degradação necessitam de sincronização com proteína de rápida degradação no rúmen, uma vez que os microrganismos que utilizam esses carboidratos necessitam de aminoácidos, peptídeos e nitrogênio amoniacal para máxima eficiência, caso contrário, em condições extremas, disponibilidades excessivas de fontes energéticas e limitação de nitrogênio, poderá haver utilização de energia por parte dos microrganismos, sem produção de células concomitante, num processo onde ocorre a dissipação de energia por meio de ciclos fúteis de íons, através da membrana microbiana, na tentativa de se consumir estes carboidratos.

A fração C foi baixa para todos os alimentos, o farelo de trigo e a aveia branca apresentaram os maiores valores em relação aos obtidos para gérmen de milho e trigoilho. A baixa quantidade desta fração é muito importante para a melhor disponibilidade de energia no ambiente ruminal, pois esta fração não apresenta disponibilidade energética, em virtude de sua característica de indigestibilidade (PEREIRA et al., 2010).

Na comparação da fração A de proteína bruta base matéria seca dos alimentos (Tabela 3) observa-se que o farelo de trigo e o trigoilho foram semelhantes entre si



e apresentaram quantidades superiores às observadas na aveia branca e gérmen de milho. Segundo Bartmeyer et al. (2011) o trigoilho é um coproduto obtido na classificação do trigo, constituído de grãos fragmentados e chochos, sendo assim este alimento apresenta algumas semelhanças com o farelo de trigo.

**Tabela 3** – Fracionamento da proteína bruta da aveia branca, farelo de trigo, gérmen de milho e trigoilho em quantidade da PB total relação a MS e porcentagem da PB Total em cada fração nitrogenada.

	Aveia Branca	Farelo de trigo	Gérmen de milho	Trigoilho	CV%
<b>Porcentagem proteína bruta base matéria seca</b>					
Fração A %MS	0,11 <sup>b</sup>	2,44 <sup>a</sup>	0,20 <sup>b</sup>	2,03 <sup>a</sup>	15,87
Frações B1+B2%MS	8,88 <sup>a</sup>	7,83 <sup>b</sup>	6,93 <sup>c</sup>	3,89 <sup>d</sup>	2,14
Fração B3 %MS	2,06 <sup>c</sup>	5,15 <sup>a</sup>	2,37 <sup>d</sup>	4,24 <sup>b</sup>	5,51
Fração C %MS	2,36 <sup>b</sup>	3,74 <sup>c</sup>	3,47 <sup>b</sup>	6,99 <sup>a</sup>	4,02
Total PB %MS	13,40 <sup>c</sup>	19,16 <sup>a</sup>	12,97 <sup>c</sup>	17,15 <sup>b</sup>	1,29
<b>Porcentagem proteína bruta</b>					
Fração A %PB	0,82 <sup>b</sup>	12,76 <sup>a</sup>	1,52 <sup>b</sup>	11,84 <sup>a</sup>	16,23
Frações B1+B2%PB	66,22 <sup>a</sup>	40,84 <sup>c</sup>	53,45 <sup>b</sup>	22,69 <sup>d</sup>	1,60
Fração B3 %PB	15,36 <sup>b</sup>	26,88 <sup>a</sup>	18,26 <sup>c</sup>	24,72 <sup>a</sup>	6,69
Fração C %PB	17,60 <sup>c</sup>	19,52 <sup>c</sup>	26,77 <sup>b</sup>	40,74 <sup>a</sup>	4,58

Médias, na linha, seguidas por letras distintas, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste tukey.

A aveia branca apresentou maior quantidade nas frações B1+B2 de proteína bruta base matéria seca. Segundo Andrade et al. (2010) essa fração corresponde a proteína verdadeira sendo de rápida e média degradação no rúmen, assim alimentos com grande quantidade desta fração propiciam alto aporte de PB para atender as exigências dos microorganismos. Para se obter maior crescimento dos microrganismos ruminais e não haver perda de PB se faz necessário a inclusão de alimentos que disponibilizem carboidratos em velocidade similar que a PB será liberada no rúmen, como exemplo os carboidratos da fração B1.

A fração C de proteína bruta base matéria seca apresentou-se maior no quantidade para o trigoilho, segundo Pereira et al. (2010) esta fração é altamente resistentes à degradação microbiana e enzimática, sendo, portanto, considerada inaproveitável para estimativas de PB destinadas a suprir as exigências dos animais. Alimentos com altas quantidades de fração C podem subestimar a disponibilidade da PB para o animal, pois quando não se faz o fracionamento da PB está pode estar presente em qualquer uma das frações.

Em relação porcentagem de PB, a aveia branca possui a maior parte de sua PB nas frações B1+B2, segundo Sniffen et al. (1992), quanto maior quantidade de fração B1 da proteína maior solubilidade e degradação ruminal intermediária para fração B2, possivelmente, parte desta proteína pode estar ligada ao amido deste alimento.

As maiores quantidades de frações B3 e C em relação a porcentagem da PB no alimento estão presentes no trigoilho, segundo Teixeira (1998), isso possivelmente deve-se ao fato da grande quantidades de impurezas que podem ficar junto com estes grãos quando descartados.

Na avaliação por produção de gases (Tabela 4), no parâmetro “a” (volume de gases produzido (mL/g MS) em líquido ruminal de bovinos, o gérmen de milho, trigoilho e aveia branca apresentaram quantidades semelhantes entre si e superiores ao farelo de trigo. No líquido ruminal de ovinos o farelo de trigo também produziu a menor quantidade de gases (mL/grMS), junto com a aveia branca. Esta baixa quantidade de gases produzido pelo farelo de trigo provavelmente deve-se ao fato deste alimento possuir as maiores quantidades de carboidratos na fração C entre os concentrados energéticos estudados. Segundo Malafaia (1997) as principais frações dos carboidratos que contribuem para a produção de gases são as frações A+B1 e B2. Fortaleza (2011) afirma que os carboidratos são os principais substratos responsáveis pela produção de gases. Neste caso as grandes quantidades de carboidratos presentes na fração C em alimentos, não haverá produção de gases a partir desta fração, pois segundo Berchielli et al. (2006) a fração C dos carboidratos representa a fibra indigestível ou não disponível. Além disso, a maior quantidade de LDA no farelo de trigo entre os alimentos provavelmente diminui a degradação, segundo Weiss (1998) o LDA mostra alta correlação negativa com a degradabilidade

O parâmetro b ou taxa de degradação dos alimentos (%/h) em líquido ruminal de bovinos apresentou maiores valores para o gérmen de milho e o trigoilho, sem diferença entre eles. O farelo de trigo apresentou a menor velocidade de degradação entre os concentrados energéticos avaliados. Possivelmente a baixa velocidade de degradação do farelo de trigo tenha correlação com as grandes quantidades de FDA e LDA, que segundo Azevedo et al. (2003) quanto maior a quantidade de FDA e LDA, mais difícil é a fermentação do alimento e conseqüentemente menor sua degradação.

**Tabela 4** – Valores para cinética de degradação *in vitro* na produção de gases para aveia branca, farelo de trigo, gérmen de milho e trigoilho em líquido ruminal de bovinos e ovinos, divididos em parâmetros a, b e c.

Parâmetro a					CV%
Animal	Aveia Branca	F. Trigo	Gérmen de milho	Trigoilho	
Bovinos	283,5 <sup>Aa</sup>	252,0 <sup>Ab</sup>	290,5 <sup>Ba</sup>	290,5 <sup>Aa</sup>	6,58
Ovinos	209,3 <sup>Bc</sup>	219,6 <sup>Bc</sup>	325,1 <sup>Aa</sup>	255,7 <sup>Bb</sup>	18,58
CV%	15,94	8,42	6,39	7,21	
Parâmetro b					
Bovinos	3,13 <sup>Bab</sup>	2,69 <sup>Bb</sup>	3,35 <sup>Aa</sup>	3,35 <sup>a</sup>	13,45
Ovinos	4,11 <sup>Aa</sup>	3,09 <sup>Ab</sup>	2,65 <sup>Bc</sup>	3,43 <sup>b</sup>	17,51
CV%	16,82	8,45	15,23	9,29	
Parâmetro c					
Bovinos	0,083 <sup>B</sup>	0,072	0,081 <sup>A</sup>	0,081	10,91
Ovinos	0,094 <sup>Aa</sup>	0,078 <sup>b</sup>	0,052 <sup>Bc</sup>	0,076 <sup>b</sup>	21,54
CV%	9,71	8,21	25,16	10,67	

a = volume de gases correspondente à completa digestão do substrato (assintota) (mL/ gr MS); b = taxa específica semelhante à taxa de degradação (%/h); c = fator constante de eficiência microbiana, que descreve o ponto de inflexão da curva a uma determinada velocidade de produção de gases (mL/h).

Letras minúsculas diferem na linha (P<0,05) pelo teste tukey

Letras maiúsculas diferem na coluna.

CV- coeficiente de variação.

No parâmetro c não apresentou diferença entre os alimentos no líquido ruminal de bovinos, mas em líquido ruminal de ovinos a aveia branca apresentou a maior velocidade de produção de gases quando comparada com o farelo de trigo, gérmen de milho e o trigoilho.

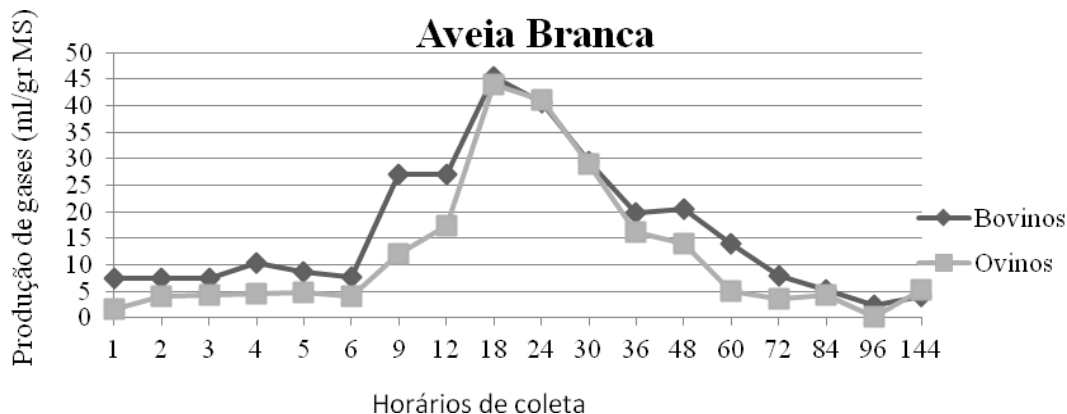
Nas Figuras (Figuras 1, 2, 3 e 4) se observa a semelhança na quantidade de gases produzidos nas primeiras horas em todos os alimentos, apesar das maiores quantidades de frações A+B1 estarem presentes no gérmen de milho e no trigoilho, estes alimentos não apresentaram maiores quantidades de gases produzidos nas primeiras horas. Possivelmente o gérmen de milho tenha produzido menor quantidade de gases nas primeiras horas devido a baixa quantidade de fração A da PB, que segundo Silveira et al. (2010) necessita-se de sincronização entre as partes solúveis dos alimentos para maior produção de proteína microbiana e conseqüentemente de gases.

Também observou-se um pico na produção de gases em todos os alimentos por volta das 18 horas após o início das coletas, e que entre os alimentos o trigoilho foi que apresentou o maior pico. Possivelmente, este pico tenha relação com as maiores concentrações de frações A+B1 dos carboidratos neste alimentos, pois apesar da fração A ser

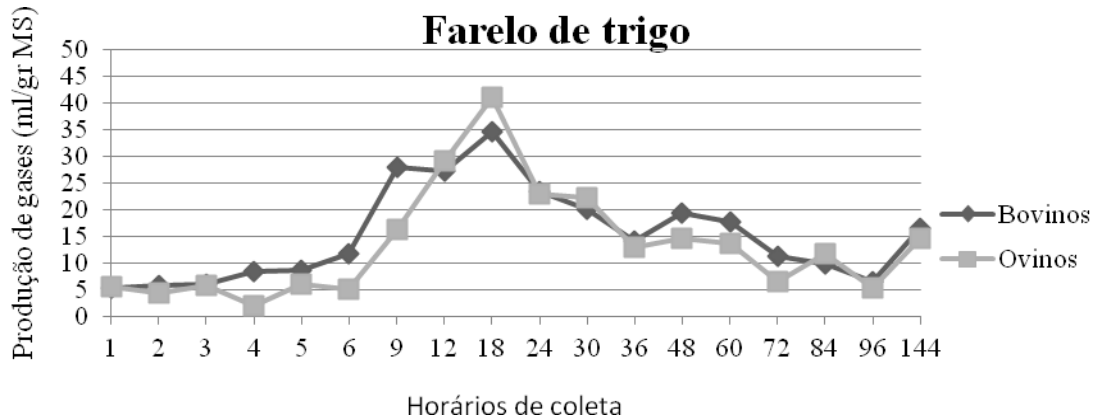
solúvel a fração B1 apresenta rápida degradação podendo ser utilizada para formação de gases por tempo mais prolongado.

O gérmen de milho teve comportamento diferente no Figura quando comparado aos demais alimentos, tendo outro pico de produção de gases por volta de 48 horas após a incubação, segundo Beran et al. (2005) o gérmen de milho apresenta grande quantidade de frações potencialmente degradáveis assim este segundo pico pode estar relacionado com porções destas frações que não foram acessadas pelas bactérias anteriormente. Todos os alimentos apresentarão queda acentuada na produção de gases após o pico de produção, provavelmente pela diminuição de substrato presente no alimento, segundo Casali et al. (2008) quanto maior o tempo que o alimento fica exposto as bactérias menor a quantidade de nutrientes potencialmente degradáveis, conseqüentemente estas bactérias iram diminuir a produção de gases.

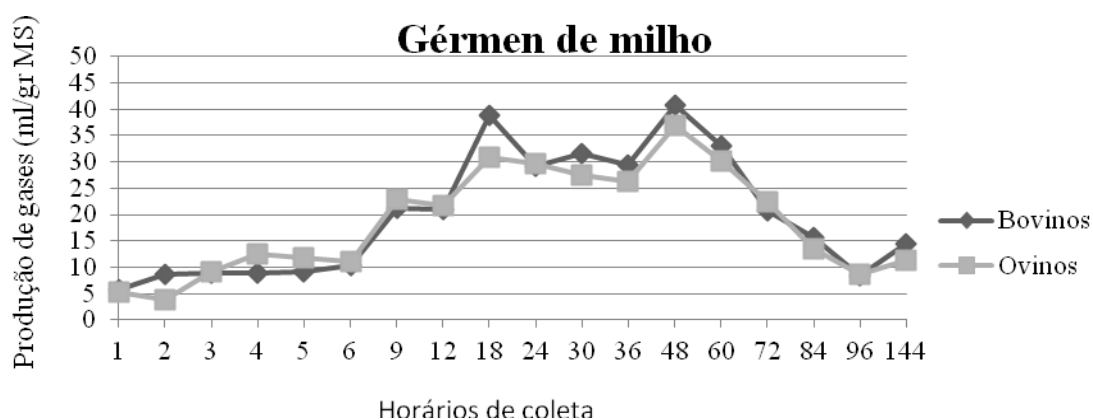
**Figura 1** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta da aveia branca.



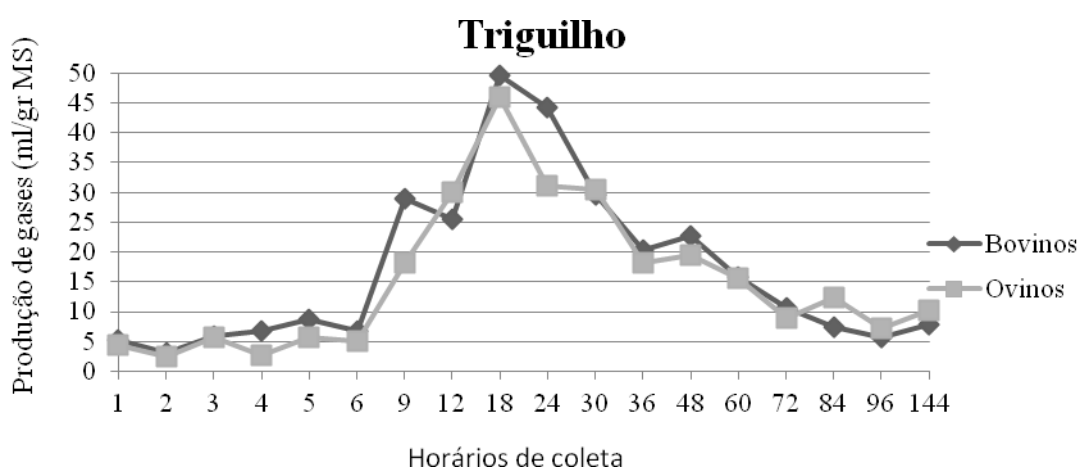
**Figura 2** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do farelo de trigo.



**Figura 3** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do gérmen de milho.



**Figura 4** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do trigoilho.



## Conclusão

Entre os alimentos pode-se destacar a grande quantidade de PB no trigoilho apresenta na fração indegradável do alimento, isso mostra que este alimento apesar de possuir grande quantidade de PB boa parte dela não poderá ser aproveitada pelo animal.

O gérmen de milho pode ser considerado uma excelente alternativa para alimentação de ruminantes por sua grande quantidade de nutrientes e degradação.

## Referências

- ALBINO, L. F. T.; BRUM, P. A. R.; PIENI, L. C. Uso de triticale e trigoilhão em dietas para frangos de corte. **Comunicado técnico EMBAPA**. Concórdia-SC, 1993.
- ANDRADE, I. V. O.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; VELOSO, C. M.; BONOMO P. Fracionamento de proteína e carboidratos em silagens de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2342-2348, 2010.
- AZEVEDO, J. A. G.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; CARNEIRO, P. C. S.; LANA, R. P.; BARBOSA, M. H. P.; FERNANDES, A. M.; RENNÓ, F. P. Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação in vitro da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1443-1453, 2003.
- BARTMEYER, T. N.; DITTRICH, J. R.; SILVA, H. A.; MORAES, A.; PIAZZETTA, R. G.; GAZDA, T. L.; CARVALHO, P. C. F. Trigo de duplo propósito submetido ao pastejo de bovinos nos Campos Gerais do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1247-1253, 2011.
- BERAN, F. H. B.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; CASTRO, V. S.; CORREA, R. A.; KAGUEYAMA, Ê. O.; ROCHA, M. A. Degradabilidade ruminal “in situ” da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 405-418, 2005.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal SP, Funep 2006.
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; MALAFAIA, P. A. M.; LANA, R. P.; SILVA J. F. C.; VIEIRA, R. A. M.; PEREIRA, E. S. Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(6): p. 2087-2098, 2000.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.
- COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R.; CHIZZOTTI, M. L.; PAIXÃO, M. L. Validação das equações do NRC (2001) para predição do valor energético de alimentos nas condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 280-287, 2005.
- EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; MENDES, A. R.; FATURI, C. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2050-2057, 2006.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **Experimental designs package**. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes/ExpDes.pdf>>.

FORTALEZA, A. P. S. **Torta de nabo forrageiro**: valor nutritivo, ingestão, desempenho e características de carcaça e da carne de novilhas ½ Limousin + ½ Nelore. 2011. 94f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

GOES, R. H. T. B.; TRAMONTINI, R. C. M.; ALMEIDA, G. D.; CARDIM, S. T.; RIBEIRO, J.; OLIVEIRA, L. A.; MOROTTI, F.; BRABES, K. C. S.; OLIVEIRA, E. R. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de diferentes subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação de bovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 3, p. 715-725, 2008.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

LIMA, R. F. et al.; GONÇALVES, M. B. F.; SILVA, L. P.; NÖRNBERG, J. L.; ALMEIDA, H. S. L. Sistema laboratorial de fracionamento de carboidratos de concentrados energéticos **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 215-221, April/June, 2006.

MALAFAIA, P. A. M. **Taxas de digestão das frações proteicas e de carboidratos de alimentos por técnicas “in situ”, “in vitro” e de produção de gases**. 1997. 95p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

MCDUGAIL, E. I. Studies on ruminant saliva. **The composition and output of sheep saliva**. Biochem. 1949.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: Forage quality, evaluation, and utilization, **American Society of Agronomy**. Wisconsi. p. 450-493. 1994.

MIZUBUTI, I. Y.; PINTO, A. P.; PEREIRA, E. S.; OLIVEIRA, B. M. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para ruminantes**. Londrina: EDUEL. 2009. 226p.

MOREIRA, P. C.; REIS, R. B.; REZENDE, P. L. P.; MENDONÇA, A. C.; WASCHECK, R. C.; MARTINS, A. F. Produção de ácidos graxos voláteis, avaliada pela técnica semiautomática *in vitro*, na dieta de ruminantes com diferentes fontes de carboidratos na fração volumosa. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 413-424, 2009.

NUNES, R. V.; ROSTAGN, O. H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; TOLEDO, R. S. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 785-793, 2001.

OLIVEIRA, A. C.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; OLIVEIRA, H. C.; ALMEIDA, V. V. S.; VELOSO, C. M.; ROCHA NETO, A. L.; OLIVEIRA, U. L. C. Farelo de mandioca na ensilagem de capim-elefante: fracionamento de carboidratos e proteínas e características fermentativas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 4, p. 1020-1031, 2012.

PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. Tecnologia na produção leiteira In: **Congresso Brasileiro de Gado Leiteiro**. Piracicaba 1985.

PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; DUARTE, L. S.; MIZUBUTI, I. Y.; ARAÚJO, G. G. L.; CARNEIRO, M. S. S.; REGADAS FILHO, J. G. L.; MAIA, I. S. G. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1079-1094, 2010.

PEREIRA, E. S.; REGADAS FILHO, J. G. L.; ARRUDA, A. M. V.; MIZUBUTI, I. Y.; VILLARROEL, A. B. S.; PIMENTEL, P. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Equações do NRC (2001) para predição do valor energético de co-produtos da agroindústria no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 2, p. 258-269, abr/jun, 2008.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Development Core Team. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Áustria, 2011.

ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 14 set. 2011.

ROCHA JÚNIOR, V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; BORGES, Á. M.; DETMANN, E.; MAGALHÃES, K. A.; VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; CECON, P. R. Estimativa do Valor Energético dos Alimentos e Validação das Equações Propostas pelo NRC (2001). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 473-479, 2003.

SILVEIRA, J. P. F.; PANICHI, A.; PERSICHETTI JÚNIOR, P.; FACTORI, M. A.; BALDIM, S.; COSTA, C. Aspectos da degradação sincronizada de nutrientes e seus efeitos na produção de ruminantes. **Revista Unimar Ciências**, Marília, v. 17, 2008.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n.11, p.3562-3577, 1992.

TEIXEIRA, A. S. **Tabelas de composição dos alimentos e exigências Nutricionais. Alimentos e alimentação dos animais**. UFLA/FAEPE. v. 2, p. 98. 1998.

VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p. 229-247.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

WEISS, W. P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. In: Symposium: energy availability. **Jornal Dairy Science**, 81:830-839. 1998.

ZAMBOM, M. A.; SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C.; ALCALDE, C. R.; GONÇALVES, G. D.; SILVA, D. C.; SILVA, K. T.; FAUSTINO, J. O. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.



### 4.3 Avaliação Nutricional e Cinética de Degradação *In Vitro* de Alguns Concentrados Proteicos Utilizados na Alimentação de Ovinos e Bovinos<sup>3</sup>

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi avaliar alguns concentrados proteicos por meio da composição bromatológica, fracionamento dos carboidratos e das proteínas e a cinética da degradação *in vitro* em líquido ruminal de bovinos e de ovinos, farelo de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), farelo de algodão com casca (*Gossypium herbaceum* L.), grão seco destilado de milho (DDG), torta de girassol (*Helianthus annuus*) e torta de crambe (*Crambe abyssinica*). Foi determinada a composição bromatológica e os fracionamentos de carboidratos (A+B1, B2 e C) e de proteínas (A, B1+B2, B3 e C). A degradabilidade *in vitro* foi realizada com líquido ruminal de ovinos e de bovinos. Foram utilizados três ovinos e três bovinos. Os alimentos foram incubados e as leituras da produção de gases foram realizadas nos tempos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 84, 96 e 144 após a incubação. Para a avaliação do fracionamento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A Produção de gases foi analisada utilizando um esquema fatorial 4X2 sendo quatro alimentos e duas espécies animal, as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação da cinética de fermentação ruminal foi utilizado o modelo matemático de Gompertz. O farelo de soja apresentou maior quantidade de PB em relação aos demais alimentos. O DDG apresentou a maior quantidade de CHT em relação aos outros alimentos. A torta de crambe apresentou maior quantidade de fração A da PB. Na degradação o farelo de soja e o DDG apresentaram as maiores quantidades de gases produzido (mL/g). Entre os alimentos avaliados o farelo de soja apresentou-se como uma das principais alternativas para alimentação de animais ruminantes. O líquido ruminal de bovinos apresentou maior produção de gases quando comparado com os ovinos.

**Palavras-chave:** Coprodutos. Carboidratos. Proteínas. Líquido ruminal.

### Nutritional Assessment and *In Vitro* Degradation Kinetics of Some Protein Concentrates Used in Sheep and Cattle Feed

**Abstract:** The aim of this study was to evaluate some protein concentrates by chemical composition, fractionation of carbohydrates and proteins and the kinetics of *in vitro* rumen of cattle and sheep, soybean (*Glycine max* (L.) Merrill), bran cotton shell (*Gossypium herbaceum* L.), distilled dry grain corn (DDG), pie sunflower (*Helianthus annuus*) and pie crambe (*Crambe abyssinica*). The chemical composition was determined, and the fractionation of carbohydrates (A + B1, B2 and C) and protein (A, B1 + B2, B3, and C). The degradability was evaluated *in vitro* with rumen fluid from sheep and cattle. We used three sheep and three cows. The feeds were incubated and gas production readings were performed on days 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 84, 96 and 144 after incubation. For the evaluation of fractionation was used completely randomized design means compared by Tukey test at 5% probability. Production of gas was analyzed using a 4X2 factorial design with four food and two animal species, the means were compared by Tukey test at 5% probability. To evaluate the kinetics of ruminal fermentation was used the mathematical model of Gompertz. Soybean meal had higher amounts of CP in relation to other foods. DDG showed the highest amount of

<sup>3</sup> Artigo escrito conforme as normas da Revista SEMINA: Ciências Agrárias.

CHT in relation to other foods. The pie crambe present larger fraction of the PB. Degradation and the soy meal had higher DDG amounts of gas produced (ml / g). Among the foods evaluated soybean meal is presented as one of the main alternatives for feeding ruminant animals. The rumen of cattle showed higher gas production when compared with the sheep.

**Key words:** Co-products. Carbohydrates. Proteins. Rumen fluid.

## **Introdução**

Na criação de ruminantes muitos estudos são voltados para aumentar a capacidade de conversão de nutrientes de origem vegetal em proteína animal para consumo humano, reduzir os custos na produção e diminuir a produção de resíduos para o ambiente. Tanto a qualidade como a combinação dos nutrientes da dieta dos animais deve ser capaz de atender às exigências nutricionais. Desta forma, a eficiência de conversão será melhorada e o potencial genético do animal melhor aproveitado (MANELLA, 2004).

A proteína é um dos nutrientes mais exigido pelos ruminantes. As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas mediante a absorção intestinal de aminoácidos provenientes, principalmente, da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína dietética não-degradada no rúmen (VALADARES FILHO; VALADARES, 2001).

A fonte e a quantidade de proteína são de extrema importância para os ruminantes, pois, quando a fermentação da proteína e dos carboidratos ocorre a uma mesma taxa de degradação, verifica-se a maximização da síntese de proteína microbiana e aumento da ingestão de proteína, que pode ainda ser maximizada pelo fornecimento de proteínas de baixa degradabilidade, ou de maior escape da fermentação ruminal, quando estas proteínas apresentam boa biodisponibilidade intestinal, processo influenciado pela taxa de passagem (MARTINS et al., 1999).

Alguns problemas podem estar relacionados à qualidade da PB, a deficiência, pelo não atendimento das exigências dos microrganismos ruminais, e o excesso que está relacionado a problemas de fertilidade em rebanhos leiteiros. A avaliação das frações da proteína, ao invés da proteína bruta, elucida grande parte da variação nas taxas de concepção observadas (GONZÁLEZ, 2001). Em virtude da proteína ser um dos ingredientes mais caros da dieta, a economia da produção animal é altamente dependente da eficiência de sua utilização (RUSSELL, 1992).

A degradação ruminal da proteína dietética constitui importante fator que influencia a fermentação ruminal e o suprimento intestinal em aminoácidos para os ruminantes (CAMPOS et al. 2007).

Para determinação de nutrientes e frações, é importante que estas sejam feitas na região onde serão utilizadas, pois os alimentos produzidos sob condições tropicais apresentam composição nutricional diferente dos alimentos obtidos em regiões de clima temperado (VAN SOEST, 1994).

O objetivo na condução deste estudo foi avaliar as características nutricionais inerentes a alguns concentrados proteicos, utilizados na alimentação de bovinos e ovinos por meio da sua composição bromatológica, fracionamento de carboidratos e de proteínas, e obter a cinética da degradação ruminal pela técnica *in vitro* de produção de gases utilizando líquido ruminal de ovinos e de bovinos.

## Material e Métodos

Os alimentos analisados neste estudo foram farelo de soja (*Glycine max (L.) Merrill*), farelo de algodão com casca (*Gossypium herbaceum L.*), grão seco destilado de milho (DDG), torta de girassol (*Helianthus annuus*), torta de crambe (*Crambe abyssinica*). Para obtenção do DDG, o milho passa por um processo de destilação que envolve o seu aquecimento até 70°C. A determinação da composição bromatológica e o fracionamento dos carboidratos e das proteínas foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Para a determinação os alimentos foram triturados em peneiras de 2 mm. Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA), foram determinados segundo metodologias citadas por Mizubuti et al. (2009).

As frações dos carboidratos foram obtidas conforme equações propostas por Sniffen, et al. (1992), onde: Carboidratos totais (CHT) = 100 – PB% - EE% - MM%. Fração A+B1 = 100 - B2 + C; Fração B2 =  $100 \times ((\text{FDN} (\% \text{MS}) - \text{PIDN} (\% \text{PB}) \times 0,01 \times \text{PB} (\% \text{MS})) - \text{FDN} (\% \text{MS}) \times 0,01 \times \text{LDA} (\% \text{FDN}) \times 2,4)) / \text{CHT} (\% \text{MS})$ ; Fração C =  $(100 \times \text{FDN} (\% \text{MS}) \times 0,01 \times \text{LDA} (\% \text{FDN}) \times 2,4) / \text{CHT} (\% \text{MS})$ .

O fracionamento dos compostos nitrogenados foi realizado de acordo com o protocolo descrito por Licitra et al. (1996). A Fração A foi obtida após o tratamento de 0,5 g de amostra com 50 mL de água destilada por 30 minutos, e em seguida realizada a adição de 10 mL da solução de ácido tricloroacético (TCA) a 10%, deixando-se em repouso por mais 25 minutos. Após este período, filtrou-se em papel de rápida filtração, lavando o resíduo com 50

mL de solução de TCA a 1% e determinou-se o teor de nitrogênio do resíduo mais o papel, também foi determinada a quantidade de nitrogênio presente no papel como branco, o valor encontrado foi subtraído da determinação do nitrogênio da amostra mais papel. A fração A foi calculada pela diferença entre o teor de N-total e o N-insolúvel no TCA, por meio da equação  $[(NT-NI) * 100] / NT$  em que, NT= nitrogênio total da amostra e NI= nitrogênio insolúvel após tratamento com TCA.

A Fração B3 foi determinada pela diferença entre a proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e a proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA). A Fração C foi considerada como o PIDA. Obteve-se a fração B1+B2 pela diferença entre a proteína insolúvel em TCA e o PIDN, ou subtraindo-se de 100 a soma das frações A, B3 e C.

Para a cinética de degradação ruminal foi utilizado líquido ruminal de três bovinos e três ovinos. Todos os animais foram alimentados com rações que possuíam na sua composição, os alimentos analisados. O fornecimento da ração foi realizado duas vezes ao dia, na parte da manhã as 8:00 e a tarde as 17:00, sendo a coleta de líquido ruminal realizada as 7:00 da manhã antes da alimentação. Todos os animais utilizados, neste estudo, possuíam cânulas no rúmen e pertenciam a FAZESC, da UEL. Para coleta do líquido ruminal em ovinos foi utilizada uma bomba a vácuo. A coleta do líquido ruminal dos bovinos foi realizada em cinco pontos distintos do rúmen: no lado esquerdo, direito, parte superior, inferior e meio do rúmen. Procedimento realizado para se obter maior uniformidade possível do líquido ruminal.

A cinética de degradação ruminal foi estimada com o uso da técnica de produção de gases *in vitro*, para cada alimento avaliado foram incubados doze frascos sendo 6 com líquido ruminal de bovinos e 6 com líquido ruminal de ovinos, além de frascos sem alimentos, considerados branco. Foram pesados 500 mg de amostras em frasco de vidros de 100 mL, contendo 40 mL de solução tampão de McDougall (1949), previamente reduzida com CO<sub>2</sub> (pH 6,9). Posteriormente, foram adicionados, em cada frasco, 10 mL de líquido ruminal oriundo de bovinos ou de ovinos fistulados no rúmen, o líquido ruminal foi mantido a 39°C em banho-maria. Em seguida, os frascos foram vedados com rolha de borracha, e após realizada a estabilização da pressão dentro do frasco. A partir deste momento, a pressão dos gases produzidos pela fermentação do substrato e acumulada nos frascos foi mensurada por meio de um sensor de pressão acoplado a um manômetro, nos tempos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 84, 96 e 144 de fermentação, após cada mensuração era retirado os gases produzidos.

O modelo matemático de Gompertz foi utilizado para a avaliação da cinética de fermentação,  $Y_t = a * \exp^{(-b) * \exp(-c * t)}$ , sendo  $Y_t$  = volume de gases no tempo (mL),  $a$  =

volume de gases correspondente à completa digestão do substrato (assíntota) (mL/grama MS); b = taxa específica semelhante à taxa de degradação (%/h); c = fator constante de eficiência microbiana, que descreve o ponto de inflexão da curva a uma determinada velocidade de produção de gases (mL/h), t = tempo de incubação (h). O procedimento não linear do R (2011) foi utilizado para ajustar os dados ao modelo.

As análises estatísticas dos dados obtidos pelo fracionamento de carboidratos e proteínas foram analisados em delineamento inteiramente casualizado e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação dos parâmetros da cinética de degradação ruminal *in vitro*, os dados foram avaliados em esquema fatorial 4X2, sendo 4 (quatro) alimentos e duas espécies animal (bovinos e ovinos), os dados obtidos foram submetidos a análise de normalidade, aditividade e homocedasticidade e analisados em DIC utilizando o pacote ExpDes do programa estatístico R. Os valores do fracionamento de carboidratos e proteínas foram comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## **Resultados e Discussão**

O farelo de soja (Tabela 1) grande quantidade de PB semelhante as divulgadas por Duque et al. (2011) relataram cerca de 50,2% de PB. Apesar das tortas de girassol e crambe e o farelo de algodão terem apresentado as baixas quantidades de PB, também apresentaram as baixas quantidade de PIDA, que segundo Mizubutti et al. (2011) pode indicar maior disponibilidade de PB para os microrganismos ruminais. A PB segundo Ribeiro et al. (2007) é muito importante, pois a fração protéica de uma ração é a parte mais onerosa da dieta dos animais, tornado-se necessário estudos sobre alimentos capazes de disponibilizar PB.

**Tabela 1** – Composição bromatológica do farelo de soja, torta girassol, torta crambe, farelo algodão com casca e DDG (MS%).

	Farelo Soja	Torta Girassol	Torta Crambe	Farelo Algodão	DDG
MS	87,69	92,11	92,44	91,54	86,56
PB	51,07	25,76	28,97	31,89	36,59
PIDN	25,77	5,29	5,67	7,30	18,10
PIDA	6,88	5,22	4,62	4,71	15,62
FDN	17,53	36,94	32,63	48,58	51,37
FDA	8,01	22,54	22,39	31,74	14,83
LDA	1,06	6,70	11,36	9,19	14,25
MM	6,39	5,35	4,78	4,40	2,15
EE	1,78	19,61	24,89	10,06	5,70

LDA: Lignina em detergente ácido, obtida por meio de digestão ácida ( $H_2SO_4$  a 72%).

PIDN: Proteína indigestível em detergente neutro

PIDA: Proteína indigestível em detergente ácido

DDG (grão seco por destilação).

Normalmente as tortas apresentaram grade quantidade de EE do que os farelos, isto porque segundo Souza e Menezes (2004) para a obtenção de torta ocorre somente a prensagem do grão, diferente do farelo, que além da prensagem existe tratamento com solvente (hexano), assim diminuindo a quantidade de extrato estéreo presente em farelos.

Os resultados da análise bromatológica descritos para a torta de crambe e torta de girassol foram semelhantes as divulgadas por Mizubutti et al. (2011) que relataram para a torta de girassol 25,76% de PB e 36,36%FDN e 22,02% EE, e para torta de crambe 29,17%PB, 33,08% FDN e 24,90% EE, assim podemos observar que mesmo sendo co-produtos esses alimentos apresentaram similaridade em suas análises.

Segundo Leão et al. (2005) a análise da composição bromatológica dos alimentos é a primeira etapa em sua avaliação, pois, conhecendo os alimentos disponibilizados para o uso, é possível selecionar aquele que melhor se enquadra nas exigências do animal, e com menor custo.

O DDG apresentou as maiores quantidades de carboidratos totais (Tabela 2), seguido pelo farelo de algodão. O farelo de soja e a torta de crambe apresentaram as menores quantidades de carboidratos totais sem diferença entre si. Os carboidratos totais para animais ruminantes compreendem entre 70% a 80% da ração e são fundamentais para o atendimento das exigências de energia, síntese de proteína microbiana e manutenção da saúde do animal (BERCHIELLI et al., 2006).

A quantidade de carboidratos totais é uma estimativa muito importante, pois está pode demonstrar que o alimento pode oferecer maior ou menor aporte energético para as

bactérias ruminais. Oliveira et al. (2012) também observou que a quantidade de carboidratos totais é diretamente influenciada pelas quantidades de PB, EE e MM presente no alimento, assim para se obter dados mais confiáveis da disponibilidade deste carboidrato há necessidade de caracterizar os alimentos quanto as frações.

No fracionamento dos carboidratos o farelo de soja apresentou o maior valor das frações A+B1 do que os demais alimentos. Segundo Zambom et al. (2001) o farelo de soja apresenta degradabilidade da MS em torno de 97%, sugerindo assim que este alimento possui a maior parte de seus nutrientes nas frações mais digestíveis ou solúveis como a frações A+B1. Isso pode implicar em melhor adequação energética ruminal e resultar em melhor crescimento microbiano, pois o farelo de soja também possui grande quantidade de PB nas frações solúveis (tabela 3) (MALAFAIA et al., 1996). Alimentos com elevada frações A+B1 são considerados boas fontes energéticas proporcionando aumento no conteúdo dos microrganismos ruminais (CARVALHO et al., 2007).

**Tabela 2** – Teores percentuais médios de carboidratos totais (CHT) carboidratos não fibrosos (A+B1), componentes disponíveis correspondente à fração potencialmente degradável (B2) e fração indigestível da parede celular (C) do farelo de soja, torta de girassol, torta de crambe, farelo de algodão e DDG.

	Farelo Soja	Torta Girassol	Torta Crambe	Farelo Algodão	DDG	CV%
CHT (MS%)	40,75 <sup>d</sup>	49,27 <sup>c</sup>	41,36 <sup>d</sup>	53,65 <sup>b</sup>	55,55 <sup>a</sup>	0,66
Frações A+B1(CHT%)	82,53 <sup>a</sup>	63,07 <sup>c</sup>	67,38 <sup>b</sup>	51,42 <sup>d</sup>	48,66 <sup>e</sup>	1,51
Fração B2 (CHT%)	17,27 <sup>e</sup>	32,48 <sup>d</sup>	25,60 <sup>c</sup>	38,87 <sup>a</sup>	34,43 <sup>b</sup>	1,66
Fração C (CHT%)	0,19 <sup>e</sup>	4,45 <sup>d</sup>	7,02 <sup>c</sup>	9,71 <sup>b</sup>	16,91 <sup>a</sup>	6,85

Médias, na linha, seguidas por letras distintas, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste tukey.

CHT- Carboidratos totais

DDG (grão seco por destilação)

CV- Coeficiente de variação

O farelo de algodão apresentou maior quantidade de fração B2 do que os demais alimentos avaliados. Segundo Pereira et al. (2010) a fração B2 dos carboidratos pode fornecer energia de forma mais lenta no rúmen, podendo afetar a eficiência de síntese microbiana e o desempenho animal se não houver sincronização com a liberação de PB.

O DDG apresentou maior quantidade de fração C provavelmente devido a este alimento possuir maior quantidade de LDA, sendo esta uma fração indigestível. Segundo Malafaia et al. (1998) essas variações conferem diferenças importantes, pois a fração C está diretamente relacionada com maior ou menor degradabilidade dos carboidratos, assim

alimentos com altas quantidades desta fração podem afetar o desempenho animal por diminuir a quantidade de carboidratos disponíveis.

Para melhorar a caracterização dos alimentos, adequar formulações e suprir as exigências dos animais, evitando a falta ou excesso de PB, observa-se como alternativa o fracionamento da PB (SNIFFEN et al., 1992).

A torta de crambe apresentou maior quantidade de fração A da proteína bruta na matéria seca (Tabela 3), seguido pelo farelo de soja e farelo de algodão que não tiveram diferença entre si. Segundo Fernandes et al. (2009) a fração A é composta por proteínas solúveis no rúmen, que podem ser convertidas mais rapidamente em quantidades representativas de amônia chegando a ser até mesmo superiores aquelas necessárias para o crescimento dos microrganismos. Neste caso, o excesso de amônia pode ser absorvido através da parede do rúmen e metabolizado no fígado ou pode passar para os compartimentos digestivos posteriores. Segundo Silveira et al. (2010) para maximização na produção de proteína microbiana alimentos com altas concentrações de fração A de PB é necessário a disponibilização de alimentos que possuam quantidades compatíveis de frações A+B1 dos carboidratos, para que não haja perda de PB ingerida.

O farelo de soja apresentou as maiores frações B1+B2 e B3 de proteína bruta na matéria seca. Segundo Zambom et al. (2001), o farelo de soja apresenta a maior parte de seus nutrientes presentes nas frações mais digestíveis ou potencialmente digestíveis enquanto Andrade et al. (2010) afirmam que estas frações corresponde a proteína verdadeira sendo potencialmente degradáveis no rúmen, assim alimentos com grande quantidade desta fração propiciam alto aporte de PB para atender as exigências dos microrganismos. Fernandes et al. (2009) relataram que alimentos com maiores quantidades de proteína verdadeira ofereceram maiores quantidades de aminoácidos para absorção intestinal.



**Tabela 3** – Fracionamento da proteína bruta do farelo de soja, torta de girassol, torta de crambe, farelo de algodão e DDG em quantidade da PB total relação a MS e porcentagem da PB Total em cada fração nitrogenada.

	Farelo Soja	Torta Girassol	Torta Crambe	Farelo Algodão	DDG	CV%
Porcentagem proteína bruta base matéria seca em cada fração						
Fração A	3,50 <sup>bc</sup>	1,50 <sup>cd</sup>	7,46 <sup>a</sup>	3,99 <sup>b</sup>	0,96 <sup>d</sup>	21,35
Frações B1+B2	21,81 <sup>a</sup>	18,97 <sup>bc</sup>	15,84 <sup>d</sup>	20,61 <sup>ab</sup>	17,53 <sup>cd</sup>	4,50
Fração B3	18,88 <sup>a</sup>	0,06 <sup>bc</sup>	1,05 <sup>c</sup>	2,59 <sup>b</sup>	2,48 <sup>b</sup>	7,18
Fração C	6,88 <sup>b</sup>	5,22 <sup>d</sup>	4,62 <sup>c</sup>	4,71 <sup>c</sup>	15,62 <sup>a</sup>	2,07
Total	51,07 <sup>a</sup>	25,76 <sup>e</sup>	28,97 <sup>d</sup>	31,89 <sup>c</sup>	36,59 <sup>b</sup>	0,73
Porcentagem de proteína bruta em cada fração						
Fração A	6,85 <sup>c</sup>	5,84 <sup>c</sup>	25,76 <sup>a</sup>	12,50 <sup>b</sup>	2,61 <sup>c</sup>	18,15
Frações B1+B2	42,70 <sup>d</sup>	73,64 <sup>a</sup>	54,66 <sup>c</sup>	64,61 <sup>b</sup>	47,92 <sup>d</sup>	4,02
Fração B3	36,98 <sup>a</sup>	0,24 <sup>d</sup>	3,63 <sup>c</sup>	8,13 <sup>b</sup>	6,79 <sup>b</sup>	6,49
Fração C	13,48 <sup>d</sup>	20,28 <sup>b</sup>	15,94 <sup>c</sup>	14,76 <sup>c</sup>	42,68 <sup>a</sup>	1,36

Médias, na linha, seguidas por letras distintas, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste tukey.

DDG (grão seco por destilação).

CV- Coeficiente de variação

O DDG apresentou maior quantidade fração C de proteína bruta base matéria seca quando comparado aos demais alimentos. Esta alta quantidade de PB na fração C do DDG está relacionada à maior quantidade de PIDA apresentada no mesmo. Esta PB considerada indigestível provavelmente está relacionada ao processo de industrialização. Segundo Sobrinho (2012) no processo de industrialização do milho para produção de álcool, é realizado processo de cozimento, atingindo temperaturas superiores a 70°C, e conforme Moser et al. (1995) a elevação da temperatura acima de 55°C desencadeia a reação de Maillard. A reação de Maillard ocorre por meio de interações de açúcares ou carboidratos com proteínas, ocasionando a reduções na degradabilidade ruminal da proteína (YANG et al., 1993).

As maiores porcentagens de PB nos concentrados proteicos estão disponíveis nas frações B1+B2, com maior quantidade na torta de girassol, seguido pelo farelo de algodão, torta de crambe e por último o farelo de soja e DDG que não apresentaram diferença entre si. Estas frações são importantes pois segundo Sniffen et al. (1992), a fração B1 é composta de proteínas com rápida degradação e a fração B2 possui degradação ruminal intermediária disponibilizando assim quantidades de PB ao longo do processo de fermentação.

O DDG possui a maior quantidade de porcentagem de PB na fração C dentre os alimentos avaliados. Foi observado que 42,68% da sua PB está indisponível para fermentação ruminal.

Na degradação *in vitro* (Tabela 4) o parâmetro “a” que apresenta a quantidade de gases produzidos (mL/gr MS) não apresentou interação entre espécie e alimentos. Em ralação a diferença observada nas médias entre os alimentos, o farelo de soja e o DDG apresentaram a maior quantidade de gases produzido por grama de substrato, seguidos pela torta de crambe e com os menores valores o farelo de algodão e a torta de girassol. No caso do DDG este apresentou a maior quantidade de carboidratos totais em ralação aos concentrados protéicos analisados. Segundo Fortaleza (2011) as principais fontes para produção de gases são os carboidratos presentes nas porções solúveis e degradáveis do mesmo. Já o farelo de soja apresentou a menor quantidade de carboidratos totais entre os concentrados protéicos, mas obteve grande quantidade de gases produzido por grama de amostra, provavelmente isso se deve ao fato das pequenas quantidades de FDA e LDA que segundo Sniffen et al. (1992) são componentes parcialmente ou totalmente indigestível do alimento, além da maioria dos seus carboidratos apresentarem-se nas frações A+B1, pois segundo, Berchielli et al. (2006) são as frações de rápida degradação e intermediária degradação dos alimentos, sendo as frações com maior potencial de serem degradados do alimento. E a menor quantidade de fração C de carboidratos em relação aos concentrados protéicos.

**Tabela 4** – Valores para cinética de degradação *in vitro* na produção de gases para farelo de soja, farelo de algodão com casca, torta de girassol, torta de crambe e DDG em líquido ruminal de bovinos e ovinos, divididos em parâmetros a, b e c.

Parâmetro a							
Animal	Farelo soja	Farelo Algodão	Torta girassol	Torta Crambe	DDG	Médias	CV%
Bovinos	265,61	129,83	132,97	150,46	258,15	187,40 <sup>A</sup>	33,79
Ovinos	251,61	114,46	118,74	137,91	249,33	174,41 <sup>B</sup>	37,44
Médias	258,61 <sup>a</sup>	122,14 <sup>c</sup>	125,85 <sup>c</sup>	144,18 <sup>b</sup>	253,74 <sup>a</sup>		
CV%	3,88	8,77	8,09	5,35	10,74		
Parâmetro b							
Bovinos	2,52 <sup>b</sup>	2,55 <sup>Ab</sup>	2,85 <sup>Ab</sup>	2,66 <sup>b</sup>	3,32 <sup>Ba</sup>	2,78	12,87
Ovinos	2,75 <sup>b</sup>	2,18 <sup>Bc</sup>	2,45 <sup>Bbc</sup>	2,52 <sup>bc</sup>	3,70 <sup>Aa</sup>	2,72	20,76
Médias	2,64	2,37	2,65	2,59	3,51		
CV%	7,31	13,17	11,80	8,31	7,16		
Parâmetro c							
Bovinos	0,078 <sup>b</sup>	0,058 <sup>Ac</sup>	0,076 <sup>Ab</sup>	0,108 <sup>Aa</sup>	0,040 <sup>d</sup>	0,072	32,79
Ovinos	0,081 <sup>a</sup>	0,050 <sup>Bc</sup>	0,052 <sup>Bc</sup>	0,065 <sup>Bb</sup>	0,039 <sup>d</sup>	0,057	26,26
Médias	0,080	0,054	0,064	0,087	0,040		
CV%	7,34	13,28	21,41	25,90	7,66		

a = volume de gases correspondente à completa digestão do substrato (assintota) (mL/ grama MS); b = taxa específica semelhante à taxa de degradação (%/h); c = fator constante de eficiência microbiana, que descreve o ponto de inflexão da curva a uma determinada velocidade de produção de gases (mL/h).

DDG (grão seco por destilação).

Letras minúsculas diferem na linha (P<0,05) pelo teste tukey

Letras maiúsculas diferem na coluna.

CV- Coeficiente de variação.

A produção de gases em relação as espécies apresentaram diferença no parâmetro “a” em suas médias, tendo maior quantidade de gases produzido (mL/grama) em líquido ruminal de bovinos. Segundo dados publicados por O'Mara et al. (1999) alimentos que possuem maiores quantidades de extrato etéreo apresentam maior degradação quando colocados em líquido ruminal de bovinos.

Para o parâmetro b que avalia a taxa de degradação (%/hora) em líquido ruminal de bovinos e ovinos o DDG apresentou maior velocidade de degradação em relação aos outros alimentos. Apesar deste alimento apresentar grandes quantidades de carboidratos e proteínas na fração C, a quantidade de hemicelulose que este alimento possui é a maior entre os concentrados protéicos, podendo assim possuir uma elevada taxa de degradação. Segundo Campos et al. (2006) a diferença encontrada entre as espécies ovina e bovina, são atribuídas, principalmente, as bactérias presentes no líquido ruminal, uma vez que a velocidade de degradação é influenciada por diversos fatores, além das características do alimento, a

disponibilidade qualitativa e quantitativa dos microrganismos presentes interferem diretamente na degradação.

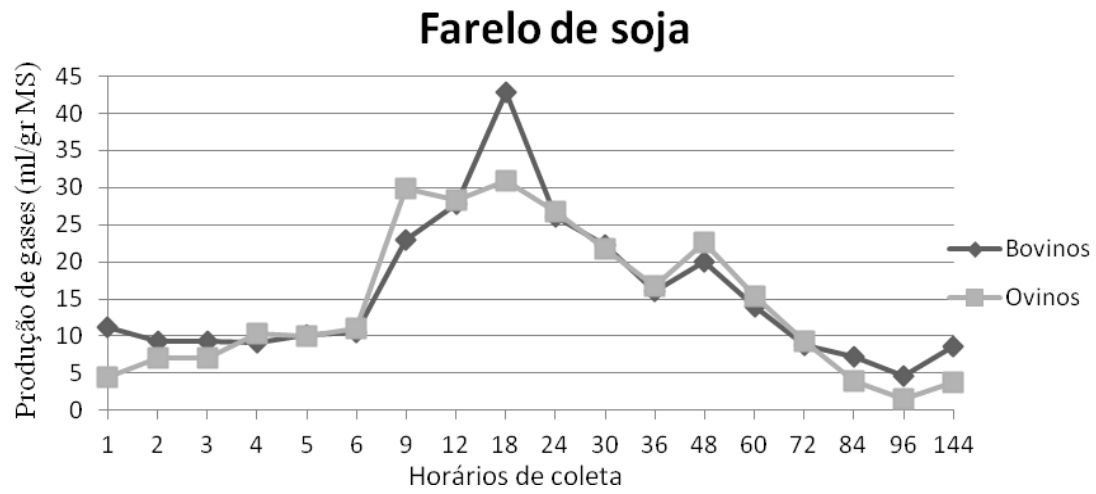
No parâmetro “c” onde em líquido ruminal de bovinos e ovinos o DDG obteve a menor quantidade entre os alimentos, provavelmente isso pode ter ocorrido pelas baixas quantidades de frações digestíveis nos carboidratos.

O comportamento da produção de gases pode-se observar (Figuras 1) que o farelo de soja apresentou maior produção de gases nas primeiras horas, provavelmente isso tenha ocorrido pela maior quantidade de frações A+B1 de carboidratos presentes neste alimento quando comparado com os demais. Segundo Velásquez et al. (2009) alimentos que apresentam maiores quantidades de frações solúveis e de rápida degradação otimizam a produção de gases, assim alimentos com altas proporções destas porções tendem a serem degradadas mais rapidamente nas primeiras horas.

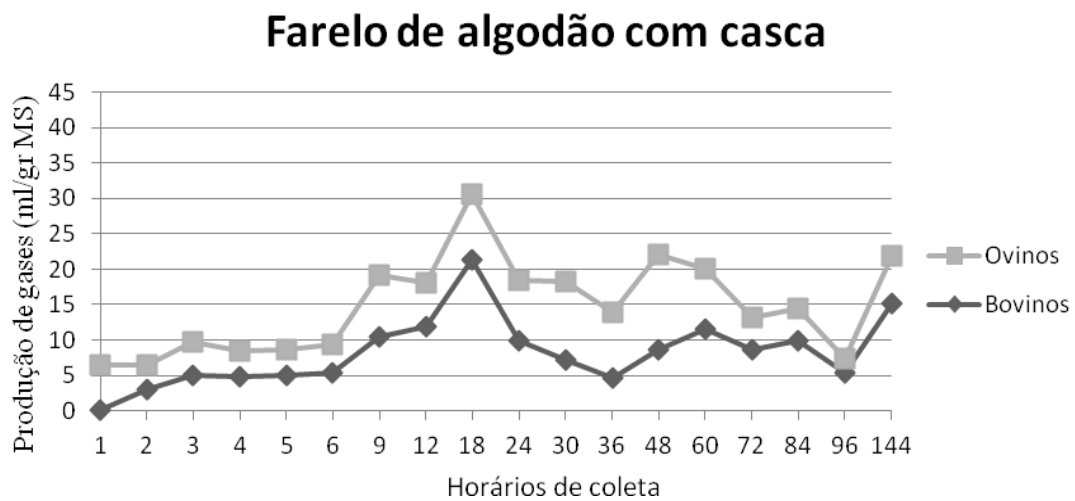
O pico de produção de gases nos alimentos (Figuras 1, 2, 3 e 4) ocorreu nas 18 horas após a incubação, provavelmente essa pico tenha relação com frações dos carboidratos que possam elevar a disponibilidade de energia para os microrganismos que fermentam os alimentos. Segundo Muniz et al. (2011) a fração B2, tem como efeito a, maximização do crescimento microbiano, assim elevando a produção de gases.

O DDG apresentou uma degradação diferente dos demais alimentos, tendo dois picos de produção de gases, por este motivo o DDG apresentou quantidade semelhante ao farelo de soja na produção de gases. O pico mais tardio de produção de gases possivelmente tenha ocorrido pela grande quantidade de LDA presente neste alimento. Segundo Azevedo et al. (2003) quanto maior a quantidade LDA, dificulta o aumento da massa microbiana fazendo com que a degradação do alimento seja de forma mais lenta, assim alguns nutrientes podem ser disponibilizados ao decorrer do tempo.

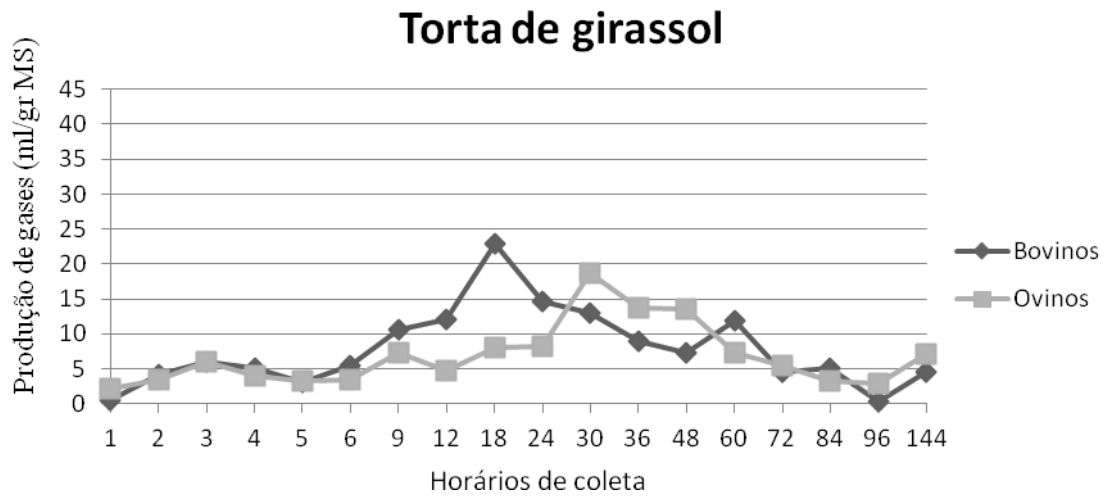
**Figura 1** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do farelo de soja.



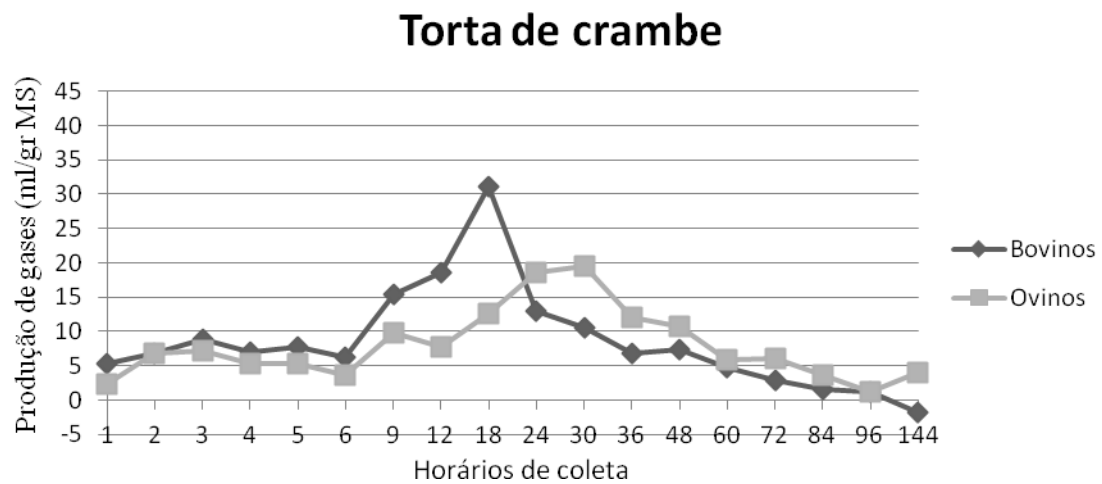
**Figura 2** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do farelo de algodão com casca.



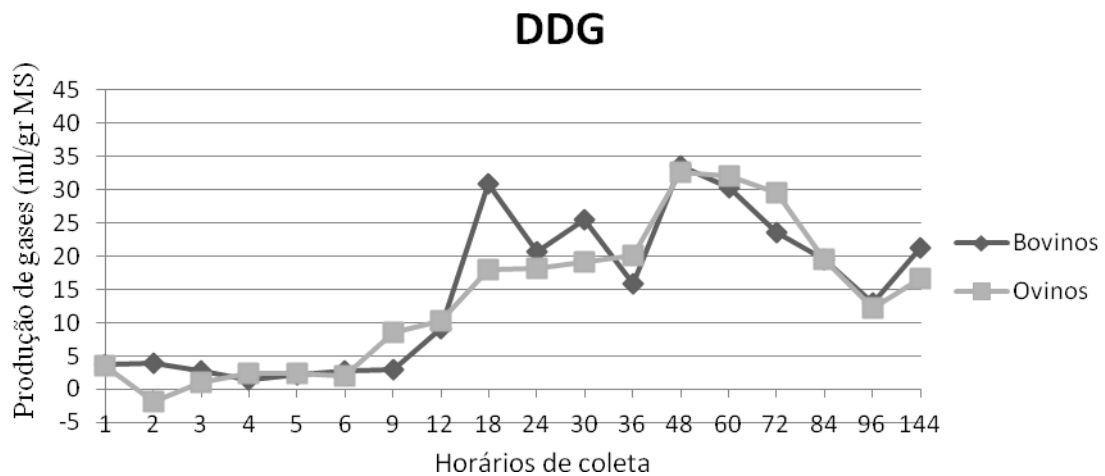
**Figura 3** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta da torta de girassol.



**Figura 4** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta da torta de crambe.



**Figura 5** – Curva de produção de gases mL/h em função dos tempos de coleta do DDG.



## Conclusão

Entre os alimentos avaliados o farelo de soja apresentou-se como uma das principais alternativas para alimentação de animais ruminantes, devido as maiores quantidades de nutrientes solúveis e a alta degradabilidade desse alimento quando comparado aos outros alimentos.

## Referências

ANDRADE, I. V. O.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; VELOSO, C. M.; BONOMO, P. Fracionamento de proteína e carboidratos em silagens de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2342-2348, 2010.

AZEVEDO, J. A. G.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; CARNEIRO, P. C. S.; LANA, R. P.; BARBOSA, M. H. P.; FERNANDES, A. M.; RENNÓ, F. P. Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação in vitro da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1443-1453, 2003.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**, Jaboticabal SP, Funep 2006.

CAMPOS, P. R. S. S.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; DETMANN, E.; LEÃO, M. I.; SOUZA, S. M.; LUCCHI, B. B.; VALADARES, R. F. D. Estudo comparativo da cinética de degradação ruminal de forragens tropicais em ovinos e ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 6, Belo Horizonte, 2006.

CAMPOS, W. E.; BORGES, A. L. C. C.; SATURNINO, H. M.; SILVA, R. R.; SALIBA, E. O. S.; RODRÍGUEZ, N. M.; SOUSA, B. M.; ROGÉRIO, M. C. P. Digestibilidade da proteína de alimentos utilizados na alimentação de ruminantes pelo método das três etapas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 4, p. 295-302, 2007.

CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; PEREIRA, O. G.; FERNANDES, F. É. P.; OBEID, J. A.; CARVALHO, B. M. A. Fracionamento de carboidratos de silagem de capim-elefante emurhecido ou com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1000-1005, 2007.

FERNANDES, J. J. R.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, R. C.; SANTOS, F. A. P.; SUSIN, I.; CARVALHO, E. R. Farelo de soja em substituição à ureia em dietas para bovinos de corte em crescimento. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 2, p. 373-378, 2009.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **Experimental designs package**. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes/ExpDes.pdf>>.

FORTALEZA, A. P. S. **Torta de nabo forrageiro**: valor nutritivo, ingestão, desempenho e características de carcaça e da carne de novilhas ½ Limousin + ½ Nelore. 94f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

GONZALEZ, F. H. D.; DÜRR, J. W.; FONTANELI, R. S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, p.61-72, 2001.

LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; RENNÓ, L. N. Consumos e Digestibilidades Totais e Parciais de Carboidratos Totais, Fibra em Detergente Neutro e Carboidratos Não fibrosos em Novilhos Submetidos a Três Níveis de Ingestão e Duas Metodologias de Coleta de Digestas Abomasal e Omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 670-678, 2005.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

MALAFAIA, P. A.; VALADARES FILHO, M. S. C.; VIEIRA, R. A. M.; SILVA, J. F. C.; PEREIRA, J. C. Determinação das Frações que Constituem os Carboidratos Totais e da Cinética Ruminal da Fibra em Detergente Neutro de Alguns Alimentos para Ruminantes, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 4, p. 790-796, 1998.

MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C. Determinação das frações que constituem a proteína bruta de alguns volumosos e concentrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 302-305.

MANELLA, M. Q. **Perfil de aminoácidos e estudo da cinética de degradação ruminal de alimentos em bovinos Nelore recebendo diferentes proporções de concentrado**. 2004. 104p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MARTINS, A. S.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; MARTINS, E. N.; LOYOLA, V. R. Degradabilidade ruminal "in situ" da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 1109-1117, 1999.

MCDUGAIL, E. I. Studies on ruminant saliva. **The composition and output of sheep saliva**. Biochem. 1949.

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; FRANCO, A. L. C.; SYPERREK, M. A.; DÓREA, J. R. R.; CUNHA, G. E.; CAPELARI, M. G. M.; MUNIZ, E. B. Cinética de fermentação ruminal in vitro de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gases. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 2021-2028, 2011.

MIZUBUTI, I. Y.; PINTO, A. P.; PEREIRA, E. S.; OLIVEIRA, B. M. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para ruminantes**. Londrina: EDUEL. 226p. 2009.



MOSER, L. E.; MOORE, K. J.; KRAL, D. M.; VINEY, M. K. Post-harvest physiological changes in forage plants. In: Post-harvest physiology and preservation of forages. **American Society of Agronomy Inc.**, Madison, Wisconsin. p. 1-19. 1995.

MUNIZ, E. B.; MIZUBUTI, I. Y.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA JÚNIOR, J. N.; CAPELARI, M. G. M.; BRITO, V. M. Cinética de degradação ruminal de carboidratos de volumosos secos e aquosos: técnica de produção de gases. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 1191-1200, 2011.

OLIVEIRA, A. C.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; OLIVEIRA, H. C.; ALMEIDA, V. V. S.; VELOSO, C. M.; ROCHA NETO, A. L.; OLIVEIRA, U. L. C. Farelo de mandioca na ensilagem de capim-elefante: fracionamento de carboidratos e proteínas e características fermentativas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 4, p. 1020-1031, 2012.

O'MARA, F. P.; COYLE, J. E.; DRENNAN, M. J.; YOUN, G. P.; CAFFREY, P. J. A comparison of digestibility of some concentrate feed ingredients in cattle and sheep, **Animal Feed Science and Technology**, 1999.

PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; DUARTE, L. S.; MIZUBUTI, I. Y.; ARAÚJO, G. G. L.; CARNEIRO, M. S. S.; REGADAS FILHO, J. G. L.; MAIA, I. S. G. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1079-1094, 2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Development Core Team. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Austria, 2011.

ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 14. set. 2011.

RIBEIRO, G. M.; SAMPAIO, A. A. M.; FERNANDES, A. R. M.; HENRIQUE, W.; SUGOHARA, A.; AMORIM, A. C. Efeito da fonte proteica e do processamento físico do concentrado sobre a terminação de bovinos jovens confinados e o impacto ambiental dos dejetos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2082-2091, 2007.

RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I – Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3551-61, 1992.

SILVEIRA, J. P. F.; PANICHI, A.; PERSICHETTI JÚNIOR, P.; FACTORI, M. A.; BALDIM, S.; COSTA, C. Aspectos da degradação sincronizada de nutrientes e seus efeitos na produção de ruminantes. **Revista Unimar Ciências**, Marília, v. 17, 2008.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOBRINHO, P. Processo (simplificado) de produção de ETANOL de MILHO, Destilaria/Usina FLEX e Abordagem Descritiva de um Novo Potencial. **CONAB**, Cuiabá, 2012.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamentos de amêndoa e torta de Castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 120-128, 2004.

VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE, 2., 2001. Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, p. 229-247. 2001.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

VELÁSQUEZ, P. A. T.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; RIVERA, A. R.; DIAN, P. H. M.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Cinética da fermentação e taxas de degradação de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte estimadas pela técnica de produção de gases *in vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1695-1705, 2009.

YANG, J. H.; BRODERICK, G. A.; KOEGEL, R. G. Effect of heat treating alfalfa hay on chemical composition and ruminal *in vitro* protein degradation. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 1, p. 154-164, 1993.

ZAMBOM, M. A.; SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C.; ALCALDE, C. R.; GONÇALVES, G. D.; SILVA, D. C.; SILVA, K. T.; FAUSTINO, J. O. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre os volumosos secos avaliados o feno de azevém foi o que mostrou melhor produção de gases e menores quantidades de frações indigestíveis, sendo o volumoso seco com as melhores qualidades entre os avaliados.

Entre os concentrados energéticos as menores quantidades de frações indigestíveis dos carboidratos foram observadas para o gérmen de milho e a aveia branca, além do gérmen de milho apresentar maior quantidade de gases produzido por grama de amostra, assim este alimento pode ser considerado um excelente alternativa para alimentação de ruminantes.

Entre os concentrados protéicos o farelo de soja foi o alimento que apresentou as maiores quantidades de nutrientes solúveis e a maior produção de gases quando comparado aos outros concentrados protéicos, assim o farelo de soja pode ser considerado o melhor alimento para produção de ruminantes.

A determinação das frações apresenta-se de extrema importância, pois, com estes dados na formulação de rações pode-se elevar a produção de bactérias ruminais com a sincronização correta dos carboidratos e das proteínas.

A cinética de degradação por meio de produção de gases é uma ferramenta muito importante pois pode determinar a fermentação do alimento, mas os gases produção muitas vezes não são discriminados sendo, qualquer gás produzido mensurado como parte da degradação benéfica deste alimento. Assim a discriminação e quantificação de cada gás produzido nesta metodologia será muito importante para exata avaliação deste alimento.

**ANEXO**

## ANEXO A

### Normas Editoriais para Publicação na Semina: Ciências Agrárias, UEL.

#### Categorias dos Trabalhos

- a) Artigos científicos: no máximo 20 páginas incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas;
- b) Comunicações científicas: no máximo 12 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 16 citações e no máximo duas tabelas ou duas figuras ou uma tabela e uma figura;
- c) Relatos de casos: No máximo 10 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 12 citações e no máximo duas tabelas ou duas figuras ou uma tabela e uma figura;
- d) Artigos de revisão: no máximo 25 páginas incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas.

#### Apresentação dos Trabalhos

Os originais completos dos artigos, comunicações, relatos de casos e revisões podem ser escritos em português, inglês ou espanhol, no editor de texto Word for Windows, com espaçamento 1,5, em papel A4, fonte Times New Roman, tamanho 11 normal, com margens esquerda e direita de 2 cm e superior e inferior de 2 cm, respeitando-se o número de páginas, devidamente numeradas, de acordo com a categoria do trabalho. Figuras (desenhos, gráficos e fotografias) e Tabelas serão numeradas em algarismos arábicos e devem estar separadas no final do trabalho.

As figuras e tabelas deverão ser apresentadas nas larguras de 8 ou 16 cm com altura máxima de 22 cm, lembrando que se houver a necessidade de dimensões maiores, no processo de editoração haverá redução para as referidas dimensões. As legendas das figuras deverão ser colocadas em folha separada obedecendo à ordem numérica de citação no texto. Fotografias devem ser identificadas no verso e desenhos e gráfico na parte frontal inferior pelos seus respectivos números do texto e nome do primeiro autor. Quando necessário deve ser indicado qual é a parte superior da figura para o seu correto posicionamento no texto.

#### Preparação dos manuscritos

##### Artigo científico:

Deve relatar resultados de pesquisa original das áreas afins, com a seguinte organização dos tópicos: Título; Título em inglês; Resumo com Palavras-chave (no máximo seis palavras); Abstract com Key words (no máximo seis palavras); Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão com as conclusões no final ou Resultados, Discussão e Conclusões separadamente; Agradecimentos; Fornecedores, quando houver e Referências Bibliográficas. Os tópicos devem ser escritos em letras maiúsculas e minúsculas e destacados em negrito, sem numeração. Quando houver a necessidade de subitens dentro dos tópicos, os mesmos devem receber números arábicos. O trabalho submetido não pode ter sido publicado em outra revista com o mesmo conteúdo, exceto na forma de resumo de congresso, nota prévia ou formato reduzido.

**A apresentação do trabalho deve obedecer à seguinte ordem:**

1. *Título do trabalho*, acompanhado de sua tradução para o inglês.
2. *Resumo e Palavras-chave*: Deve ser incluído um resumo informativo com um mínimo de 150 e um máximo de 300 palavras, na mesma língua que o artigo foi escrito, acompanhado de sua tradução para o inglês (*Abstract e Key words*).
3. *Introdução*: Deverá ser concisa e conter revisão estritamente necessária à introdução do tema e suporte para a metodologia e discussão.
4. *Material e Métodos*: Poderá ser apresentado de forma descritiva contínua ou com subitens, de forma a permitir ao leitor a compreensão e reprodução da metodologia citada com auxílio ou não de citações bibliográficas.
5. *Resultados e discussão com conclusões ou Resultados, Discussão e Conclusões*: De acordo com o formato escolhido, estas partes devem ser apresentadas de forma clara, com auxílio de tabelas, gráficos e figuras, de modo a não deixar dúvidas ao leitor, quanto à autenticidade dos resultados, pontos de vistas discutidos e conclusões sugeridas.
6. *Agradecimentos*: As pessoas, instituições e empresas que contribuíram na realização do trabalho deverão ser mencionadas no final do texto, antes do item Referências Bibliográficas.

**Observações:**

Quando for o caso, antes das referências, deve ser informado que o artigo foi aprovado pela comissão de bioética e foi realizado de acordo com as normas técnicas de biosegurança e ética.

*Notas*: Notas referentes ao corpo do artigo devem ser indicadas com um símbolo sobrescrito, imediatamente depois da frase a que diz respeito, como notas de rodapé no final da página.

*Figuras*: Quando indispensáveis figuras poderão ser aceitas e deverão ser assinaladas no texto pelo seu número de ordem em algarismos arábicos. Se as ilustrações enviadas já foram publicadas, mencionar a fonte e a permissão para reprodução.

*Tabelas*: As tabelas deverão ser acompanhadas de cabeçalho que permita compreender o significado dos dados reunidos, sem necessidade de referência ao texto.

*Grandezas, unidades e símbolos*: Deverá obedecer às normas nacionais correspondentes (ABNT).

7. *Citações dos autores no texto*: Deverá seguir o sistema de chamada alfabética seguidas do ano de publicação de acordo com os seguintes exemplos:

- a) Os resultados de Dubey (2001) confirmam que .....
- b) De acordo com Santos et al. (1999), o efeito do nitrogênio.....
- c) Beloti et al. (1999b) avaliaram a qualidade microbiológica.....
- d) [...] e inibir o teste de formação de sincício (BRUCK et al., 1992).
- e) [...]comprometendo a qualidade de seus derivados (AFONSO; VIANNI, 1995).

***Citações com três autores***

Dentro do parêntese, separar por ponto e vírgula.

Ex: (RUSSO; FELIX; SOUZA, 2000).

Incluídos na sentença, utilizar virgula para os dois primeiros autores e (e) para separar o segundo do terceiro.

Ex: Russo, Felix e Souza (2000), apresentam estudo sobre o tema....

### ***Citações com mais de três autores***

Indicar o primeiro autor seguido da expressão et al. Observação: Todos os autores devem ser citados nas Referências Bibliográficas.

8. *Referências Bibliográficas*: As referências bibliográficas, redigidas segundo a norma NBR 6023, ago. 2000, da ABNT, deverão ser listadas na ordem alfabética no final do artigo. Todos os autores participantes dos trabalhos deverão ser relacionados, independentemente do número de participantes (única exceção à norma – item 8.1.1.2). A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo, bem como opiniões, conceitos e afirmações são da inteira responsabilidade dos autores. As outras categorias de trabalhos (Comunicação científica, Relato de caso e Revisão) deverão seguir as mesmas normas acima citadas, porém, com as seguintes orientações adicionais para cada caso:

### **Comunicação científica**

Uma forma concisa, mas com descrição completa de uma pesquisa pontual ou em andamento (nota prévia), com documentação bibliográfica e metodologia completas, como um artigo científico regular. Deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key words; Corpo do trabalho sem divisão de tópicos, porém seguindo a seqüência – introdução, metodologia, resultados (podem ser incluídas tabelas e figuras), discussão, conclusão e referências bibliográficas.

### **Relato de caso**

Descrição sucinta de casos clínicos e patológicos, achados inéditos, descrição de novas espécies e estudos de ocorrência ou incidência de pragas, microrganismos ou parasitas de interesse agrônomo, zootécnico ou veterinário. Deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key-words; Introdução com revisão da literatura; Relato do (s) caso (s), incluindo resultados, discussão e conclusão; Referências Bibliográficas.

### **Artigo de revisão bibliográfica**

Deve envolver temas relevantes dentro do escopo da revista. O número de artigos de revisão por fascículo é limitado e os colaboradores poderão ser convidados a apresentar artigos de interesse da revista. No caso de envio espontâneo do autor (es), é necessária a inclusão de resultados relevantes próprios ou do grupo envolvido no artigo, com referências bibliográficas, demonstrando experiência e conhecimento sobre o tema.

O artigo de revisão deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key-words; Desenvolvimento do tema proposto (com subdivisões em tópicos ou não); Conclusões ou Considerações Finais; Agradecimentos (se for o caso) e Referências Bibliográficas.