

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

Digestão Total e Cecal de Alimentos
Volumosos em Eqüinos

Vinicius Pimentel Silva

2007



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

**DIGESTÃO TOTAL E CECAL DE ALIMENTOS
VOLUMOSOS EM EQUINOS**

VINICIUS PIMENTEL SILVA

Sob a Orientação do Professor
Fernando Queiroz de Almeida

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

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2007

636.1084
S586d
T

Silva, Vinicius Pimentel, 1981-
Digestão total e cecal de alimentos volumosos em
eqüinos/ Vinicius Pimentel Silva. - 2007.
57f. : il.

Orientador: Fernando Queiroz de Almeida.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Zootecnia.
Bibliografia: f. 34-39.

1. Eqüino - Alimentação e rações - Teses. 2.
Eqüino - Alimentos - Teses. 3. Nutrição animal -
Teses. I. Almeida, Fernando Queiroz, 1959-. II.
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Instituto de Zootecnia. III. Título.

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

VINICIUS PIMENTEL SILVA

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 15/02/2007.

Fernando Queiroz de Almeida, Dr. UFRRJ
Orientador

Adalgisa Souza Carneiro de Rezende, Dra. UFMG

Augusto Vidal da Costa Gomes, Dr. UFRRJ

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra à minha família, que ao longo de minha vida sempre me apoiou e me proporcionou oportunidades de crescimento pessoal.

À minha mãe Vilcinéia Aparecida da Silva Pimentel, o meu exemplo de vida, dedico todas as minhas conquistas pessoais, pois fez de sua vida uma grande luta para me proporcionar educação.

À minha irmã Aline Rejane Pimentel Silva, por depositar sempre seu amor.

À minha linda sobrinha Luana Ariel Pimentel Sarti Santini, por proporcionar momentos de imensa felicidade em nossa casa.

Ao meu pai Luiz Antônio Silva, que me incentivou nas minhas escolhas profissionais.

À simplicidade da vida

“Quando sinto no pescoço um nó, vem o vento e me sopra o soco...”

(Oswaldo Montenegro em “Letras Brasileiras”, letra de Beto Brasiliense)

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Dr. Fernando Queiroz de Almeida, por ter me acolhido por longos seis anos de convivência, depositando sua confiança e amizade. Muito obrigado por me incentivar nos momentos de dificuldade, pelos conselhos profissionais, e agradeço por ter sido de fato um grande orientador.

Aos Professores desta Universidade, que contribuíram para minha formação profissional e como cidadão.

Ao professor Dr. Pedro Muniz Malafaia, por todos os momentos de atenção.

Ao professor Dr. Mirton José Frota Morenz, pela grandiosa ajuda na reta final do curso de mestrado.

Aos funcionários do Hospital de Grandes Animais do Instituto de Veterinária, ao professor Zelson Giácomo Loss, e ao Médico Veterinário Gilberto dos Santos Seppa, pela amizade conquistada.

Aos companheiros da equipe de trabalho EQUILAB, Paula Vieira Hossell Laranjeira, Almira Biazon França, Liziana Maria Rodrigues, Yzabella Alves Campos Nogueira, Henrique Torres Ventura, Frank Sarubi, Róbson Ricardo Moreira Pimentel, Lucas Santiago Brasileiro, Bremmer Clayston Gobera Mazete, Juliano Santiago, Caroline Spitz dos Santos, Julianna Ferreira de Azevedo, João Gabriel, Theylla Oliveira Pinheiro, Luisa Fernanda Umbarilla Barreto, Irineu Fernandes dos Santos Neto, Gustavo Henrique Campos de Souza, pelo precioso tempo de convivência e dedicação na realização deste trabalho.

À minha “irmã de pesquisa” Fernanda Nascimento de Godoi, por ter suportado as minhas delicadezas e pela sua imprescindível companhia falante, que com certeza sentirei falta.

Aos meus companheiros do quarto “8”, Tiago Marques dos Santos e Marcus Sandes Pires por me ensinarem a encontrar a alegria, quando muitos já teriam perdido a vontade de sorrir.

Ao meu bom amigo político, José de Sá, por mostrar que ainda há pessoa de boa índole e capacitada querendo administrar o “ESTADO”, e pelas boas conversas tidas de nossas vidas.

Às minhas amigas Ana Paula Pessim de Oliveira e Eliane da Silva Morgado, cabe aqui um profundo agradecimento por terem sido a minha família durante a minha vida acadêmica na UFRRJ.

À minha namorada Luisa Gouvêa Teixeira, por trazer felicidade em minha vida.

Aos amigos do Curso e aos companheiros do Alojamento da Pós-Graduação da UFRRJ, pelos bons tempos de convivência e de aprendizado.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela qualidade do ensino superior.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFRRJ.

Aos órgãos de fomento à pesquisa Capes, CNPq e FAPERJ, por permitirem as execuções dos experimentos de nossa equipe, através dos recursos financeiros aplicados no desenvolvimento tecnológico nacional.

As pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço à Coelhinha, égua em experimentação, por ter me ensinado a ter paciência.

BIOGRAFIA

Vinicius Pimentel Silva, natural de Capão Bonito, São Paulo, nascido em dezesseis de fevereiro de mil novecentos e oitenta e um. Concluiu o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 2005 e, realizou o Curso de Mestrado, de 2005 a 2007, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFRRJ.

Durante a graduação, foi bolsista de Iniciação Científica de 2002 a 2005 pela FAPERJ. Participou da representação estudantil no Diretório Acadêmico de Zootecnia, ocupando o cargo de Diretor de Assuntos Externos e Pesquisa.

Foi bolsista do Mestrado da CAPES, de 2005 a 2007, e representante dos alunos junto ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRRJ, de 2005 a 2006. Publicou 22 trabalhos em Anais de eventos, três em periódicos científicos, possui quatro itens de produção técnica. Participou de oito eventos no Brasil e um evento no exterior. Atua na área de Zootecnia, com ênfase em nutrição e alimentação animal.

RESUMO

SILVA, Vinicius Pimentel. **Digestão Total e Cecal de Alimentos Volumosos em Equinos.** 2007. 46p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estimar a digestibilidade e a degradação dos nutrientes e a cinética de passagem de alimentos volumosos em equinos utilizando as técnicas de sacos de náilon móveis e da digestão *in situ*. Foram realizados dois ensaios de digestão e os alimentos volumosos utilizados nos dois estudos foram alfafa (*Medicago sativa*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), *Desmodium ovalifolium*, *Stylosanthes guianensis*, guandu (*Cajanus cajan*), *Macroptyloma axilares* e capim *coastcross* (*Cynodon dactylon* cv. *coastcross*). A alimentação foi uma dieta basal composta por 80% de feno e 20% de concentrado. No primeiro ensaio, com sacos móveis, foram utilizados cinco equinos mestiços com idades variando de 17 a 27 anos, com peso vivo médio de 350 kg. Para a confecção dos sacos, utilizou-se tecido de náilon com porosidade de 45 μ com dimensões de 7,5 x 2 cm, inserindo 510 mg de MS de amostra/saco. O ensaio teve duração de 12 dias, sendo três para a adaptação, cinco para inserção gástrica dos sacos e quatro de coleta dos sacos. O delineamento foi em blocos inteiramente casualizados com sete tratamentos e cinco repetições. A sonda nasogástrica foi inserida duas vezes ao dia, de manhã e à tarde com 29 sacos, sendo quatro para cada alimento e um em branco. Anotou-se o tempo de trânsito e a excreção dos sacos foi considerada até 96 horas após a inserção. A estimativa da digestibilidade dos nutrientes dos alimentos volumosos foi calculada através do resíduo obtido no saco. No ensaio *in situ* utilizou-se um animal fistulado no ceco, com peso vivo de 210 kg e sacos de 20 x 6,5 cm, com 5,2 g de amostra, incubadas no ceco nos tempos de 0, 2, 4, 6, 8, 12, 24 e 48 horas. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições, com duração de 30 dias e o modelo de degradação citado por Orskov & McDonald para descrever as curvas de degradação dos nutrientes. A digestibilidade dos nutrientes dos alimentos volumosos amendoim, *Desmodium* e *Macroptyloma* foram maiores ($P < 0,05$). Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os alimentos em relação ao tempo de trânsito, tempo médio de retenção e taxa de passagem dos sacos, observando-se os valores médios de 23,3 h, 48,6 h e 2,0 h, respectivamente. Os valores da taxa de degradação foram superiores no amendoim, *Desmodium* e *Macroptyloma*. A degradação da fibra do amendoim forrageiro é superior às demais leguminosas tropicais, assim como seu conteúdo protéico. Os alimentos volumosos tropicais amendoim, *Stylosanthes guianensis* e *Macroptyloma axilares* apresentaram potencial para o uso em dietas para equinos.

Palavras-chave: Degradação. Fibra. *In situ*. Sacos móveis.

ABSTRACT

SILVA, Vinicius Pimentel. **Total and Cecal Digestion of Roughages in Horses**. 2007. 46p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropedica, RJ, 2007.

This work aimed to evaluate digestibility and degradability of nutrients, and kinetics of passage in horses fed with forages using mobile bag and *in situ* cecal digestion. Two digestion trials were carried out and seven forages were used, lucerne (*Medicago sativa*), peanut (*Arachis pintoi*), *Desmodium ovalifolium*, *Stylosanthes guianensis*, *Cajanus cajan*, *Macroptyloma axilares* and *coastcross* (*Cynodon dactylon* cv. *coastcross*). Basal diets were composed by 80% hay and 20% concentrate. In first assay with mobile bags, five crossbreed horses were used with age varying from 17 to 27 years and average weight of 350 kg. A nylon cloth was used with 45 μ pore size, and bags with dimensions of 7,5 x 2 cm, containing 510 mg DM of sample/bag. These assay had 12 days of duration, and three for adaptation, five days for naso-gastric insertion of bags and four days for bags collection in feces. Randomized block design were used with seven treatments and five repetitions. Naso-gastric insertion of bags were made twice a day, at morning and afternoon, inserting 29 bags, and four bags of each feed and one blank. Transit time and excretion of bags were evaluated until 96 h from insertion. Nutrients digestibility of forages were calculated through residues inside the bags. *In situ* assay was conducted with *caecum* fistulated horse, weight 210 kg. Bags with 20 x 6,5 cm were used with 5,2 g of sample incubated inside *caecum* along times 0, 2, 4, 6, 8, 12, 24 and 48 hours. A randomized design was used with seven treatments and three repetitions during 30 days. Orskov & McDonald degradation model was used to fit the nutrients degradation curves. Nutrients digestibility of peanut, *Desmodium* and *Macroptyloma* were high than others roughages ($P < 0.05$). Any difference were observed ($P > 0.05$) among transit time, medium retention time and passage rate, average values were 23.34, 48.63 and 2.07, respectively. Degradation rate were high to peanut, *Desmodium* and *Macroptyloma*. Peanut fiber and protein degradability is superior to others tropical legumes, and peanut presented high protein contents. Tropicallly forages peanut, *Stylosanthes guianensis* and *Macroptyloma axilares* presented potential to be use in horse diets.

Key words: Degradation. Fiber. *In situ*. Mobile bag.

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabela 1. | Consumo esperado pelos eqüinos na base da matéria seca (% Peso Vivo).. | 2 |
| Tabela 2. | Composição bromatológica do feno de capim <i>Coastcross</i> e da ração comercial, expressa na base da matéria seca (%). | 9 |
| Tabela 3. | Seqüência de incubação cecal dos sacos de náilon. | 14 |
| Tabela 4. | Composição bromatológica dos alimentos volumosos feno de alfafa, amendoim forrageiro, <i>Desmodium</i> , <i>Stylosanthes</i> , guandu e <i>Macroptyloma</i> e o feno de capim <i>coastcross</i> , expressa na base da matéria seca (%). | 16 |
| Tabela 5. | Composição de nutrientes na base da matéria seca dos volumosos, segundo diversos autores. | 17 |
| Tabela 6. | Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA) e energia bruta (CDEB) dos alimentos volumosos. | 19 |
| Tabela 7. | Médias e respectivos desvios padrões do tempo de trânsito (TT), tempo médio de retenção (TMR), taxa de passagem (k) e recuperação até 96 h dos sacos de náilon com as forrageiras no trato digestivo. | 21 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|----|
| Figura 1. | Organização dos sacos (a) e preenchimento da sonda com os sacos (b)..... | 10 |
| Figura 2. | Sonda pronta para a inserção nasogástrica (a) e passagem nasogástrica no animal (b)..... | 11 |
| Figura 3. | Coleta dos sacos de náilon nas fezes (a) e os sacos após a lavagem (b)..... | 11 |
| Figura 4. | Eqüino fistulado no ceco (a) e componentes da cânula de silicone (b)..... | 13 |
| Figura 5. | Sacos de náilon para a incubação <i>in situ</i> (a) e inserção através da cânula cecal (b)..... | 14 |
| Figura 6. | Retirada dos sacos após o término de cada período de incubação..... | 14 |
| Figura 7. | Curva de recuperação fecal cumulativa dos sacos de náilon móveis com as forrageiras, até 96 h..... | 23 |
| Figura 8. | Curvas de degradação dos nutrientes do feno de alfafa..... | 24 |
| Figura 9. | Curvas de degradação dos nutrientes do amendoim forrageiro..... | 26 |
| Figura 10. | Curvas de degradação dos nutrientes do <i>Desmodium</i> | 26 |
| Figura 11. | Curvas de degradação dos nutrientes do <i>Stylosanthes</i> | 27 |
| Figura 12. | Curvas de degradação dos nutrientes do guandu..... | 28 |
| Figura 13. | Curvas de degradação dos nutrientes do <i>Macroptiloma</i> | 29 |
| Figura 14. | Curvas de degradação dos nutrientes do feno de capim <i>Coastcross</i> | 30 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 2 |
| 1 Alimentos Volumosos para Eqüinos..... | 2 |
| 2 2 Estudos de Digestão com Sacos de Náilon Móveis e da Digestão <i>in situ</i> | 6 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 9 |
| 3.1 Ensaio de Digestão com Sacos de Náilon Móveis..... | 9 |
| 3 1.1 Estimativa da digestibilidade aparente com sacos de náilon móveis..... | 10 |
| 3 1.2 Cinética dos sacos de náilon móveis no trato digestivo..... | 12 |
| 3 2 Ensaio de Digestão Cecal <i>in situ</i> | 12 |
| 3 2.1 Estimativa da degradação cecal com sacos de náilon..... | 13 |
| 3 3 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas | 15 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 16 |
| 4.1 Análise Bromatológica dos Alimentos Volumosos Utilizados nos Ensaio de Digestão | 16 |
| 4.2 Digestibilidade Aparente dos Nutrientes Utilizando a Técnica dos Sacos Móveis | 19 |
| 4.3 Cinética dos Sacos Móveis no Trato Digestivo | 21 |
| 4 4 Degradação Cecal das Forrageiras..... | 24 |
| 5 CONCLUSÕES | 33 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 34 |
| 7 ANEXOS | 40 |

1 INTRODUÇÃO

Os eqüinos são classificados como herbívoros não ruminantes com capacidade de digerir grande quantidade de volumoso, consumidos de forma lenta e constante, pois possuem estômago simples, com pequena capacidade gástrica, que representa 10% de todo o volume do trato digestivo. A presença dos microrganismos no ceco-cólon é imprescindível para a sobrevivência da espécie eqüina, pois utilizam os subprodutos da fermentação microbiana como fonte energética, a fim de atender suas exigências.

Poucos estudos em nutrição eqüina tinham sido conduzidos com o intuito de determinar valores de digestibilidade de alimentos volumosos de potencial forrageiro e produzidos em condições nacionais. A determinação da composição químico-bromatológica e a degradação da fração fibrosa durante o processo de fermentação geram informações que permitem compreender a dinâmica da digestão, além de caracterizar a qualidade da fibra na dieta.

É também importante ressaltar que a aquisição de conhecimento sobre o processo digestivo na espécie eqüina, nos vários segmentos do trato gastrointestinal, permite a formulação de dietas mais eficientes, com melhores respostas produtivas, mais seguras e contribui para o bem estar dos eqüinos. Infelizmente, a escassez de informações nutricionais referentes aos volumosos leva à elaboração de dietas balanceadas segundo estimativas e tradições de países temperados.

Com o desenvolvimento da indústria eqüina no Brasil, novas fontes de alimentos estão sendo propostas, na intenção de buscar alimentos de maior digestibilidade, de produção anual e mais baratas. Portanto, para o emprego correto desses alimentos às dietas, são necessários estudos específicos para a determinação da digestibilidade e do valor nutricional dos alimentos em potencial.

O método clássico para se estimar a digestibilidade dos alimentos é conhecido como coleta total de fezes, e é um método oneroso, demorado, que permite a utilização de apenas um alimento e mobiliza muita mão-de-obra. Tendo como objetivo tornar o procedimento mais rápido e versátil, novas técnicas estão sendo empregadas no estudo da digestão dos alimentos na espécie eqüina e, dessa maneira, algumas limitações vem sendo superadas.

Assim, este trabalho teve como objetivo estimar a digestibilidade e a degradação dos nutrientes de alimentos volumosos em eqüinos, com a técnica de sacos de náilon móveis e da digestão cecal *in situ*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alimentos Volumosos para Eqüinos

Os eqüinos são herbívoros que digerem principalmente carboidratos citoplasmáticos de reserva, proteínas e lipídeos da mesma forma que os suínos, mas a presença de uma grande população de bactérias no intestino grosso dos eqüinos possibilita que estes venham a aproveitar os carboidratos estruturais presentes na parede celular das forrageiras, principalmente para o suprimento de energia (TISSERAND, 1988).

Os alimentos volumosos mais utilizados na alimentação eqüina são as pastagens e os fenos (NRC, 1989). Muitas plantas servem como forragem para os eqüinos e podem ser divididas principalmente em gramíneas e leguminosas (*Fabaceae*). No Brasil, utiliza-se principalmente na alimentação dos eqüinos, o feno de gramíneas do gênero *Cynodon* e o feno da leguminosa alfafa.

As dietas devem se adequar à categoria animal, portanto, a relação volumoso:concentrado pode variar de acordo com as exigências. Segundo Cunha (1980), quanto maior a atividade física do cavalo, maior será a sua demanda energética, desta forma o percentual de volumoso será menor em relação ao concentrado na dieta. O *National Research Councel* – NRC (1989) sugeriu níveis de consumo de matéria seca em relação ao peso vivo animal, sendo que o alimento volumoso deve fazer parte de, no mínimo, 1% da sua dieta. A relação entre volumoso e concentrado na dieta das diversas categorias pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Consumo esperado pelos eqüinos na base da matéria seca (% peso vivo).

| Categoria Animal | Volumoso (%) | Concentrado (%) | Total (%) |
|-----------------------------|--------------|-----------------|------------|
| Eqüino Adulto | | | |
| Manutença | 1,5 - 2,0 | 0 - 0,5 | 1,5 - 2,0 |
| Éguas em final de gestação | 1,0 - 1,5 | 0,5 - 1,0 | 1,5 - 2,0 |
| Éguas em início de lactação | 1,0 - 2,0 | 1,0 - 2,0 | 2,0 - 3,0 |
| Éguas em final de lactação | 1,0 - 2,0 | 0,5 - 1,5 | 2,0 - 2,5 |
| Eqüino de Trabalho | | | |
| Trabalho leve | 1,0 - 2,0 | 0,5 - 1,0 | 1,5 - 2,5 |
| Trabalho moderado | 1,0 - 2,0 | 0,75 - 1,5 | 1,75 - 2,5 |
| Trabalho intenso | 0,75 - 1,5 | 1,0 - 2,0 | 2,0 - 3,0 |
| Potros | | | |
| Potros de 3 meses | 0 | 1,0 - 2,0 | 2,5 - 3,5 |
| Potros de 6 meses | 0,5 - 1,0 | 1,5 - 3,0 | 2,0 - 3,5 |
| Potros de 12 meses | 1,0 - 1,5 | 1,0 - 2,0 | 2,0 - 3,0 |
| Potros sobreano, 18 meses | 1,0 - 1,5 | 1,0 - 1,5 | 2,0 - 2,5 |
| Potros 2 anos (24 meses) | 1,0 - 1,5 | 1,0 - 1,5 | 1,75 - 2,5 |

Fonte: (NRC, 1989)

O consumo de volumoso é essencial para os eqüinos, pois a fibra promove o funcionamento normal do trato digestivo (HINTZ et al., 1989; MOORE-COLYER et al., 2003) e previne distúrbios comportamentais decorrentes da redução dos níveis de fibra na dieta (PAGAN, 2001). Dietas pobres em fibra afetam diretamente o pH no ceco-cólon, influenciando na população microbiana existente e na saúde do eqüino (FRAPE & BOXALL, 1974).

Mertens (1992) definiu nutricionalmente a fibra como sendo uma fração do alimento indigerível ou lentamente digerível que ocupa espaço no trato gastrointestinal. Van Soest (1996) caracterizou a fibra dietética como sendo polissacarídeos e lignina não degradados pelas enzimas dos mamíferos. Esta fração inclui a fibra em detergente neutro (FDN) e também algumas gomas, incluindo a pectina, β -glucanos e outros carboidratos relativamente solúveis.

A distinção entre frações solúveis e insolúveis da fibra é fisiologicamente significativa, pois a fração solúvel possui elevada capacidade de absorção de água, assumindo característica física de gel, diminuindo desta forma, o esvaziamento gástrico e a absorção de nutrientes na porção superior intestinal de não ruminantes e humanos. Estes compostos são considerados carboidratos rapidamente fermentáveis no ceco (HOFFMAN et al., 2001).

Observa-se que o desenvolvimento de técnicas laboratoriais mais apuradas e a utilização de alimentos volumosos alternativos, ricos em substâncias pécicas, estão promovendo alterações constantes em relação ao conceito da fibra. Adequando-se ao desenvolvimento da Zootecnia, a fibra está perdendo alguns dos conceitos mais clássicos e ganhando novos e totalmente modernos (EZEQUIEL & GALATI, 2004).

As leguminosas apresentam maior conteúdo de lignina por unidade total de fibra quando comparadas as gramíneas, tendendo, por este fato, a menor digestibilidade da fibra nas leguminosas (PAGAN, 2001a). Estas possuem de 7 a 14% de substâncias pécicas, enquanto as gramíneas apresentam valores de 2 a 5% (EZEQUIEL & GALATI, 2004). O conteúdo em hemicelulose das leguminosas é em média de 10%, enquanto que as gramíneas podem atingir valores superiores a 30%. Isto significa que o conteúdo de fibra digestível das gramíneas é maior, mas as leguminosas contêm de 20-25% mais energia digestível do que as gramíneas, no mesmo estágio de maturação. Em alguns casos, a quantidade de feno de leguminosa oferecida em uma dieta deve ser controlada, devido ao seu conteúdo energético (PAGAN, 2001a).

A diferença existente na qualidade nutricional das diferentes regiões anatômicas das plantas forrageiras é conhecida. As folhas são mais ricas em nutrientes do que o caule, e este apresenta metade do conteúdo de proteína e dois terços do valor energético em relação à parte aérea. As folhas das leguminosas, quando comparadas às gramíneas no mesmo estágio de desenvolvimento vegetativo, apresentam-se mais digestíveis, com mais fibra de qualidade, cálcio, β -carotenos, proteínas e vitaminas do complexo B (FRAPE, 1998).

Já está bem estabelecido que a eficiência da utilização da fibra dietética pelos herbívoros correlaciona-se com três fatores principais: a composição da dieta, especialmente a fração correspondente aos carboidratos estruturais e não estruturais; a taxa de fermentação no intestino grosso, que pode ser estimada através da técnica *in situ* com sacos de náilon; e a taxa de passagem através do trato digestivo, especialmente nos compartimentos de atividade fermentativa, que está intimamente relacionada ao consumo e à composição da dieta (DROGOUL, 2000).

O valor nutricional do volumoso é determinado por dois fatores: o conteúdo em fibra (constituintes da parede celular vegetal) e a qualidade da fibra (grau de lignificação) (PAGAN, 2001). O estágio de maturação torna a fibra menos digestível, devido ao processo de deposição da lignina. A lignina é um composto formado por unidades de fenilpropano que, de acordo com Akin (1982) e Jung (1989), combina-se com os componentes da parede celular vegetal, dificultando a adesão das bactérias, influenciando negativamente na fermentação da digestão por impedir que as enzimas dos microrganismos atuem nos polissacarídeos, com conseqüente redução da digestibilidade da fibra.

Além da lignina, outras inúmeras substâncias são consideradas inibitórias ao processo de digestão dos nutrientes, como fitatos, oxalatos e sílica. Os fitatos tornam o elemento fósforo indisponível para os eqüinos e causam redução da digestibilidade de outros minerais como cálcio, zinco e iodo. O oxalato pode reduzir a digestibilidade do cálcio, sendo um problema comum nas

forrageiras tropicais, sugerindo-se suplementação com cálcio nas dietas (PAGAN, 2001a).

O carboidrato é a fração que mais disponibiliza energia dietética para a espécie e ao contrário do amido, os polissacarídeos não amiláceos (estruturais) não podem ser digeridos pelas enzimas digestivas dos mamíferos (FRAPE & BOXALL, 1974; MOORE-COLYER et al., 2003) e devem ser fermentadas pela microbiota existente no ceco-cólon, produzindo os ácidos graxos voláteis (AGV), que ao serem metabolizados, produzem adenosina trifosfato (ATP). Entretanto, a produção de energia pela via fermentativa é menos eficiente do que pela absorção da glicose no intestino delgado. Dessa forma, na predição dos valores energéticos dos alimentos fibrosos é importante saber se estes são fermentados ou digeridos (MOORE-COLYER et al., 2003). Os carboidratos estruturais devem ser degradados através de uma relação de simbiose da microbiota presente nos animais superiores, que não possuem celulasas, hemicelulasas ou pectinases (VAN SOEST, 1996).

A origem do substrato energético utilizado pelo equino para atender as exigências depende do tipo de dieta (FRAPE & BOXALL, 1974), logo, se o percentual de inclusão do volumoso na dieta for elevado, a composição da fibra é um fator relevante, pois parte da energia absorvida será proveniente dos AGV produzidos pela fermentação.

Vários fatores influenciam o consumo e a qualidade das forragens, como: a espécie forrageira, o estágio de maturidade da planta, a latitude e a presença de substâncias inibitórias (PAGAN 1996). O valor da digestibilidade é importante para maximizar a utilização da forrageira. Nesse sentido, as leguminosas e gramíneas diferenciam-se em relação ao consumo e a digestibilidade.

Nas mesmas condições de crescimento, as leguminosas possuem baixo teor de FDN, mas elevada lignificação nas paredes celulares, enquanto as gramíneas possuem elevado teor de FDN e menor lignificação da estrutura da parede celular. Esta relação proporciona valores de digestibilidade semelhantes em gramíneas com elevado conteúdo de FDN em relação às leguminosas, porém com menores níveis de consumo (VAN SOEST, 1996).

A alfafa (*Medicago sativa* L.) é tradicionalmente utilizada na alimentação de equinos (CUNHA 1980; PAGAN 2001a) e, devido ao seu elevado valor nutritivo, é conhecida e cultivada em quase todo o mundo, sendo utilizada tanto em pastejo quanto na forma de feno e silagem pré-seca (COSTA & MONTEIRO, 1997).

Cunha (1980) mostrou que a alfafa pode ser utilizada para equinos em manutenção, podendo ser utilizada de forma eficiente em 40% como único alimento volumoso em uma ração completa peletizada. Segundo FRAPE (1998), a alfafa estimula a digestão da celulose pela microbiota do equino, aumenta a digestão da energia bruta do alimento e disponibiliza maiores conteúdos de aminoácidos sulfurados e cálcio em relação às gramíneas.

Almeida et al. (1999), avaliando os valores nutritivos de volumosos em equinos, observaram que a alfafa supriu 116% da energia digestível e 385% da proteína bruta, mostrou-se adequada do ponto de vista energético, entretanto, o nível de proteína digerida ultrapassou as exigências para equinos adultos em manutenção.

Almeida et al. (1999) observaram que dietas exclusivas de feno de capim *Coastcross* (*Cynodon dactylon*, cv. *Coastcross*) mostraram-se equilibradas em energia e proteína digestíveis, com 2,08 Mcal de energia digestível/kg MS e 35,17g proteína digestível/kg MS. Os mesmos autores observaram que a digestibilidade aparente da FDN do feno de capim *coastcross* alcançou valores superiores ao capim elefante e ao feno de alfafa, em função da maior digestibilidade da fração correspondente a hemicelulose no feno de *coastcross*.

Hintz et al. (1989) concluíram que muitos alimentos podem ser utilizados como fonte de fibra na alimentação dos equinos e o valor energético pode auxiliar na avaliação econômica da substituição de um alimento volumoso por outro. Entretanto, avaliaram somente alimentos característicos de climas temperados.

A alimentação dos eqüinos é baseada principalmente em três alimentos: milho, aveia e alfafa, e faltam soluções alternativas de substituição dos ingredientes. Manzano et al. (1979) sugeriram que pesquisas sejam realizadas para estudo de novos alimentos para eqüinos. Moreneti et al. (2004), observando as características do sistema de alimentação de eqüinos no Brasil, propuseram a utilização de alimentos não convencionais e avaliaram a digestibilidade dos alimentos volumosos como o feno de rama de mandioca, e o feno de rama de cenoura. Em função da composição químico-bromatológica e dos coeficientes de digestibilidade, os autores sugeriram a formulação de dietas mais adequadas para os eqüinos utilizando esses alimentos.

O NRC (1989) sugeriu variedades da espécie *Arachis sp.* como forrageira leguminosa com potencial para fenação. A leguminosa vulgarmente conhecida no Brasil por amendoim forrageiro (*Arachis pintoii* cv. Amarillo) é originária da flora brasileira, nativa do cerrado e adaptada a solos de baixa fertilidade, apresenta hábito de crescimento estolonífero e ciclo de vida perene, mantendo folhagem verde ao longo do ano em regiões tropicais.

Quanto à qualidade do amendoim forrageiro, este é melhor que as outras leguminosas tropicais, pois a digestibilidade da matéria seca pode atingir 60% a 70% e os teores de proteína estão entre 13 e 25%, além de elevada aceitabilidade pelos ruminantes (PEIXOTO, 2000), o que não significa que a espécie eqüina aceite seu consumo da mesma forma. De acordo com Ladeira et al. (2002a), a composição bromatológica do feno de amendoim forrageiro foi de 14,3% de PB, 1,8% de EE, 52,5% de FDN, 35,8% de FDA. Segundo Valadares Filho et al. (2006), a composição bromatológica do amendoim forrageiro apresenta os seguintes valores médios: 16,54% de PB, 1,07% de EE, 40,34% de FDN. E, em relação à alimentação de eqüinos, pouco se conhece sobre seu potencial.

Andrade (1981), avaliando a leguminosa *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão, observou valores médios de 13,13 a 15,17% para proteína bruta ao longo do ano. Ladeira et al. (2002b), avaliando a composição bromatológica do feno de *Stylosanthes*, observaram valores de 91,63% de MS, 9,84% de PB, 4,74% de EE, 63,65% de FDN e 50,09% de FDA. Segundo Valadares Filho et al. (2006), a composição químico-bromatológica do feno de *Stylosanthes* apresenta composição químico-bromatológica média de: 9,8% de PB, 4,7% de EE, 63,70% de FDN, 50,10% de FDA e 11,8% de lignina, na base da matéria seca.

O feijão guandu (*Cajanus cajan*) é uma leguminosa da família *Fabaceae*, de cultura perene, de clima tropical, cultivada na Ásia, África e América do Sul, adaptada às condições edafoclimáticas do Brasil (MIZUBUT et al., 2000). A idade de corte, segundo Favoretto (1979), deve ser realizada entre 75 e 90 dias, período em que a composição químico-bromatológica do volumoso permite a fenação de qualidade.

Dentre as leguminosas tropicais, Manzano et al. (1990) sugerem o guandu para ser utilizado como parte do volumoso nas rações dos eqüinos. Esses autores, trabalhando com níveis de adição de guandu em dietas para eqüinos, observaram que níveis de 10 a 20% de substituição na base da matéria seca podem ser utilizados sem alteração da digestibilidade.

Ferreira (1994), avaliando eqüinos consumindo dieta volumosa composta por capim elefante e feno de guandu, concluiu que até 30% de feno e guandu na dieta proporcionaram maior consumo voluntário de matéria seca, melhores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e atendeu as exigências energéticas e protéicas para um eqüino em manutenção. Segundo Valadares Filho et al. (2006), a composição químico-bromatológica do feno de guandu apresenta os seguintes valores médios de 16,83% de PB, 5,42% de EE, 67,17% de FDN e 43,91% de FDA.

A leguminosa *Desmodium ovalifolium* apresenta valor nutritivo moderado, quando comparada às outras leguminosas forrageiras tropicais. Seu conteúdo de proteína bruta varia de 11 a 20%, mas possui baixa digestibilidade, com valores variando de 45 a 50% em ruminantes. O menor valor nutricional desta leguminosa está relacionada aos altos teores de taninos, que

influenciam negativamente a degradação da proteína, a digestibilidade da matéria seca e, conseqüentemente o consumo (PÉREZ et al., 2002).

Alcântara & Bufarah (1988) relataram valores de 18,11 e 19,17% de PB para o *Macrotyloma axilares* sem e com adubação, respectivamente, enquanto que Pedreira & Consentino (1992) observaram valores de 17,2% de PB. Pádua et al. (2006) avaliaram seu potencial para fenação e observaram para o *Macrotyloma axilares* valores médios de 15,42% de PB, 50,42% de FDN e 39,38% de FDA.

2.2 Estudos de Digestão com Sacos de Náilon Móveis e da Digestão *in situ*

Os estudos realizados em experimentação animal, principalmente quando se refere à nutrição, dependem de metodologias que permitam estudar o processo de digestão sem interferências. Dessa maneira, para o conhecimento do valor nutricional de um alimento é imprescindível à estimativa da digestibilidade dos nutrientes do alimento da dieta, e o processo normalmente utilizado consiste em medir diretamente o ingerido e a excreção fecal durante certo período de tempo (PEREIRA et al., 1995).

A coleta total de fezes é a metodologia mais precisa, porém possui limitações: grande volume de fezes, estudo de apenas um alimento por ensaio, tempo de adaptação à dieta, gaiolas metabólicas de alto custo e etc. Tendo em vista estas dificuldades, novas técnicas surgiram, e as técnicas com sacos móveis e *in situ* superam essas dificuldades.

Na impossibilidade de se utilizar dietas exclusivas de um alimento volumoso alternativo, o que também não reflete a realidade na alimentação da espécie, os sacos móveis possuem a vantagem de se avaliar vários alimentos simultaneamente.

Deve-se deixar claro que existem duas técnicas principais, sendo a dos sacos móveis, um método *in vivo* que consiste na utilização de pequena quantidade de alimento que é colocada em sacos de náilon ou poliéster, inseridos no trato digestivo do animal através de uma cânula ou diretamente no estômago através de sonda nasogástrica, permitindo que os sacos atravessem todo o trato digestivo e, então, sejam recuperados nas fezes (HYSLOP. 2006). Esta técnica foi primeiramente utilizada em pesquisas com suínos (SAUER et al., 1983), depois em ruminantes e então adaptada para eqüinos. Segundo Macheboeuf et al. (2003), a técnica é utilizada em suínos e em ruminantes para avaliar a digestibilidade de proteínas, mas pode ser utilizada com sucesso no estudo da digestão do intestino grosso em eqüinos fistulados.

Araújo et al. (1996a) utilizaram sacos de náilon móveis de tamanho pequeno, de 3,5 x 3,5 cm, de tamanho médio de 3,5 x 4,5 cm e grande de 3,5 x 6,5 cm, em estudos de digestibilidade em eqüinos, concluindo que o uso de sacos médios ou grandes foram mais adequados na estimativa da digestibilidade sugerindo que o uso do saco maior devido a maior quantidade de amostra nos sacos. Araújo et al. (1996b), avaliando a digestibilidade de concentrados e volumosos para eqüinos, concluíram que a técnica dos sacos móveis é um método rápido, de fácil utilização, precisa e de baixo custo para a determinação da digestibilidade em eqüinos.

Araújo et al. (2000), comparando a técnica dos sacos móveis com o método clássico de coleta total de fezes, observaram maiores valores da digestibilidade aparente da PB quando as amostras foram moídas a 1 mm, valores intermediários com as amostras moídas a 3 e 5 mm e, valores menores, quando comparado com a coleta total de fezes de 68,24, 64,86, 61,69 e 40,41% respectivamente, concluindo que a moagem a 1 mm provoca maiores perdas de partículas dos sacos de náilon após lavagem, afetando os valores de digestibilidade de alguns nutrientes.

O desenvolvimento, a modificação e a adaptação da técnica de sacos de náilon móveis em estudos com eqüinos, permitiram que a dinâmica da degradação do alimento fossem quantificadas dentro de cada segmento do trato digestivo do cavalo. Segundo Moore-Colyer et al. (2002), a maior vantagem no uso da técnica dos sacos móveis sobre a coleta total de fezes é o grande potencial da técnica em obter informações sobre a taxa de degradação e a degradação ao longo do tempo. Essas variáveis associadas determinam a quantidade de um nutriente que é digerida e absorvida dentro de cada segmento intestinal específico.

A segunda técnica de avaliação da digestão, também utilizando sacos, é realizada *in situ*, e utiliza uma pequena quantidade de alimento que é colocada em bolsas porosas que são incubados no ceco ou no cólon do eqüino, ficando suspensas através de uma cânula, durante certo período de tempo, até completar o tempo de incubação, quando são removidos (HYSLOP, 2006). Esta técnica permite mensurar tanto a taxa quanto à extensão da degradação dentro dos diferentes segmentos digestivos. Quando associada aos cálculos dos modelos de degradação descritos por Orskov & McDonald (1979), pode prover resultados essenciais sobre a cinética de degradação nas diferentes regiões do intestino do eqüino, e esta informação pode ser utilizada para aumentar a precisão da formulação das dietas dos eqüinos.

Segundo Koller et al. (1978), utilizando a metodologia *in situ* para comparar digestibilidade em ruminantes e em eqüinos, observaram que as bactérias do rúmem digerem de forma mais eficiente à matéria seca e a parede celular das forragens, do que as bactérias do ceco dos eqüinos quando expostas pelo mesmo período de tempo à ação fermentativa. Estes mesmos autores avaliaram a digestibilidade *in situ* de gramíneas em eqüinos, e observaram melhores resultados quando os alimentos foram expostos a microbiota cecal de eqüinos alimentados com dieta a base de feno, que quando comparados aos animais alimentados com dieta contendo feno e concentrado.

Miraglia et al. (1988) avaliaram a digestibilidade em alimentos comumente utilizados na alimentação de eqüinos com a técnica dos sacos de náilon inseridos no ceco e a técnica de coleta total de fezes e observaram que os coeficientes de correlação entre as avaliações *in vivo* e *in situ* foram significativos para MS e MO, mas não para a fibra bruta, concluindo que a técnica *in situ* é interessante para determinar a digestibilidade da MS e MO e que outros estudos são necessários para a estimativa da digestibilidade da fibra bruta.

No estudo da degradação dos alimentos na técnica *in situ* são utilizados modelos matemáticos que simulam aspectos do sistema digestivo e permitem compreensão da cinética da digesta. O perfil de degradação pode ser ajustado para as perdas dos sacos, utilizando modelos matemáticos de degradação de alimentos já existentes (ORSKOV & McDONALD, 1979; DHANOA, 1988). Os modelos são geralmente categorizados em dois grupos: o primeiro considerado modelo de tempo independente, segundo DHANOA et al. (1985), que são determinísticos na natureza e assumem que a digesta flui irreversivelmente através dos compartimentos. O segundo grupo chamado de modelo tempo-dependente. São baseados na premissa da probabilidade (modelos estocásticos) e utilizam funções- γ (distribuição de tempo de retenção não exponencial) para descrever a passagem da digesta dependente do tempo, através dos diferentes segmentos do trato digestivo. A falha no modelo independente do tempo pode ser em parte, atribuída ao fato de que ele assume um volume constante e uma mistura instantânea da digesta dentro dos compartimentos, com mesma oportunidade de escape de partícula sem considerar o tempo de retenção.

A organização do sistema digestivo do eqüino pode tornar a passagem da digesta um processo dependente do tempo, por onde a probabilidade de escape da partícula é aumentada com o tempo. Essa premissa é baseada pelos estudos preliminares em pôneis de Moore-Colyer & Longland (2000), que encontrou nos modelos dependentes do tempo mais sucesso para descrever o modelo de excreção fecal. A informação sobre a passagem da digesta dentro dos

diferentes segmentos do trato digestivo pode permitir esclarecimentos da dinâmica de interação entre os alimentos, enzimas e microbiota intestinal, podendo promover melhores formulações de dietas para cavalos.

Hyslop (2006) recomendou, para eqüinos, o uso de mais de uma seqüência de incubação pois os resultados demonstraram que os perfis de degradação são sensíveis à seqüência de incubação, devido provavelmente a variação da característica da digesta cecal.

Em ambas as técnicas, os materiais já utilizados em experimentações anteriores com ruminantes foram: o poliéster, o náilon e o dracon. São tecidos resistentes ao processo de fermentação e não rompem sua estrutura com as contrações intestinais e ainda podem ser eficientemente vedados à quente. O tamanho de poro mais utilizado segundo Huntington & Givens (1995), em pesquisas executadas em várias espécies, varia de 35 a 55 micras.

A abertura do poro é uma característica importante no aspecto quantitativo da técnica, pois deve permitir apenas o influxo da microbiota, enzimas microbianas e soluções tamponantes e, impeça a saída da amostra não degradada (HUNTINGTON & GIVENS, 1995). Ao impedir a entrada de material de origem dietética, previne que valores subestimados de degradação ou de digestibilidade sejam obtidos. A idéia é válida para o ambiente gerado no interior do saco, o qual deve se assemelhar ao máximo com o ambiente cecal. Dessa forma, o material degradado e os subprodutos da fermentação devem ser removidos, fato possibilitado pela abertura de poro.

No entanto, a perda de partículas de alimento dos sacos durante o processo de incubação, dentro de qualquer segmento do trato digestivo, não representa necessariamente a absorção dos nutrientes degradados ou, subsequente, a sua utilização pela microbiota do ceco-cólon. Outro evento que pode ocorrer é a perda de partículas de alimentos dos sacos em pouco tempo de incubação, sendo instantaneamente digeridas e, portanto, não passam para outros segmentos intestinais interrompendo o fluxo normal do processo de digestão (HYSLOP, 2006).

O procedimento de moagem das amostras deve seguir os padrões de redução de partícula dos eqüinos, que por sua vez ocorre durante o processo de mastigação. Úden & Van Soest (1984), investigando o processo de fermentação em várias espécies com o uso de sacos de náilon, utilizaram moagem a 2 mm. Segundo Frappe (1998), os eqüinos geralmente reduzem o tamanho de partícula de feno e volumosos frescos a menos que 1,6mm de comprimento. Moore-Colyer et al. (2002), utilizando tecido poroso para determinar a degradação de espécies forrageiras em pôneis, reduziram as partículas da amostra em peneira de 2 mm, enquanto Macheboeuf et al. (2003) avaliando a técnica de sacos móveis em eqüinos fistulados no ceco, utilizaram moagem em peneira de 3mm, obtendo tamanho médio de partículas de 1,5 mm.

Na identificação mais precisa do tamanho de partícula presente na câmara fermentativa, Pimentel (2006) utilizou eqüinos fistulados no cólon ventral direito e, coletando a digesta, obteve tamanho médio de partícula de 0,64, 0,61, 0,55 e 0,51 mm com dieta exclusiva de feno de *Coastcross* inteiro, picado, moído (5mm) e moído (3mm), respectivamente.

A livre movimentação da amostra por toda a área interna do saco é importante, pois influencia no processo de fermentação, uma vez que após a hidratação da amostra, o saco pode tornar-se repleto impedindo o influxo de agentes digestores. Em eqüinos, as dimensões utilizadas para a confecção dos sacos para estudos *in situ* segundo Koller & Hintz (1978) foram de 6,5 x 13cm e, atualmente Hyslop (2006), em revisão da literatura corrente, sugere dimensões dos sacos de 6,5 x 20 cm para estudos na espécie eqüina.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram realizados dois ensaios de digestão em eqüinos: ensaio de digestão com sacos móveis e ensaio de digestão cecal *in situ*. Nestes ensaios foram avaliados os alimentos volumosos: alfafa (*Medicago sativa*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Amarillo), *Desmodium ovalifolium*, *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão, feijão guandu (*Cajanus cajan*), *Macroptyloma axillares* e capim *coastcross* (*Cynodon dactylon* cv. *Coastcross*).

A coleta das amostras das leguminosas: amendoim forrageiro, feijão guandu, *Desmodium ovalifolium*, *Stylosanthes guianensis* e *Macroptyloma axillares* foram realizadas nos canteiros do Departamento de Nutrição Animal e Pastagens do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, entre os meses de janeiro e março de 2006, com idades de corte entre 60 e 90 dias. As amostras foram coletadas em sacos plásticos, pesadas e colocadas em estufa ventilada para a determinação da matéria seca. Em seguida, foram moídas e conservadas a -20°C até a utilização. As amostras do feno de capim *coastcross* e do feno de alfafa foram adquiridas no comércio local e submetidos ao mesmo processo.

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Pesquisas em Saúde Eqüina — EQUILAB, do Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. As análises laboratoriais foram procedidas no EQUILAB e no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição Animal e Pastagens do Instituto de Zootecnia da UFRRJ.

Nos dois ensaios os animais foram alimentados com uma dieta composta de 80% de volumoso, na forma de feno de capim *coastcross* (*Cynodon dactylon* cv. *Coastcross*) e 20% de ração concentrada comercial. Na Tabela 2, observa-se a composição bromatológica do feno de capim *coastcross* e da ração concentrada comercial utilizados na dieta basal.

Tabela 2. Composição bromatológica do feno de capim *coastcross* e da ração comercial, expressa na base da matéria seca (%).

| Alimento | MS (%) | MO (%) | PB (%) | EE (%) | FDN (%) | FDA (%) | LIG (%) | EB Mcal/Kg |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|------------|
| Feno de <i>coastcross</i> | 88,4 | 93,8 | 11,9 | 1,26 | 67,21 | 31,44 | 2,43 | 3,49 |
| Ração Concentrada Comercial | 88,7 | 82,8 | 11,1 | 3,73 | 44,77 | 18,44 | 1,57 | 3,45 |

3.1 Ensaio de Digestão com Sacos de Náilon Móveis

Foram utilizados cinco eqüinos machos adultos, com idade variando de 17 a 27 anos, castrados, mestiços, com peso corporal médio de 350±28 kg, imunizados contra tétano, vermifugados e pulverizados contra ectoparasitos. Os animais foram mantidos em baias individuais, com piso de cimento, providas de bebedouros e comedouros específicos para eqüinos, com livre acesso à água e foram pesados antes do início do período experimental para ajuste da dieta em relação ao peso corporal.

A dieta foi fornecida aos animais considerando-se o consumo diário individual de 2,0% do peso vivo, na base da matéria seca, de acordo com as recomendações do NRC (1989), referentes às exigências de nutrientes diárias para eqüinos de 400 kg. Durante a condução do ensaio, a dieta foi fornecida às 1:00, 7:00, 13:00 e 19:00 horas, em quantidades iguais.

3.1.1 Estimativa da digestibilidade aparente com sacos de náilon móveis

O experimento teve duração de 12 dias, sendo três para a adaptação as instalações, cinco dias para a inserção da sonda nasogástrica, quatro dias de coleta de sacos. Os eqüinos já estavam consumindo a dieta basal. Os sacos foram preparados com dimensões de 7,5 x 2 cm, utilizando-se tecido de poliéster de porosidade de 45 μ (Tenyl®), selados à quente com seladora automática e preparados segundo Araújo et al. (1996). Após o preparo dos sacos, foram identificados individualmente com caneta Pilot® (marcador permanente de plástico), colocados em estufa de ventilação forçada à 55-60°C por 24 h, retirados e colocados em dessecador para estabilizar a temperatura e, em seguida, pesados. As amostras de alimento foram moídas em moinho martelo com peneira de 2 mm.

Posteriormente, a amostra dos alimentos foi inserida nos sacos e selada. Cada saco continha uma quantidade de amostra de 17 mg MS/cm² de superfície. Segundo revisão da literatura realizada por Vanzant et al. (1998), a relação quantidade de amostra (mg)/área (cm²) é estabelecida entre 10 e 20 mg/cm², calculada da seguinte maneira: Amostra (mg) = comprimento (cm) x largura (cm) x 2. A área total do saco foi igual a 30 cm², portanto, foi utilizada a quantidade de 510 mg de amostra/saco.

A inserção dos sacos no estômago dos cavalos foi realizada com o auxílio de sonda nasogástrica semi-siliconizada, de 15 mm de diâmetro interno, lubrificada externamente com vaselina líquida. A sonda foi utilizada duas vezes ao dia, às 7:00 horas e às 19:00 horas, durante cinco dias. A inserção gástrica dos sacos de náilon iniciou-se um dia antes do primeiro dia de coleta dos sacos nas fezes, totalizando dez sondagens para cada animal durante o período experimental.

Foram utilizados quatro sacos por alimento e um branco, em um total de 29 sacos por cada animal/sondagem. As ilustrações a seguir exemplificam o processo de organização dos sacos. Todos os sacos foram previamente inseridos na sonda antes da passagem nos animais, com o auxílio de um êmbolo. Após a inserção nasogástrica, aproximadamente 750 a 1000 ml de água foram infundidos, sob pressão, na luz da sonda para facilitar a passagem dos sacos para o estômago (MOORE-COLYER et al., 2002). As figuras 1, 2 e 3 demonstram o ensaio com sacos de náilon móveis.

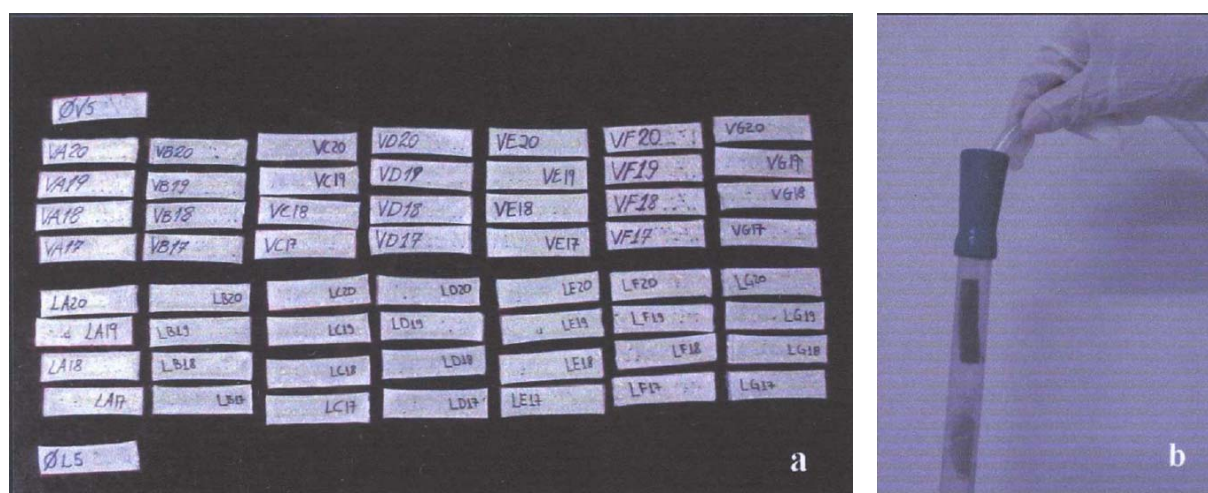


Figura 1. Organização dos sacos de náilon (a) e preenchimento da sonda com os sacos (b).

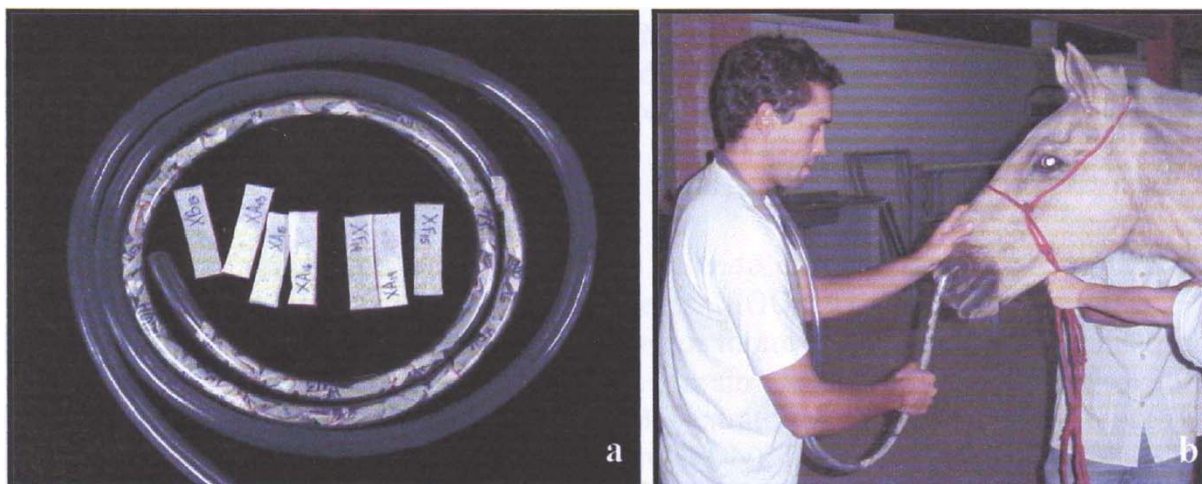


Figura 2. Sonda pronta para a inserção nasogástrica (a) e passagem nasogástrica no animal (b).

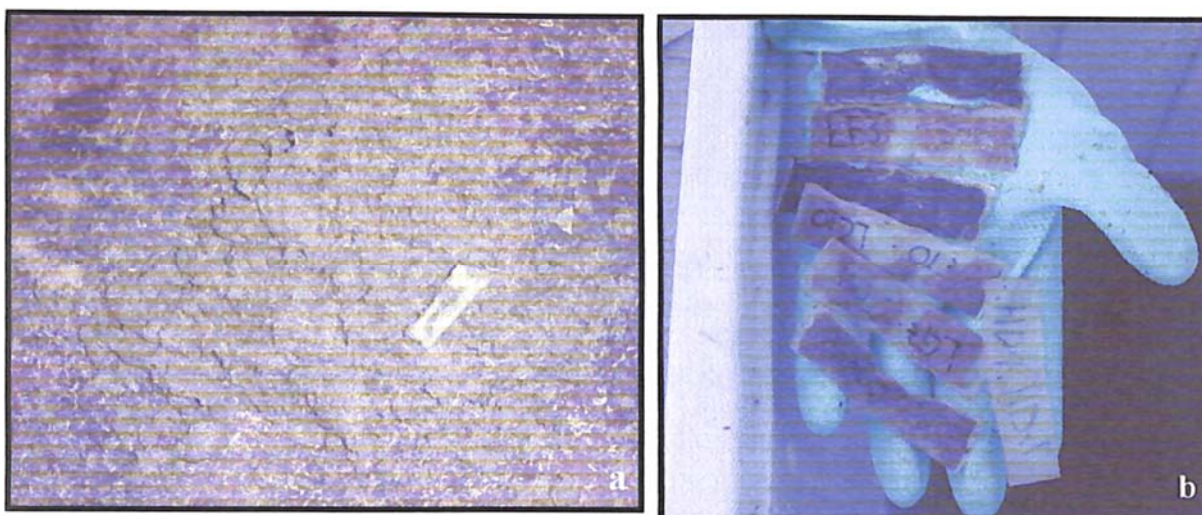


Figura 3. Coleta dos sacos de náilon nas fezes (a) e os sacos após a lavagem (b).

Realizou-se um ensaio preliminar para determinar o tempo de início das coletas dos sacos, avaliando-se que a coleta dos mesmos poderia ter início 18h após a inserção, e os sacos recolhidos diretamente do piso. A coleta foi realizada durante 24h por dia, em todo o período de coleta. As fezes foram recolhidas e os sacos de náilon separados manualmente, imediatamente após a excreção. Foram somente considerados os sacos recuperados até 96h após a inserção gástrica (ARAÚJO et al., 1996).

Logo após a recuperação fecal dos sacos, anotou-se o horário de excreção, e então os sacos foram congelados à -20°C . Ao final de cada dia de coleta, os sacos foram descongelados e lavados em água fria em máquina de lavar. No procedimento de lavagem, utilizou-se um saco protetor, onde foram inseridos, em média, 25 sacos de náilon. O tempo de lavagem utilizado foi de 15 minutos, segundo citado por Macheboeuf et al. (2003).

Em seguida, os sacos foram levados para secagem em estufa ventilada com temperatura de 55°C a 60°C , durante 48h. Após a secagem, cada saco foi pesado individualmente para se determinar às perdas em matéria seca. Uma amostra composta de cada alimento foi formada a partir dos sacos recuperados em cada animal. Os sacos sem amostra foram utilizados para determinar as impregnações e posterior correção da digestibilidade dos nutrientes.

As perdas dos nutrientes foram expressas como coeficiente de digestibilidade aparente (CD) da matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, proteína bruta e energia bruta determinado pelo resíduo de amostra composta, e calculada de acordo com a equação:

$$CD (\%) = ((1-F)/I) \times 100$$

Onde I é a quantidade de alimento (mg) inserido em cada saco, e F é o resíduo do alimento (mg) após a recuperação dos sacos nas fezes (MOORE-COLYER et al., 2002).

Ao término do ensaio as amostras de alimentos foram moídas a 1 mm e acondicionadas em frascos etiquetados. As análises das amostras foram efetuadas para a determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e lignina (LIG), segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

3.1.2 Cinética dos sacos de náilon móvel no trato digestivo.

O tempo médio de retenção (TMR) dos sacos no trato digestivo foi calculado pela equação proposta por Faichney (1975):

$$TMR(\text{horas}) = \frac{\sum m_i \times t_i}{\sum m_i}$$

Onde:

m_i = Número de sacos excretados no i intervalo de tempo.

t_i = Intervalo de tempo entre a inserção gástrica dos sacos e i tempo de coleta nas fezes.

A taxa de passagem (k) dos sacos ao longo do trato digestivo foi estimada como inverso do TMR:

$$k (\% \text{ h}^{-1}) = 1/TMR$$

O tempo de trânsito (TT) dos sacos foi considerado como sendo o intervalo de tempo entre a inserção dos sacos nos animais e o aparecimento inicial dos sacos nas fezes. O percentual de recuperação dos sacos até 96 horas foi calculado através do total de sacos recuperados para cada alimento, sendo calculado o percentual de forma cumulativa a cada seis horas até o tempo final de avaliação.

3.2 Ensaio de Digestão Cecal *in situ*

Foi utilizada uma égua sem raça definida, com cinco anos de idade, com peso vivo de 210 kg, imunizada contra tétano, vermifugada e pulverizada contra ectoparasitos. O animal foi fistulado no ceco segundo metodologia adaptada de Lowe et al. (1970), e uma cânula de silicone foi instalada na fistula cecal (Figura 4).

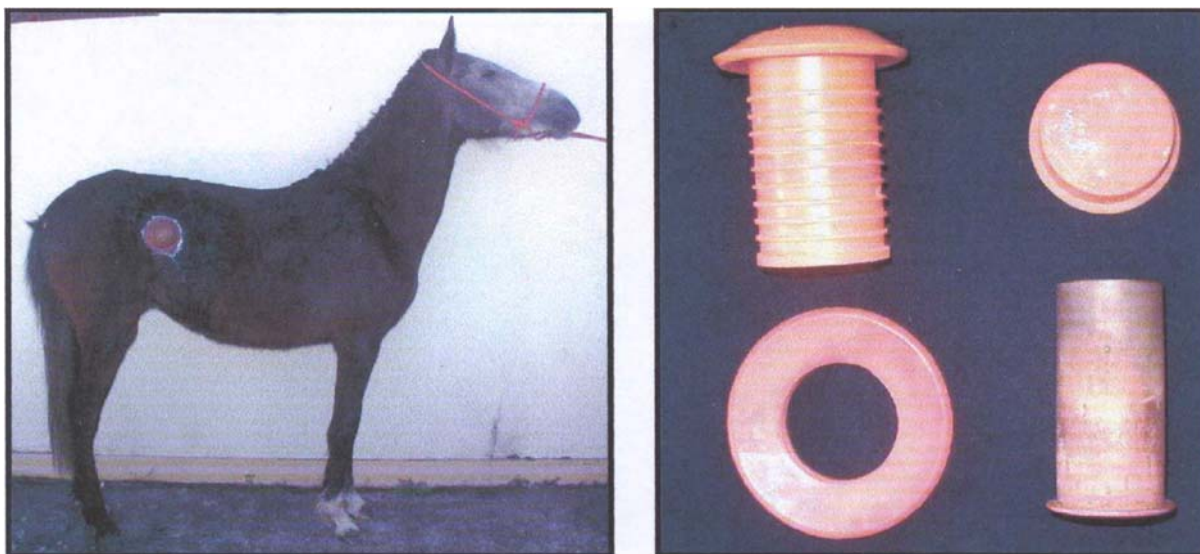


Figura 4. Equino fistulado no ceco (a) e componentes da cânula de silicone (b).

O animal foi mantido em baia individual, com piso de cimento coberto com serragem, provida de bebedouro, comedouro, tendo livre acesso à água e ao sal mineral. Foi também pesado antes do início do período experimental para ajuste da dieta em relação ao peso corporal. A higiene da cânula foi feita duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde.

A dieta foi fornecida considerando-se o consumo diário individual de 2,0% do peso vivo, na base da matéria seca, de acordo com as recomendações do NRC (1989), referentes às exigências diárias de manutenção para equinos de 200 kg. A dieta foi oferecida quatro vezes ao dia às 7:00, 12:00, 17:00 e às 21:00, em quantidades iguais.

3.2.1 Estimativa da degradação cecal com sacos de náilon

O ensaio teve duração de 30 dias e a metodologia utilizada para a condução do ensaio *in situ* foi adaptada dos procedimentos descritos por Huntington & Givens (1995). Foram utilizados sacos de náilon de porosidade de 45μ (Tenyl[®]) vedados com auxílio de seladora. Os sacos tinham área interna de 6,5 x 20 cm, segundo Hyslop et al. (1999), contendo aproximadamente 5,2 g de MS do alimento/saco e uma relação de 20 mg/cm². Após o preparo, os sacos foram colocados em estufa de ventilação forçada com temperatura à 55-60°C por 24 h, retirados e colocados em dessecador para estabilizar a temperatura, em seguida foram pesados e identificados. Posteriormente, as amostras dos alimentos foram inseridas nos sacos.

Cada saco foi rigorosamente selado e, na extremidade superior, fixou-se um cordão de náilon (45 mm). No fio de náilon realizou-se uma identificação (nó) à 20 cm, a fim de que os sacos atingissem todo ceco, permitindo livre movimentação. Foram inseridos dois sacos com amostras dos alimentos e um em branco, em cada tempo de incubação (Figura 5).

Os sacos foram previamente umedecidos em água destilada por 1 minuto, com o objetivo de evitar a flutuação no interior do ceco. A incubação dos sacos foi procedida segundo metodologia descrita por Hyslop (2006) na seqüência descrita na Tabela 3.

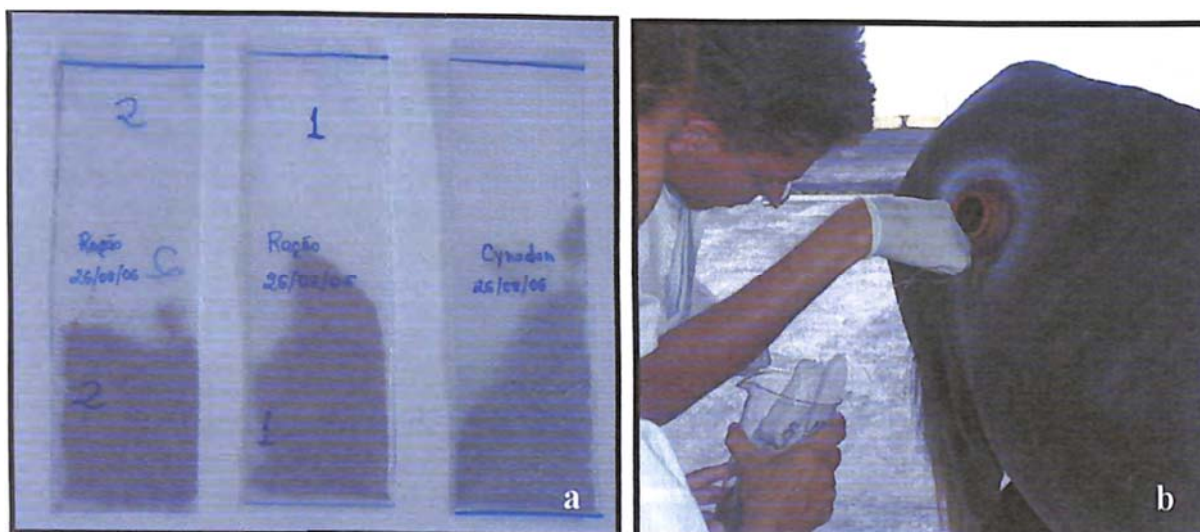


Figura 5. Sacos de náilon para a incubação *in situ* (a) e inserção através da cânula cecal (b).

Tabela 3. Seqüência de incubação cecal dos sacos de náilon.

| Dia | Incubação Cecal | | |
|----------------------------|-----------------|----------|-----------------|
| | Inserção | Retirada | Duração (horas) |
| Segunda-feira | 09:00 | 11:00 | 2 |
| Segunda-feira | 11:00 | 15:00 | 4 |
| Segunda-feira | 15:00 | 21:00 | 6 |
| Segunda-feira | 21:00 | 09:00 | 12 |
| Terça-feira | 09:00 | 17:00 | 8 |
| Terça-feira à quarta-feira | 17:00 | 17:00 | 24 |
| Quarta-feira à sexta-feira | 17:00 | 17:00 | 48 |

(HYSLOP et al, 1999)

Os sacos foram removidos individualmente do interior do ceco, como pode ser observado na figura 6.

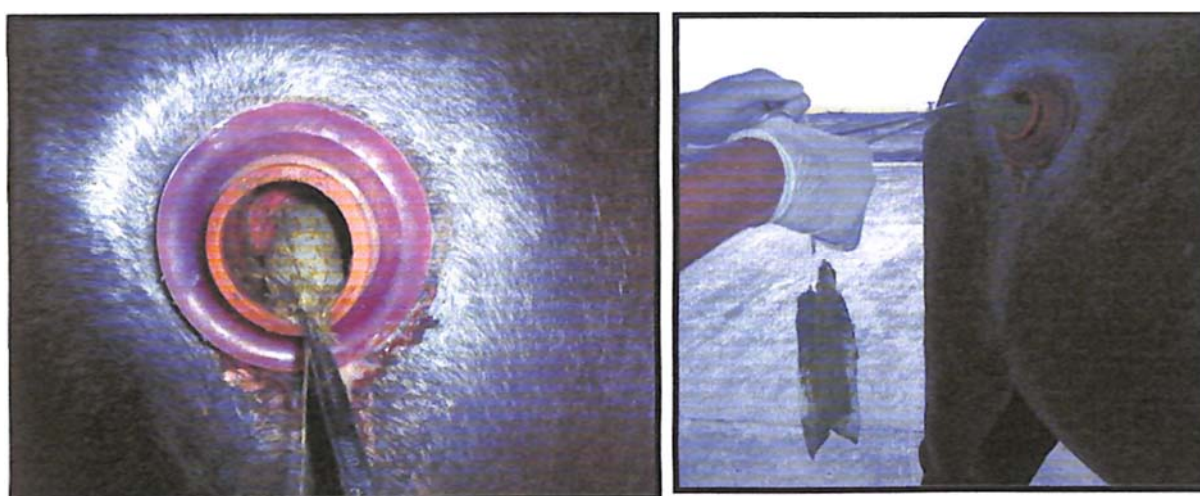


Figura 6. Retirada dos sacos após o término de cada período de incubação.

Imediatamente após a retirada do ceco, os sacos foram congelados à -20°C e mantidos até o final da seqüência de incubação, quando foram descongelados e lavados manualmente com água

corrente fria. A lavagem foi realizada suavemente até que na água utilizada não apresentasse nenhum resíduo, caracterizando a remoção das impregnações. O material perdido no tempo zero foi obtido sujeitando três sacos de cada alimento, preparados para incubação ao mesmo procedimento de lavagem. Os sacos foram secos em estufa de ventilação forçada por 48h, com temperatura de 55-60°C, foram pesados e as amostras correspondentes ao mesmo tempo de incubação misturadas e homogeneizadas. Em seguida, determinou-se o teor de matéria seca à 105°C e posteriores análises químico-bromatológicas.

A estimativa da degradação cecal *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro foi procedida segundo o modelo proposto por Orskov & McDonald (1979).

$$d = a + b(1 - e^{-ct})$$

Onde:

d = é a degradação ocorrida no tempo “t”;

a = é a fração solúvel, e o intercepto da curva;

b = é a fração insolúvel potencialmente degradável;

c = é a taxa de degradação da fração “b”;

t = tempo da incubação.

Ao término do ensaio, as amostras de alimentos foram preparadas para as análises, moídas a 1 mm e acondicionadas em frascos etiquetados. As análises das amostras foram efetuadas para a determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

3.3 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

No ensaio de digestão dos sacos móveis utilizou-se um delineamento em blocos casualizados com sete tratamentos (alimentos volumosos) e cinco animais (repetições). O modelo estatístico adotado foi:

$$y_{ij} = m + b_j + t_i + e_{ij}$$

Onde:

y_{ij} = é o valor observado da característica estudada, no tratamento

i (i = 1, 2, ..., I), no bloco j (j = 1, 2, ..., J)

m = é a média geral do experimento

b_i = efeito do bloco

t_i = efeito do tratamento

e_{ij} = é o erro associado à observação y_{ij} na repetição j, ou efeito dos fatores não controlados sobre a observação y_{ij}

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, do tempo médio de retenção, taxa de passagem, tempo de trânsito, percentual de recuperação dos sacos de náilon até 96 h, foram submetidos à análise de variância, e os valores médios comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se programa o SAEG-Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2000).

No ensaio de digestão cecal *in situ* utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições. Os parâmetros de degradação do modelo descrito por Orskov & McDonald (1979) foram ajustados por meio da regressão não linear utilizando-se o programa - SAEG (UFV, 2000). Os parâmetros estimados “a”, “b” e “c” tiveram as amplitudes mínima, máxima e inicial, respectivamente de: “a” (0, 50, 10), “b” (0, 90, 40) e “c” (0,016, 0,1, 0,025), sendo as amplitudes do parâmetro “c” proposta por Moore-Colyer et al. (2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise Bromatológica dos Alimentos Volumosos Utilizados nos Ensaio de Digestão

Os valores médios da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), lignina (LIG) e energia bruta (EB) dos alimentos volumosos podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4. Composição bromatológica dos alimentos volumosos feno de alfafa, amendoim forrageiro, *Desmodium*, *Stylosanthes*, guandu e *Macroptyloma* e o feno de capim *coastcross*, expressa na base da matéria seca (%).

| Alimento | MS (%) | MO (%) | PB (%) | EE (%) | FDN (%) | FDA (%) | CEL (%) | LIG (%) | EB Mcal/kg |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|------------|
| Alfafa | 88,9 | 91,6 | 17,6 | 1,4 | 64,5 | 43,7 | 30,7 | 8,3 | 3,92 |
| Amendoim | 24,5 | 92,1 | 18,0 | 1,9 | 46,8 | 30,7 | 18,7 | 12,4 | 3,90 |
| <i>Desmodium</i> | 30,9 | 94,9 | 14,0 | 2,6 | 52,5 | 32,9 | 23,4 | 8,9 | 4,36 |
| <i>Stylosanthes</i> | 33,1 | 93,8 | 16,2 | 5,6 | 47,5 | 33,3 | 23,4 | 9,6 | 4,36 |
| Guandu | 34,8 | 95,6 | 20,3 | 4,1 | 56,9 | 28,5 | 15,5 | 12,6 | 4,52 |
| <i>Macroptyloma</i> | 17,2 | 94,4 | 19,1 | 2,1 | 38,2 | 26,3 | 18,9 | 7,4 | 4,27 |
| <i>Coastcross</i> | 85,9 | 95,1 | 6,3 | 1,5 | 82,9 | 39,8 | 16,1 | 4,0 | 3,93 |

Para efeito de comparação, podem ser observadas na tabela 5, em diferentes autores, as composições químico-bromatológicas dos alimentos volumosos.

O valor observado da composição químico-bromatológica do feno de alfafa em relação à proteína de 17,6% esteve dentro do referenciado na literatura. Enquanto os níveis da fração fibrosa da alfafa foram elevados de 64,5 e 43,7% para o FDN e FDA, respectivamente, sendo os valores de FDA superior aos observados na literatura.

O NRC (1989) sugere variedades da espécie *Arachis sp*, como forrageira leguminosa com potencial para fenação, mas não indica nenhuma espécie ou variedade para cultivo. Observou-se que o *Arachis pintoi* cv Amarillo avaliado no presente estudo, apresentou teor protéico elevado de 18,0%, inferior apenas para o estudo realizado por Valentim et al. (2003), que avaliaram vários acessos (variedades) de *Arachis*, observando no cultivar Amarillo teores de proteína bruta de 19,8%. Em relação aos outros nutrientes do amendoim forrageiro, os teores de EE e FDN estão dentro dos níveis observados. O teor de FDA, de 30,7%, foi menor do que os citados pelos autores, mesmo apresentando teores semelhantes em lignina, podendo ser uma característica da variedade Amarillo.

Em relação ao *Desmodium ovalifolium*, foram observados valores de alguns dos nutrientes na literatura e, o teor de proteína bruta observado no presente estudo, de 14%, também foi observado por Pérez et al. (2002). Não foram observados valores em relação aos teores em EE e FDN, entretanto os teores em FDA e LIG de 32,9 e 8,9%, respectivamente, foram inferiores aos observados por Monteiro et al. (2002), sugerindo que a forrageira utilizada no presente estudo tenha sido cortada mais jovem.

Tabela 5. Composição de nutrientes na base da matéria seca dos volumosos, segundo diversos autores.

| Forrageira | PB (%) | EE (%) | FDN (%) | FDA (%) | LIG (%) | Autor |
|---------------------|-----------|--------|---------|---------|---------|-------------------------------|
| Alfafa | 17-22 | * | 61.1-70 | 34.4-39 | * | NRC (1989) |
| Alfafa | 19.4 | 4.0 | 58.7 | 36.5 | * | ALMEIDA et al. (1999) |
| Alfafa | * | * | * | 37.1 | 11.7 | MONTEIRO et al. (2002) |
| Arachis | 9.9-14.0 | 3,6 | * | 37,2 | * | NRC (1989) |
| Arachis | 14.3 | 1.8 | 52.5 | 35.8 | 11.2 | LADEIRA et al. (2002a) |
| Arachis | * | * | * | 493 | 13.8 | MONTEIRO et al. (2002) |
| Arachis | 19.8 | * | * | * | * | VALENTIM et al. (2003) |
| Arachis | 16.5 | 1.1 | 40.3 | * | * | VALADARES FILHO et al. (2006) |
| <i>Desmodium</i> | * | * | * | 75.4 | 20.6 | MONTEIRO et al. (2002) |
| <i>Desmodium</i> | 11.0-20.0 | * | * | * | * | PÉREZ et al. (2002) |
| <i>Stylosanthes</i> | 13.1-15.2 | * | * | * | * | ANDRADE (1981) |
| <i>Stylosanthes</i> | * | * | * | 45.1 | 10.7 | MONTEIRO et al. (2002) |
| <i>Stylosanthes</i> | 9.8 | 4.7 | 63.7 | 50,1 | 11.8 | VALADARES FILHO et al. (2006) |
| Guandu | 17.0-18.6 | * | * | * | * | MATTOS (1970) |
| Guandu | * | * | * | 42.3 | 12.7 | MONTEIRO et al. (2002) |
| Guandu | 24.2 | * | 64,5 | 42.4 | 17.9 | FERREIRA et al. (1995) |
| Guandu | 16.8 | 5.4 | 67.1 | 43.9 | * | VALADARES FILHO et al. (2006) |
| Guandu | 19.9 | * | 58.2 | 41,9 | * | VELOSO et al. (2006) |
| <i>Macroptiloma</i> | 17.2 | * | * | * | * | PEDREIRA & CONSENTINO (1992) |
| <i>Macroptiloma</i> | 16 | 2.42 | * | * | * | VALADARES FILHO et al. (2006) |
| <i>Macroptiloma</i> | 15.4 | * | 50.4 | 39.4 | * | PÁDUA et al (2006) |
| <i>Coastcross</i> | 6.3 | 2.9 | 88.5 | 45.9 | 6.9 | ALMEIDA et al. (1999) |
| <i>Coastcross</i> | 7.8 | 2.6 | 79.9 | 36.7 | * | ÍTAVO et al. (2002) |
| <i>Coastcross</i> | 8.4 | 1.4 | 79.1 | 39.8 | 5.91 | VALADARES FILHO et al (2006) |

Observou-se teor protéico elevado do *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão de 16,2% quando comparado aos observados por outros autores, enquanto que os teores de EE e LIG observados encontram-se próximos aos citados da literatura referenciada. Teores de 5,6% de EE na matéria seca do *Stylosanthes guianensis* possibilitam redução na suplementação de óleo em dietas de eqüinos. No entanto, a forrageira apresentou menor teor da fração fibrosa, correspondente ao FDN e ao FDA, de 47,5 e 33,3%, respectivamente, valores inferiores aos citados na literatura (MONTEIRO et al., 2002; VALADARES FILHO et al., 2006).

A composição químico-bromatológica do guandu observada no presente estudo esteve dentro dos teores observados na literatura em proteína e lignina de 20,3 e 12,6%, respectivamente. Os teores em EE e FDN estiveram próximos quando comparados aos observados por outros autores, no entanto, observaram-se baixos conteúdos em FDA de 28,5%. Mattos (1970) na determinação da produção da leguminosa, realizou o corte do guandu no início de seu florescimento, observando valores de 17 a 18,6% de proteína. Na avaliação do crescimento do guandu Favoretto (1979), observou a redução do conteúdo protéico na planta inteira em idades diferentes de 60, 75 e 90 dias, determinando os conteúdos em PB de 21,6, 17,3 e 15,4%, respectivamente. Já Ferreira et al. (1995) realizaram o corte da planta aos 85 dias observando teores de PB de 24,2%.

O guandu foi utilizado em níveis de substituição do *coastcross* em dietas de eqüinos por Manzano et al. (1990), que sugeriram níveis de 10 a 20% de substituição. O guandu foi também utilizado por Ferreira et al. (1995) na alimentação de eqüinos, que concluíram que a inclusão de 30% de feno de guandu na base da matéria seca nas dietas de eqüinos, proporcionou maiores consumos de MS, e melhores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes.

Veloso et al. (2006), avaliando a qualidade da proteína bruta do guandu, em amostras compostas por folhas e folíolos, observaram teor de 26,2% de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), demonstrando que parte do nitrogênio contido na planta está agregada a carboidratos insolúveis. Provavelmente, parte da proteína do guandu terá menor digestão na espécie eqüina.

O *Macroptyloma axilares* foi avaliado por Pedreira & Consentino (1992) e observaram valores de 17,2% de PB. Na avaliação da produção de leguminosas de potencial para fenação Pádua et al. (2006) observaram para o *Macroptyloma axilares* valores médios de 15,4% de PB, 50,4% de FDN e 39,4% de FDA, enquanto que, para a mesma leguminosa, Valadares Filho et al. (2006) observaram teores de 16% de proteína bruta.

O teor de EE observado no presente estudo de 2,1% esteve próximo aos 2,42% de EE observado por Valadares Filho et al. (2006). Não foi encontrado na literatura teor de LIG para a leguminosa *Macroptyloma*, e se verificou menores conteúdos da fração fibrosa, pois provavelmente tenha ocorrido o corte jovem da amostra da planta coletada para os ensaios de digestão, o que pode ser observado pela matéria seca baixa de 17,2% e conteúdo em FDN de 38,2%.

Monteiro et al. (2002) avaliaram a qualidade de algumas leguminosas e observaram seus conteúdos em FDA e lignina, relacionando-os à redução do valor nutricional no *Arachis pintoi*, *Desmodium ovalifolium*, *Stylosanthes guianensis*, alfafa e guandu, com valores para a FDA de 49,3, 75,5, 45,1, 37,1 e 42,36%, respectivamente, e para lignina de 13,9, 20,6, 10,7, 11,7 e 12,7%, respectivamente, valores similares aos obtidos no presente estudo para os respectivos alimentos volumosos avaliados.

O feno de *coastcross* apresentou-se de acordo com a literatura referenciada, quanto ao seu conteúdo em nutrientes, apresentando teores de FDN de 82,9% e de 39,8% de FDA, valores característicos de um corte tardio do feno, conseqüentemente baixos níveis protéicos foram observados de 6,3%.

Não foram encontradas na literatura informações sobre o consumo voluntário em eqüinos das leguminosas amendoim forrageiro, *Desmodium sp.*, *Stylosanthes sp.*, guandu e *Macroptyloma*.

Cymbaluk & Christensen (1986) observaram um consumo de 2,5 kg de MS/100 kg de PV para a alfafa peletizada em pôneis, enquanto que Todd et al. (1995), avaliaram o consumo voluntário de alfafa em diferentes formas físicas em eqüinos, e observaram maior consumo de 3,2 kg /100 kg de PV para alfafa em cubos, quando comparado aos outros tipos de processamentos. As gramíneas são também muito utilizadas na alimentação dos eqüinos e segundo Aiken et al. (1989), avaliando o consumo voluntário do feno do capim bermuda em eqüinos sobreano e adultos, observaram que o consumo voluntário em animais em crescimento era superior aos animais adultos, com valores de consumo variando de 2,5 e 2,0% do PV em MS, respectivamente.

A aceitabilidade dos volumosos pode ser avaliada pelo consumo voluntário de matéria seca. Segundo Almeida et al. (1999) o consumo de feno de alfafa foi de 1,66% PV superior ao do feno de *coastcross*, de 1,39% PV, portanto, quando novos alimentos forem acrescentados nas dietas dos eqüinos. estes devem ser avaliados em relação ao consumo (LACASHA et al.. 1997)

4.2 Digestibilidade Aparente dos Nutrientes Utilizando a Técnica dos Sacos Móveis

Os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes dos alimentos volumosos podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA) e energia bruta (CDEB) dos alimentos volumosos.

| Alimentos | CDMS (%) | CDMO (%) | CDPB (%) | CDFDN (%) | CDFDA (%) | CDEB (%) |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Alfafa | 63,53 ^c | 64,28 ^d | 77,41 ^d | 47,77 ^d | 42,32 ^d | 61,01 ^d |
| Amendoim | 83,70 ^a | 84,45 ^a | 91,35 ^c | 72,28 ^a | 70,99 ^a | 69,31 ^c |
| <i>Desmodium</i> | 64,51 ^c | 66,79 ^c | 77,97 ^d | 43,73 ^e | 35,47 ^e | 69,15 ^c |
| <i>Stylosanthes</i> | 75,56 ^b | 76,38 ^b | 94,92 ^b | 53,33 ^c | 53,48 ^c | 75,64 ^b |
| Guandu | 52,95 ^d | 56,47 ^e | 52,81 ^f | 37,31 ^f | 14,73 ^f | 48,28 ^e |
| <i>Macroptyloma</i> | 82,88 ^a | 83,68 ^a | 97,01 ^a | 65,16 ^b | 59,43 ^b | 82,60 ^a |
| <i>Coastcross</i> | 52,46 ^d | 52,89 ^f | 69,82 ^e | 47,53 ^d | 39,41 ^d | 48,77 ^c |
| CV (%) | 1,1 | 1,2 | 0,6 | 2,4 | 3,2 | 1,2 |

As médias seguidas de letras diferentes nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Observou-se valor de 63,5% para o CDMS da alfafa similar ao valor médio do CDMS da alfafa em compilação de dados da literatura, de 62,5% Almeida (1994). Almeida et al (1999) observaram valor de 55,20% do CDMS da alfafa através da técnica de coleta total de fezes em eqüinos, também Pagan (2001a), utilizando a coleta total de fezes em eqüinos, observaram valores de 65,9% na planta jovem e de 56,0% no corte mais tardio.

Em estudo desenvolvido com pôneis, Todd et al. (1995) avaliaram a digestibilidade do feno de alfafa em diferentes formas de apresentação, e não observaram diferença na digestibilidade dos nutrientes entre o feno longo, picado, em cubo e peletizado, com valores médios de 61,9% de CDMS, 78,2% de CDPB, 37,4% de CDFDN e 57,5% de CDEB, próximos aos valores encontrados neste trabalho.

Almeida (1994), revisando na literatura a digestibilidade da alfafa, observou valores médios, mínimos e máximos para o CDFDA de 37,5, 12,8 e 67,5%, respectivamente, e (ALMEIDA et al., 1999) verificaram em um ensaio de digestão com coleta total de fezes em eqüinos, valores de 32,9% para CDFDA da alfafa. Pode ser observada similaridade dos valores descritos na literatura, como o valor de 42,3% do CDFDA da alfafa observado no presente estudo.

O amendoim forrageiro, *Stylosanthes* e *Macroptyloma* apresentaram elevada digestibilidade da proteína bruta (P<0,05) com valores de 97,0, 94,9 e 91,3%, possivelmente por terem apresentado menores conteúdos em FDN, de 46,8, 47,5 e 38,2%, possibilitando maior conteúdo de nutrientes solúveis na composição das forrageiras (Tabela 4), respectivamente, entretanto o CDFDN foi superior (P<0,05) no amendoim forrageiro.

A digestibilidade da FDA em alimentos volumosos em eqüinos segundo Pagan (2101a), considerando gramíneas e leguminosas, varia de 35 a 45% e, é dependente principalmente do nível de lignificação da planta, entretanto, no presente estudo os valores de FDA nas leguminosas amendoim forrageiro, *Macroptyloma* e *Stylosanthes*, apresentaram valores superiores, de 70,9, 59,4 e 53,5%, respectivamente. Os elevados valores do CDFDA estimados para estes alimentos, podem estar relacionados ao baixo conteúdo em fibra contida nas

forrageiras, entretanto, também se pode supor que haja perda de partículas em função da técnica dos sacos móveis, superestimando os valores obtidos.

A digestibilidade das forrageiras depende de sua estrutura anatômica e da natureza química, portanto a natureza fisiológica da relação entre os tecidos vegetais e as bactérias importante para explicar a digestão desses tecidos. Bonhomme (1988) estudando a degradação da hemicelulose e pectina pelo conteúdo do ceco, observou que os microrganismos do ceco produzem enzimas eficientes na degradação da pectina e, de acordo com Ezequiel & Galati (2004), as leguminosas possuem de 7 a 14% de substâncias pécnicas.

Desconsiderando a presença da lignina, a digestibilidade da parede celular é regulada de forma mais intensa pelas características intrínsecas das ligações, do que pela proporção dos componentes (VAN SOEST, 1994). Os componentes da fibra que não possuem ligação covalente com a lignina são considerados completamente disponíveis para a fermentação e possuem alguma solubilidade que os classificam geralmente na categoria de “carboidratos solúveis”. Os nutrientes mais importantes incluídos nesta categoria são as pectinas e os p-glucanos, deste modo, o fato da pectina se solubilizar anula os efeitos depressivos da lignina (VAN SOEST 1994). A pectina apresenta elevada digestibilidade, e é importante para maximizar a utilização da forrageira pelo processo fermentativo (CUNHA, 1980).

Observaram-se os menores valores do CDMO nos alimentos *coastcross*, guandu, alfafa e *Desmodium* 52,9, 56,5, 64,3 e 66,8%, respectivamente, valores relacionados aos teores em FDN, que por sua vez foram elevados de 82,9, 56,9, 64,5 e 52,5%, respectivamente.

Para a leguminosa *Desmodium ovalifolium*, observou-se que o CDPB foi de 77,9% em um conteúdo de 14% em PB. O conteúdo de proteína bruta aceitável, segundo Pérez et al. (2002) varia de 11 a 20%, entretanto, apresentou baixa digestibilidade nos ensaios realizados em ruminantes, com valores de 45 a 50%.

Os valores nutricionais desta leguminosa estão relacionados a altos teores de taninos. muitas vezes acima de 7%, sugerindo inibição da atividade das enzimas celulases (DALLAGNOLL & SCHEFFER-BASSO, 2004), fato que possivelmente influenciou na digestibilidade da fração fibrosa do *Desmodium ovalifolium* com valor do CDFDN de 43,73%.

Segundo Aiken et al. (1989), eqüinos sobreanos e adultos consumindo o mesmo nível de matéria seca de capim bermuda, não apresentaram diferença entre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes MS, PB, FDN, FDA e EB, e obtiveram valores médios de 43,1, 51,6, 45,0, 38,0 e 43,3%, respectivamente. Valores semelhantes, principalmente para a fração fibrosa e de energia bruta foram obtidos com a técnica do saco móvel para o feno de *coastcross* no presente estudo.

Avaliação da digestibilidade dos nutrientes do feno de *coastcross* em eqüinos foi realizada por Almeida et al. (1999), utilizando a técnica de coleta total, e os valores observados dos CDMS, CDMO e CDEB de 49,8, 50,5 e 47,9% foram similares aos observados através da técnica de sacos de náilon. Os mesmos autores observaram valor inferior de CDPB de 56,1%, e estimativas superiores para os nutrientes que compõem a fração fibrosa de 63,3% para CDFDN e 44,6% para CDFDA. A técnica utilizada no presente ensaio apresentou valores para os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do capim *coastcross* MS, MO, PB, FDN, FDA e EB com valores de 52,5, 52,8, 69,8, 47,5, 39,4 e 48,77% respectivamente, sendo os baixos valores de digestibilidade do FDN e do FDA relacionados com o elevado conteúdo em fibra desta gramínea, caracterizando o corte tardio da forrageira.

Araújo et al. (2000) estimaram, através da técnica do saco de náilon móvel em eqüinos, a digestibilidade dos nutrientes do capim *coastcross*, e observaram valores do CDPB de 68,2%, no feno moído a 1 mm, semelhante, quando comparado ao valor estimado de 69,8% de CDPB, obtido no presente ensaio, quando o feno de capim *coastcross* foi moído a 2 mm. Valores similares em relação aos CDFDN e CDFDA, observados no presente estudo de digestão total,

foram estimados por Araújo et al. (2000), de 47,5 e 34,7%, respectivamente, através da coleta total de fezes. Entretanto, os mesmos autores observaram menores valores dos coeficientes de digestibilidade da fração fibrosa, quando utilizaram a técnica dos sacos móveis, de 36,8 e 17,2%, respectivamente.

4.3 Cinética dos Sacos Móveis no Trato Digestivo

Os valores médios do tempo de trânsito (TT), tempo médio de retenção (TMR), taxa de passagem (k) e recuperação até 96h dos sacos de náilon com os alimentos volumosos podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 7. Médias e respectivos desvios padrões do tempo de trânsito (TT), tempo médio de retenção (TMR), taxa de passagem (k) e recuperação até 96 h dos sacos de náilon com as forrageiras no trato digestivo.

| Alimento | TT (horas) | TMR (horas) | k (%/h) | Recuperação até 96h |
|---------------------|------------|-------------|-----------|---------------------|
| Alfafa | 21,5 ± 3,4 | 46,4 ± 3,1 | 2,1 ± 0,2 | 88,0 ± 9,70 |
| Amendoim | 24,0 ± 2,8 | 49,0 ± 4,4 | 2,1 ± 0,2 | 83,0 ± 17,6 |
| <i>Desmodium</i> | 25,1 ± 2,8 | 48,1 ± 1,2 | 2,1 ± 0,5 | 83,0 ± 12,3 |
| <i>Stylosanthes</i> | 23,9 ± 2,6 | 50,0 ± 4,0 | 2,0 ± 0,1 | 81,5 ± 21,4 |
| Guandu | 23,6 ± 3,0 | 50,2 ± 6,9 | 2,0 ± 0,3 | 81,5 ± 10,4 |
| <i>Macroptyloma</i> | 22,3 ± 2,5 | 49,4 ± 3,5 | 2,0 ± 0,2 | 88,0 ± 6,2 |
| <i>Coastcross</i> | 23,0 ± 2,5 | 46,9 ± 5,0 | 2,1 ± 0,2 | 80,5 ± 13,3 |
| Média | 23,3 | 48,6 | 2,1 | 83,6 |
| CV(%) | 11,58 | 6,24 | 6,17 | 8,65 |

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre os alimentos quanto ao tempo de trânsito, tempo médio de retenção e taxa de passagem dos sacos de náilon, observando valores médios de 23,3h, 48,6h e 2,1h, respectivamente.

A terminologia da taxa de passagem inclui o tempo de trânsito ou o tempo mínimo de retenção, tempo médio de retenção e o tempo máximo de retenção.

O tempo de trânsito ou o tempo mínimo de retenção é o tempo entre a alimentação e o primeiro aparecimento do marcador nas fezes. O tempo médio de retenção é o tempo médio integrado entre a ingestão do marcador e a sua excreção. Conseqüentemente, o tempo de trânsito e o tempo médio de retenção pode ser o mesmo, caso a homogeneização do marcador não ocorra, e a excreção do marcador seja realizada em apenas uma defecação.

O tempo de trânsito ocorre devido ao fluxo unidirecional através do trato digestivo, e a ele pode ser atribuído o efeito de retenção do marcador no interior dos compartimentos do trato digestivo, assim, o tempo médio de retenção é o termo mais utilizado para propósitos de pesquisa que envolva cinética de passagem (WELYENBERG et al., 2006)

Avaliando quatro tipos de alimentos fibrosos em eqüinos, com a técnica dos sacos móveis, observaram maior tempo de trânsito para o feno em cubo, de 65,3 horas, e o menor para a casca de soja, de 54,8 horas. Estes valores foram superiores ao valor médio do tempo de trânsito observado neste estudo, de 23,3 horas. O maior tempo de trânsito pode ser explicado pela presença de pequenas placas de aço colocadas no interior dos sacos, tornando-os pesados, dificultando a passagem e aumentando o tempo de trânsito (MOORE-COLYER et al., 2002).

Macheboeuf et al. (2003) utilizando os sacos com dimensões de 6x1cm; observaram tempo de trânsito de 31 horas, valor superior em seis horas, ao tempo de trânsito da digesta obtido com o marcador cromo mordante, e não se observaram diferenças no comportamento dos animais experimentais e no tempo de trânsito, quando inseridos por via gástrica 10, 20 ou 30 sacos de náilon.

Oliveira et al. (2003a), em estudo da cinética de passagem da digesta com equinos consumindo diferentes níveis de volumoso marcado com cromo mordante, observaram o tempo de trânsito de 23 horas para a dieta com relação concentrado-volumoso de 80:20. No presente estudo, com animais consumindo dieta na mesma relação, o valor médio observado do Tempo de Transito foi similar de 23,3 horas.

Deve-se ressaltar que o tempo de trânsito dos sacos varia dependendo do tipo de composição da dieta e pela frequência de alimentação (DE FOMBELLE et al., 2004). A esse respeito, no presente estudo a dieta dos animais foi fracionada em quatro porções iguais, oferecidas ao longo do dia, com a intenção de manter a regularidade da motilidade intestinal.

No estudo da cinética de passagem, utilizando-se dietas exclusivas de feno de *coastcross*, Pimentel (2006) cita o tempo de trânsito de 18,25 horas da fase sólida da digesta, inferior ao observado no presente trabalho de 23,3 horas, provavelmente relacionado ao tipo de dieta, com inclusão de concentrado.

A taxa de passagem da fase sólida da digesta observada por Oliveira et al. (2003a) foi de 2,5%/h, em animais consumindo dietas com relação volumoso:concentrado de 80:20. Entretanto no presente estudo a taxa de passagem foi menor, com valor médio de 2,1 %/h, caracterizando maior tempo médio de retenção.

O tempo médio de retenção observado neste estudo foi de 48,63 horas, valores acima dos verificados por Oliveira et al. (2003a), que observaram o tempo médio de retenção de 40,2 horas para a fase sólida da digesta, enquanto que Pimentel (2006), em equinos consumindo dieta exclusiva de feno de *coastcross* observaram valores de 36,7 horas. Estimativas mais próximas foram observadas por De Fombelle et al. (1999), de 42,2 h que avaliaram o tempo médio de retenção em equinos utilizando uma dieta com 70% de alimento volumoso e 30% de cevada com marcador da fase sólida da digesta.

O maior tempo médio de retenção observado neste experimento, foi possivelmente em função do efeito de retenção gerado pelo tamanho do saco. Maiores tempos de retenção da digesta estão associados nos experimentos com aumento da digestibilidade, da atividade microbiana e aumento da absorção de água segundo Welyenberg et al. (2006), deve-se considerar também as perdas de partículas menores do que o tamanho de poro do tecido.

Drogoul et al. (2000) não observaram diferenças nos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do feno em função da redução do tamanho de partícula, principalmente na fração correspondente à parede celular utilizando uma dieta com relação volumoso concentrado de 50/50. Os resultados sugeriram que não ocorreu aumento na digestibilidade pela redução da partícula, em função da exposição de maior área de contato para a ação enzimática. Dado que os mecanismos de retenção de partícula são pouco eficientes na retenção de partículas pequenas, e o tempo que a fibra fica retida é menor, reduzindo a eficiência do processo de degradação.

Segundo Drogoul et al. (2000), existem diferenças entre as metodologias aplicadas para a estimativa da cinética de passagem da digesta ao longo de todo o trato digestivo dos equinos. A maioria das diferenças é de origem metodológica, variando na natureza dos marcadores, nas análises laboratoriais e modelos matemáticos empregados para o ajuste das curvas de excreção dos marcadores e, em alguns casos, são utilizados marcadores que não estão associados a nenhuma das fases da digesta.

Segundo De Fombelle et al. (2004), ao estudarem a digestão pré-cecal do amido utilizando sacos móveis, sugeriram que os sacos simulam o comportamento de passagem da digesta da fase sólida em eqüinos, através do intestino delgado.

O percentual de recuperação dos sacos de náilon até 96h não diferiu ($P>0,05$) entre os alimentos, observando-se o percentual médio de 83,6%. Segundo Araújo et al. (2000) valores superiores a 80% para o percentual de recuperação dos sacos de náilon são considerados altos, sendo este um fator fundamental para o sucesso do uso da técnica, pois em condições de baixa recuperação dos sacos, as análises químicas dos resíduos tornam-se limitadas.

Macheboeuf et al. (2003) observaram uma taxa de recuperação fecal dos sacos de 95% até 56 horas após a sondagem, enquanto que De Fombelle et al. (2004) recuperaram 79,8% dos sacos de náilon inseridos no estômago e coletados no ceco.

Os sacos em branco coletados apresentaram TT médio de 23,5 horas, tempo similar quando comparado aos sacos contendo alimentos, entretanto, o TMR foi inferior de 38 horas, demonstrando maior facilidade de passagem, possivelmente por ter apresentado menor resistência, sendo carregado com maior facilidade pelo fluxo da digesta. Os sacos em branco permaneceram menor tempo no trato digestivo, com uma taxa de passagem de 2,63%/h.

A curva de excreção fecal dos sacos de náilon foi regular e próxima ao apresentado pela curva gerada durante a excreção do cromo mordente, segundo estudos realizados por Macheboeuf et al. (2003) e por Pimentel (2006), utilizando marcadores da fase sólida da digesta (Figura 7).

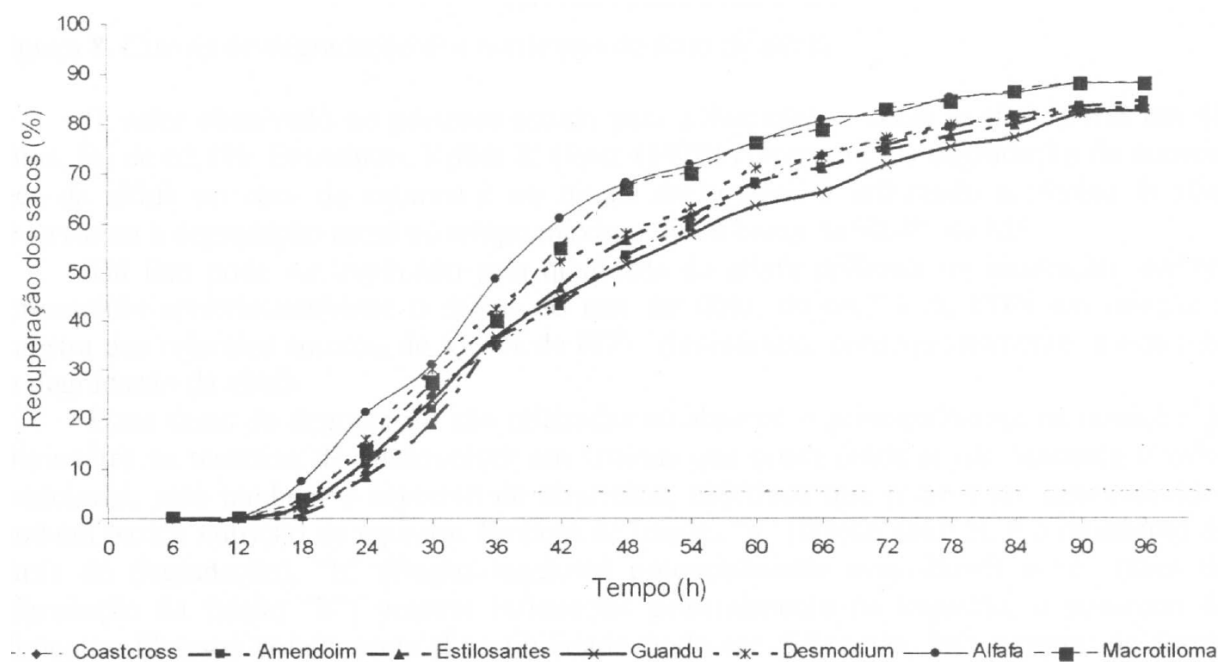


Figura 7. Curva de recuperação fecal cumulativa dos sacos de náilon móveis com as forrageiras, até 96h.

4.4 Degradação Cecal das Forrageiras

Os modelos apresentaram elevados coeficientes de determinação, confirmando o ajuste e descrevendo a dinâmica da degradação cecal dos nutrientes da alfafa ao longo do tempo. A degradação ajustada da MS, PB, FDN obtidas no tempo máximo de incubação de 48 horas foram de 62,1, 88,5 e 44,4%, respectivamente (Figura 8).

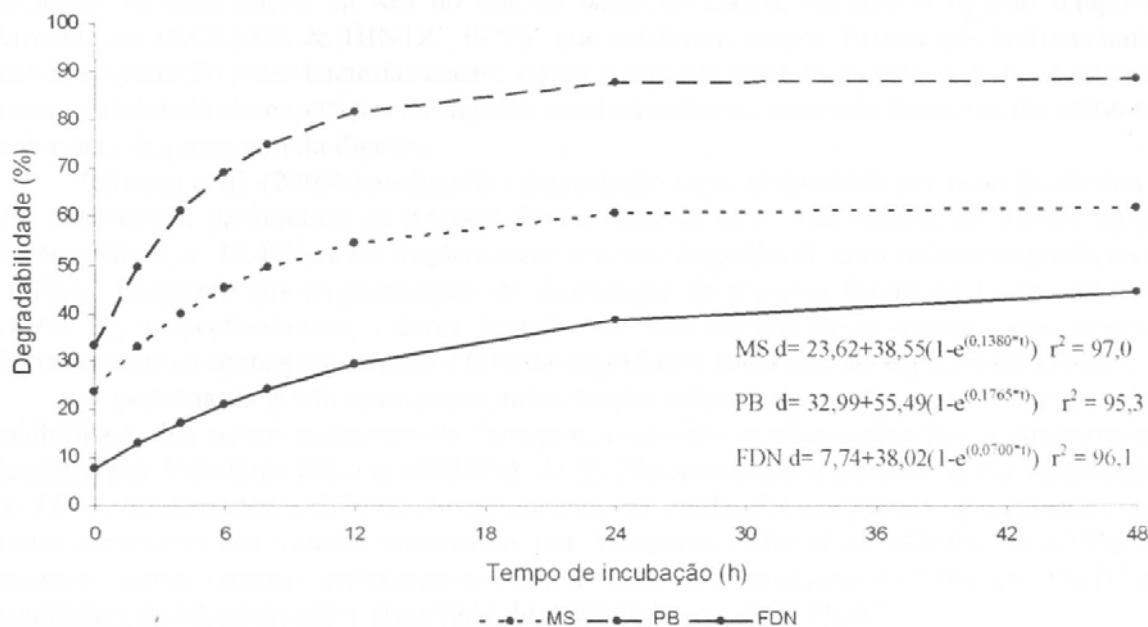


Figura 8. Curvas de degradação dos nutrientes do feno de alfafa.

O valor observado no presente estudo para a degradação cecal *in situ* da MS em 48 horas, foi de 62,1%. Entretanto, Koller & Hintz (1978) comparando a degradação da matéria seca da alfafa no ceco de eqüinos e no rúmen de bovinos e utilizando a técnica *in situ*, observaram a degradação cecal no tempo máximo de 48 horas de 90,4% da MS.

Tal fato pode ser explicado pela qualidade da alfafa utilizada na incubação, por ter apresentado aproximadamente o dobro do teor de fibra, de 64,5% de FDN em relação à amostra dos referidos autores, de 31,5% de FDN, diminuindo, conseqüentemente, a extensão da degradação da alfafa.

Estas taxas de degradação são utilizadas atualmente e principalmente na nutrição de ruminantes na tentativa de desenvolver um sistema que possa prever não somente o valor nutricional, mas também a ingestão de alimentos, objetivos que podem ser desenvolvidos também para a nutrição de eqüinos. Embora as frações “a” (fração solúvel, e o intercepto da curva de degradação), “b” (fração insolúvel potencialmente degradável) e “c” (taxa de degradação da fração “b”) possam influenciar positivamente na ingestão, o consumo de alimentos fibrosos com mesma digestibilidade pode ser diferentes, isto porque, de forma geral, se leguminosas são comparadas com gramíneas de mesma digestibilidade, o consumo de leguminosa será maior, principalmente por causa da taxa de degradação (ORSKOV, 2000). Este fato permite maior influxo de matéria seca na espécie ruminante, o mesmo pode não ocorrer nos eqüinos em função da disposição anatômica do trato digestivo, e pela pequena capacidade do estômago da espécie, contudo, mais estudos devem ser realizados no intuito de viabilizar o modelo de degradação para estimativas de consumo de alimento.

A taxa de degradação cecal da proteína bruta da alfafa foi de 17% h⁻¹, superior aos observados por Valadares Filho et al. (2006) que citaram valores de 6,6% h⁻¹ em ruminantes. Observou-se no presente estudo com eqüinos a degradação cecal da MS com valores de 23,6% para a fração solúvel, 38,5% para a potencialmente degradável e a taxa de degradação (kd) de 13% h⁻¹. Estes valores foram inferiores aos valores médios dos parâmetros “a”, “b”, e “c” da MS de 36,3, 42,3 e 7% h⁻¹, respectivamente, observados por Valadares Filho et al. (2006) em ruminantes.

Observa-se menor percentual para a fração potencialmente degradável da MS em eqüinos, isto quando comparado com ruminantes, pois as bactérias ruminais são mais eficientes na degradação da MS do que as bactérias cecais, durante o mesmo tempo de fermentação (KOLLER & HINTZ, 1978), que relataram outros fatores que influenciam a menor degradação pelas bactérias cecais, como a característica da digesta que chega ao ceco, a impossibilidade da exposição da digesta cecal (interior do saco) às bactérias do cólon e a maior taxa de passagem da digesta.

Oliveira et al. (2003b) avaliando a degradação ruminal da alfafa por meio da técnica *in situ* observaram parâmetros de degradação de matéria seca com valores de 35,6% para a fração solúvel, e 40,4% para a fração potencialmente degradável, com taxa de degradação de 11,7% h⁻¹. Enquanto que os parâmetros de degradação da proteína foram de 25,7%, 49,8% e 11,9% h⁻¹, respectivamente, valores semelhantes aos obtidos neste estudo, com eqüinos, diferenciando-se apenas em relação à taxa de degradação cecal que foi superior de 17% h⁻¹.

A proteína da alfafa apresentou maior fração solúvel, de 32,9%, quando comparada à solubilidade dos outros nutrientes da forragem, e os valores observados foram similares aos descritos por Valadares Filho et al (2006), de 30,2% no rumem. Enquanto que a solubilidade do FDN correspondeu a 7,74%, correspondendo às perdas físicas geradas pela técnica, que foram superiores aos valores observados por Valadares Filho et al. (2006), de 2,74%. Os mesmos autores também estimaram o valor da taxa de degradação do FDN em 4% h⁻¹ em ruminantes, próximo ao valor observado de degradação cecal de 7% h⁻¹.

Hyslop (2006) em revisão sobre a utilização da técnica com sacos móveis, citou que a degradação efetiva da matéria seca e do FDN da alfafa em sacos inseridos no ceco e recuperados nas fezes, foi em média de 30% e 65%, estando estes valores próximos aos encontrados neste estudo, para o tempo máximo de degradação.

Os modelos de degradação cecal do amendoim forrageiro apresentaram elevados coeficientes de determinação, demonstrando o correto ajuste do modelo e da dinâmica da degradação dos nutrientes avaliados. A degradação ajustada da MS, PB, FDN obtidas no tempo máximo de incubação de 48 horas do amendoim forrageiro foram de 82,2, 87 e 68%, respectivamente (Figura 9).

A taxa de degradação da matéria seca foi de 10% h⁻¹, superior aos observados para os outros nutrientes, sendo que da PB e FDN, o parâmetro “c” foi similar, de 9% h⁻¹. O amendoim forrageiro apresentou baixa solubilidade da proteína, entretanto as taxas de degradação do FDN e PB foram similares, sugerindo que a proteína foi utilizada ao longa da degradação da fração fibrosa, pela microbiota presente no ceco.

No amendoim forrageiro, a matéria seca apresentou a maior fração solúvel, de 29,5% comparada com a PB, de 19,59%, enquanto que a fração solúvel do FDN foi de 14,29%, correspondendo às perdas físicas geradas pela técnica, pois a técnica utilizada na estimativa da fração do FDN considera a remoção dos constituintes solúveis.

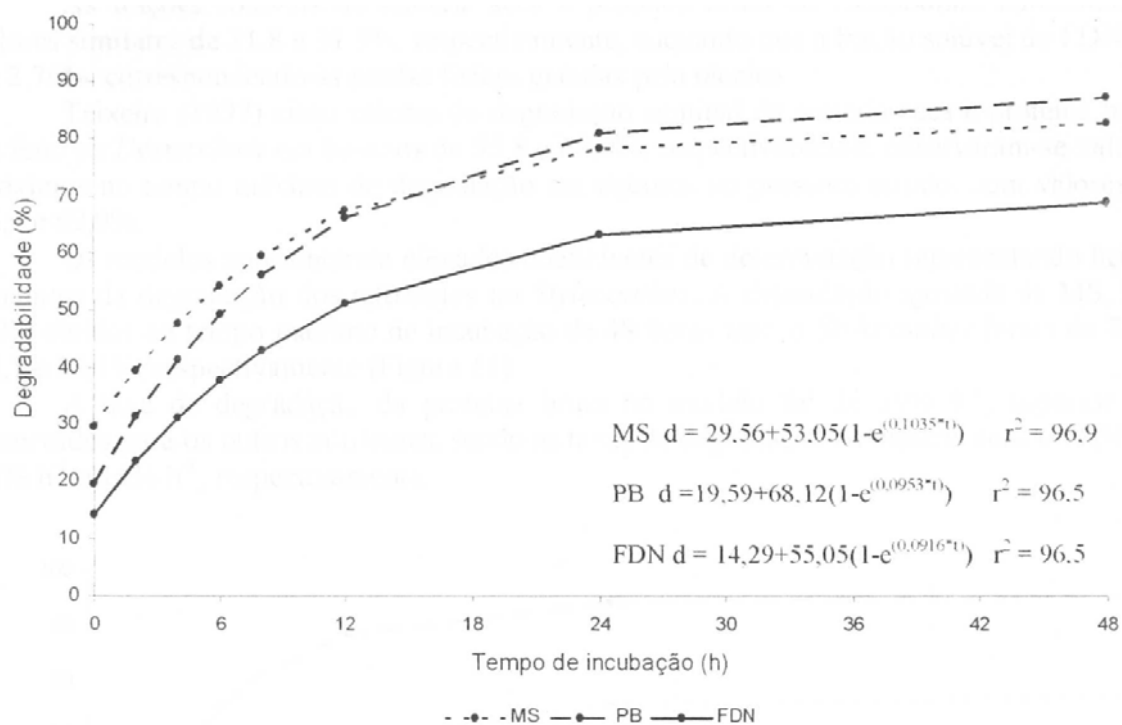


Figura 9. Curvas de degradação dos nutrientes do amendoim forrageiro.

Os modelos de degradação do *Desmodium* apresentaram elevados coeficientes de determinação, explicando o comportamento biológico da dinâmica da degradação para os nutrientes (Figura 10). A degradação ajustada da MS, PB, FDN do *Desmodium* obtidas no tempo máximo de incubação de 48 horas foram de 62,9, 69,9 e 40,1%, respectivamente. As curvas de degradação dos nutrientes PB e FDN do *Desmodium* não apresentaram ajuste correto, sugerindo um tempo maior de incubação, de 120h, como citado por Orskov (2000) para obter a assintota e corrigir o ajuste do modelo. A taxa de degradação da matéria seca no modelo foi de $5\% \text{ h}^{-1}$, superior aos observados para os outros nutrientes, sendo o menor valor observado de PB, de $2,6\% \text{ h}^{-1}$.

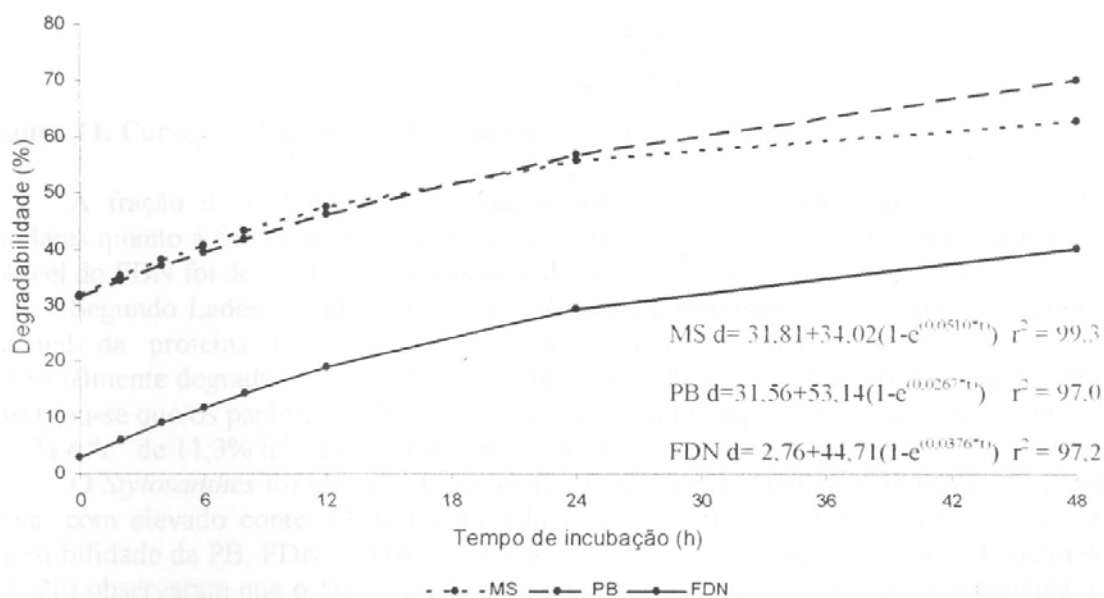


Figura 10. Curvas de degradação dos nutrientes do *Desmodium*.

As frações solúveis de matéria seca e proteína do *Desmodium* apresentaram valores similares de 31,8 e 31,5%, respectivamente, enquanto que a fração solúvel de FDN foi de 2,76%, correspondente às perdas físicas geradas pela técnica.

Teixeira (1997) citou valores de degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta do feno *Desmodium* em bovinos de 55,8 e 62,0%, respectivamente, observaram-se valores próximos no tempo máximo de degradação em eqüinos no presente estudo, com valores de 62,9 e 69,9%.

Os modelos apresentaram elevados coeficientes de determinação representando bem a dinâmica da degradação dos nutrientes no *Stylosanthes*. A degradação ajustada da MS, PB, FDN obtidas no tempo máximo de incubação de 48 horas para o *Stylosanthes* foram de 76,7, 95,1 e 52,1%, respectivamente (Figura 11).

A taxa de degradação da proteína bruta no modelo foi de 19% superior aos observados para os outros nutrientes, sendo as taxas de degradação da matéria seca e FDN, de 15% h⁻¹ e 11% h⁻¹, respectivamente.

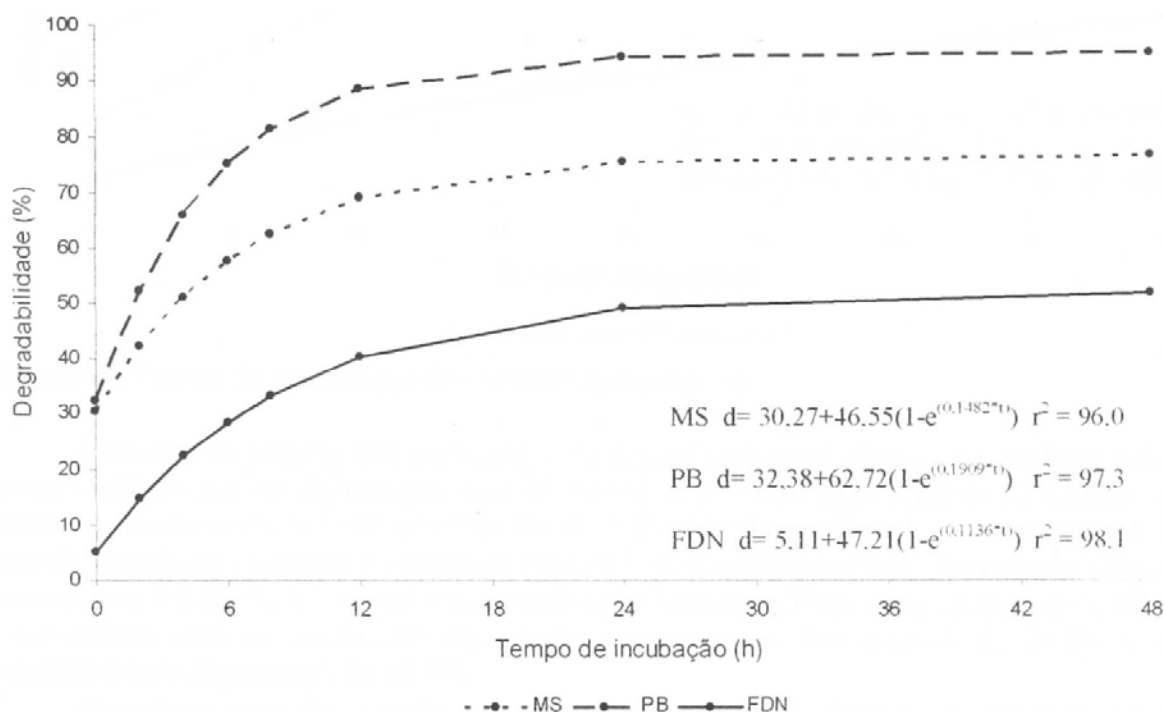


Figura 11. Curvas de degradação dos nutrientes do *Stylosanthes*.

A fração da matéria seca e proteína bruta do *Stylosanthes* apresentaram valores similares quanto à fração solúvel, de 30,27 e 32,38% respectivamente, enquanto que a fração solúvel do FDN foi de 5,11%, correspondendo às perdas físicas geradas pela técnica.

Segundo Ladeira et al. (2002b), o *Stylosanthes* apresentou parâmetros de degradação ruminal da proteína bruta de: 16,9% para a fração solúvel, 39,0% para a fração potencialmente degradável e taxa de degradação de 9,6% h⁻¹. Em relação ao presente estudo, observou-se que os parâmetros de degradação cecal foram superiores, com valores de “a” de 30,2% e “c” de 11,3% h⁻¹, enquanto que para “b” observou-se valores inferiores de 32,3%.

O *Stylosanthes* foi uma das forrageiras que apresentou melhor degradação da proteína bruta, com elevado conteúdo da fração solúvel e de fibra de potencial fermentativo, e de digestibilidade da PB, FDN e FDA de 94,9%, 53,3% e 53,5% respectivamente. Ladeira et al. (2002b) observaram que o *Stylosanthes* apresenta teores elevados em lisina e metionina, com

de 6,3 e 10,4g/100g de aminoácidos, respectivamente e, segundo o NRC (1989), a lisina é o primeiro aminoácido limitante na dieta de potros em crescimento.

Na avaliação da digestão cecal do guandu, o ajuste do modelo foi preciso apenas para a matéria seca, e não se obteve a assíntota necessária para o correto ajuste da proteína bruta e do FDN (Figura 12). Segundo Orskov (2000), um período de incubação de 120 horas seria necessário. A degradação ajustada da MS, PB, FDN do guandu, obtidas no tempo máximo de incubação, de 48 horas, foram de 49,9, 65,5 e 28,7%, respectivamente.

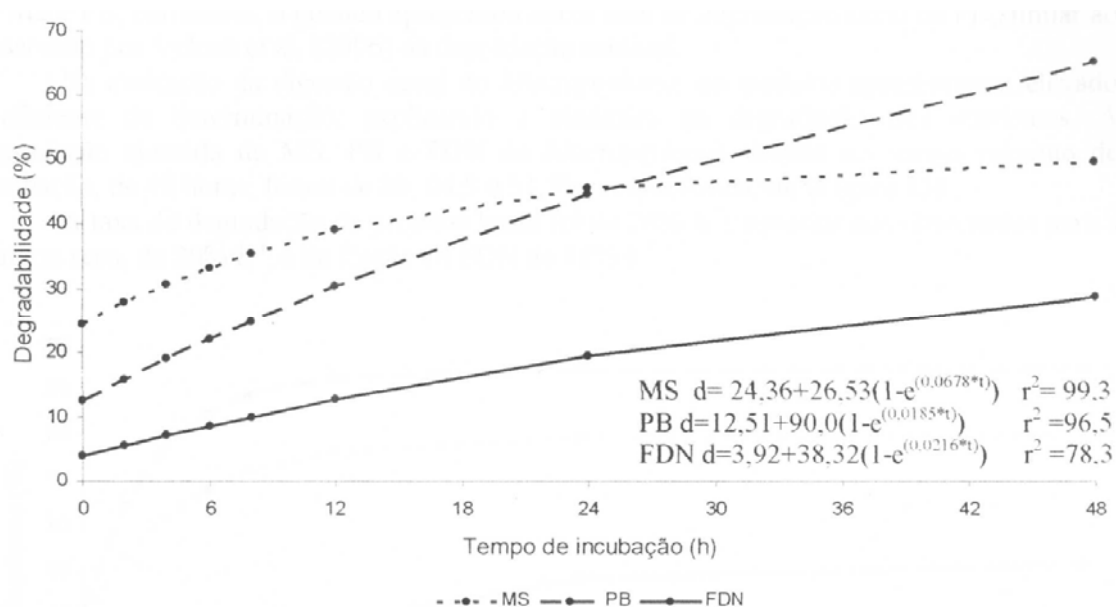


Figura 12. Curvas de degradação dos nutrientes do guandu

Contudo, os valores dos parâmetros de degradação cecal obtidos no presente estudo foram similares aos de degradação ruminal descritos por Valadares Filho et al. (2006), que citaram os parâmetros “a”, “b” e “c” da PB de 7,2%, 83,1% e 1,6% h⁻¹, respectivamente, e a taxa de degradação ruminal do FDN de 2,5% h⁻¹. A taxa observada de degradação cecal da matéria seca foi de 6% superior aos citados por Valadares Filho et al. (2006), de 3,9% e semelhante para as frações de degradação no rumem de MS solúvel, de 28,8% e MS potencialmente degradável, de 39,1%.

A matéria seca do guandu apresentou fração solúvel elevada, de 24,36% quando comparada com a PB, de 12,51%, enquanto que a fração solúvel do FDN foi de 3,92%, valor este correspondendo às perdas físicas geradas pela técnica.

O guandu não possuiu parâmetros satisfatórios, pois apresentou proteína de baixa qualidade, caracterizada pelo baixo coeficiente de digestibilidade de 52,8%, com baixas taxas de degradação, uma das explicações para menores degradações em leguminosas está na condensação de tanino e proteína (VAN SOEST, 1994; LADEIRA et al., 2002b).

Segundo Malafaia et al. (1997), pode-se fracionar a proteína bruta para melhor caracterizar suas frações, sendo denominada fração B₃, a proteína insolúvel em detergente neutro sendo, provavelmente esta, a fração que provavelmente chega no ceco-cólon dos eqüinos, logo disponível para a fermentação. Contudo, Ribeiro et al. (2001) sugeriram que a fração protéica B₃ constitui aproximadamente 1/3 de toda proteína bruta dos fenos e apresenta taxas de digestão mais baixas. Por estes fatores, sugere-se que o guandu apresentou baixa digestibilidade da proteína bruta, de 52,8% e a menor taxa de degradação da PB em relação às outras leguminosas, mesmo contendo maior conteúdo protéico, porque apresenta maiores teores de proteínas ligadas à fração fibrosa de lenta taxa de degradação (NIDN%).

Veloso et al. 2006, verificaram que o guandu foi o que apresentou menor degradação ruminal comparado com leucena, soja perene, rami e mandioca, quanto ao aproveitamento dos componentes da fração fibrosa, e observaram a degradação ruminal da matéria seca das folhas e folíolos de guandu foi de 63,0% para a fração solúvel, de 43,4% para a fração potencialmente degradável e taxa de degradação de 3,9% h⁻¹, enquanto que para a proteína bruta os valores foram de 88,1%, 85,3% e 1,6% h⁻¹, respectivamente. Os valores obtidos no presente estudo diferiram principalmente nas frações solúveis e potencialmente degradáveis de MS e PB, entretanto, o guandu apresentou baixa taxa de degradação cecal da PB, similar ao observado por Veloso et al. (2006) na degradação ruminal.

Na avaliação da digestão cecal do *Macroptyloma*, os modelos apresentaram elevado coeficiente de determinação, explicando a dinâmica da degradação dos nutrientes. A degradação ajustada da MS, PB e FDN do *Macroptyloma* obtidas no tempo máximo de incubação, de 48 horas, foram de 80, 94,8 e 51,7%, respectivamente (Figura 13).

A taxa de degradação da proteína bruta foi de 28% h⁻¹, superior aos observados para a matéria seca, de 20% h⁻¹, e da fração de FDN de 11% h⁻¹

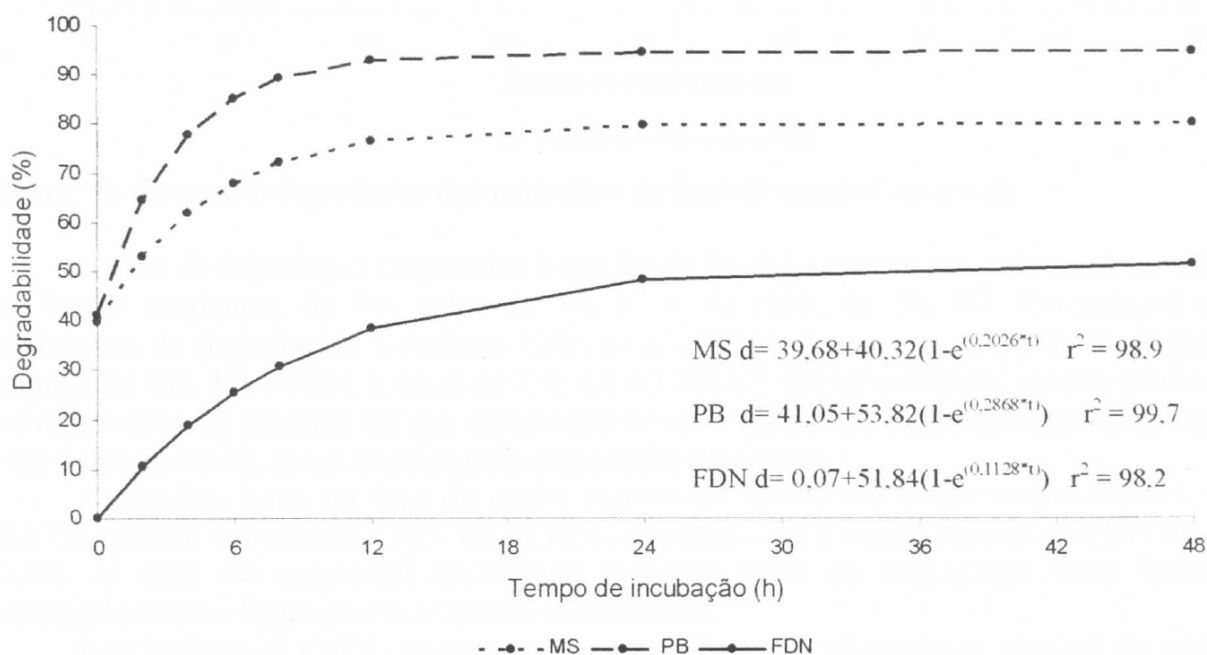


Figura 13. Curvas de degradação dos nutrientes do *Macroptyloma*.

O *Macroptyloma* foi uma das forrageiras que apresentou resultados satisfatórios, com melhores parâmetros de degradação cecal para a proteína bruta, elevado conteúdo solúvel e fibra de potencial fermentativo. As frações solúveis da matéria seca e proteína bruta apresentaram valores similares de 39,68 e 41,05%, respectivamente, enquanto que a fração solúvel do FDN foi de 7 %, correspondendo às perdas físicas geradas pela técnica.

Na avaliação da digestão cecal do capim *coastcross*, os modelos apresentaram elevados coeficientes de determinação, e o fracionamento dos nutrientes exemplifica detalhadamente a dinâmica da degradação do feno de capim *coastcross*. A degradação cecal ajustada da MS, PB e FDN do capim *coastcross* obtidas no tempo máximo de incubação, de 48 horas, foram de 47, 64,1 e 42,9%, respectivamente (Figura 14).

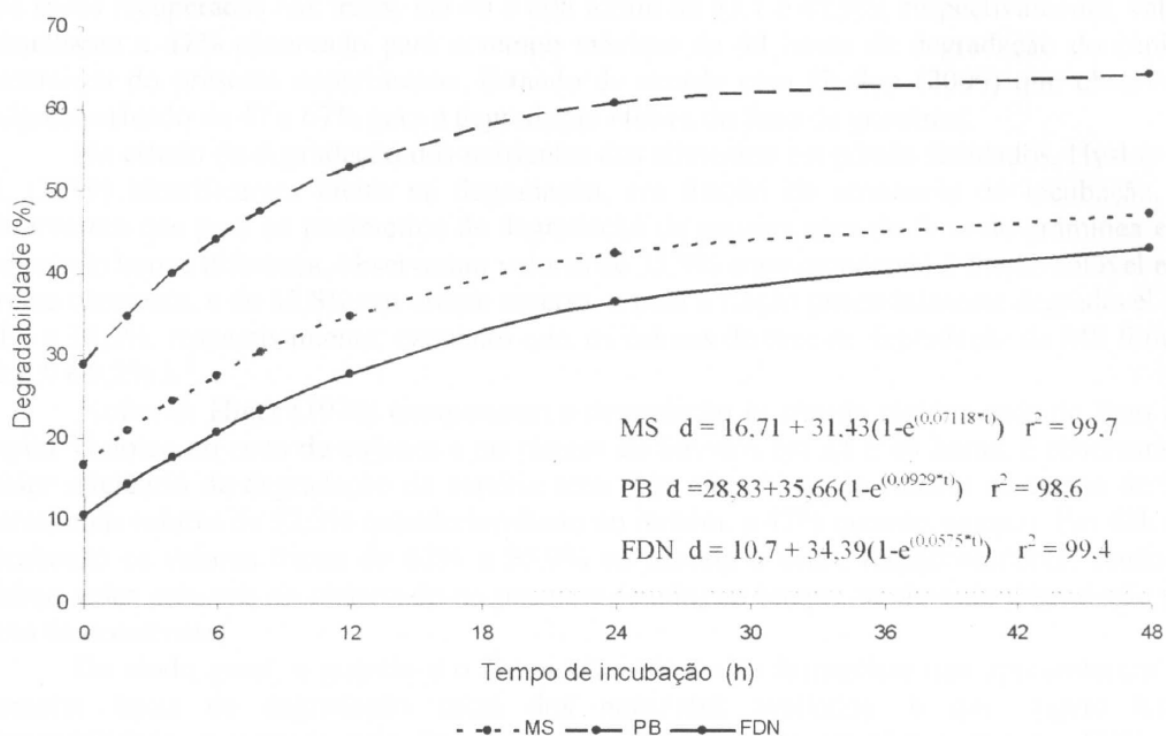


Figura 14. Curvas de degradação dos nutrientes do feno de capim *Coastcross*.

A taxa de degradação da proteína bruta foi de $9\% \text{ h}^{-1}$, superior aos valores observados dos outros nutrientes, da MS valor de $7\% \text{ h}^{-1}$ e de FDN, de $5\% \text{ h}^{-1}$. Em relação aos coeficientes de degradação, Valadares Filho et al. (2006) observaram taxas de degradação ruminal da MS, PB e FDN, valores de 3,6; 4,3 e $3,7\% \text{ h}^{-1}$, respectivamente, valores similares aos observados no presente estudo, assumindo-se semelhança dos parâmetros da degradação cecal desse alimento, aos estimados pela degradação no rúmem.

A proteína bruta do feno de capim *coastcross* apresentou maior fração solúvel, de 28,83%, quando comparada à MS, de 16,71%, enquanto que a fração solúvel do FDN foi de 10,7%. O feno de *coastcross* apresentou menores taxas de degradação cecal quando comparado com as leguminosas avaliadas neste ensaio.

Berchielli et al. (2001) estimando as características de degradação ruminal do capim *coastcross*, obtiveram, para a matéria seca valores variando de 56,4 a 75,5% da fração solúvel, de 43,1 a 63,5% da fração potencialmente degradável e de 1,4 a $2,15\% \text{ h}^{-1}$ de taxa de degradação, valores diferentes aos observados no presente estudo, provavelmente em função da espécie animal.

A degradação ruminal do feno do capim *coastcross* também foi avaliada por Ítavo et al. (2002) durante 144 horas, e observaram a degradação da matéria seca com valores de 8,8%, 66,5% e $3,2\% \text{ h}^{-1}$, correspondendo à fração solúvel, potencialmente degradável e taxa de degradação, respectivamente. Em relação à proteína bruta, os valores foram de 41,6%, 46,9% e $3,3\% \text{ h}^{-1}$, respectivamente. Os mesmos autores desconsideraram a fração solúvel do FDN, obtendo-se a fração potencialmente degradável com valor de 70%, com taxa de degradação de $3,8\% \text{ h}^{-1}$. Em relação à fração de potencialmente degradável do FDN observada no presente estudo *in situ* em eqüinos de 34,3%, foi inferior a degradação ruminal, devido a maior eficiência da atividade fermentativa da microbiota ruminal.

Moore-Colyer et al. (2002), avaliando a degradação de alimentos volumosos em põneis, utilizando dieta composta por feno de gramínea, com a seguinte composição: 8,2% de PB, 62,3% de FDN e 35,4% de FDA, e observaram que a degradação efetiva da matéria seca dos

sacos recuperados nas fezes, em 40 e 60h foram de 43,1 e 47,9%, respectivamente, valor semelhante a 47% observado para o tempo máximo de 48 horas da degradação do capim *coastcross* do presente experimento. Estando de acordo com Hyslop (2006) que observou valores variando de 47 a 67% para a degradação efetiva do feno de gramínea.

No estudo da degradação dos nutrientes dos alimentos em pôneis fistulados, Hyslop et al. (1999) identificaram efeito na degradação, em função da seqüência de incubação, e observaram que para os parâmetros de degradação da matéria seca do feno de gramínea em cubos não houve diferença, observaram valores de 35,5% correspondendo à fração solúvel em ordem crescente, e de 35,8% em ordem reversa, e para a fração potencialmente degradável de 31,6 a 32,3%, respectivamente, enquanto que, os valores de taxa de degradação da MS foram de 8,9 e 8,2% h⁻¹.

Koller & Hintz (1978) compararam a degradação *in situ* da matéria seca do feno de capim Timoteo no ceco de eqüinos e no rúmem de bovinos em 24 e 48 horas, e observaram maior eficiência de degradação da matéria seca pela microbiota do rúmem no tempo de 24 horas, com valores de 52,2% quando incubado no rúmem, e 47% quando no ceco. Em 48h de incubação os valores foram de 62% e 50,9% no rumem e ceco, respectivamente, sendo o último valor próximo ao observado no presente estudo, no tempo máximo de degradação do feno de *coastcross*.

De modo geral, o guandu e o *Desmodium* foram às forrageiras que apresentaram as menores taxas de degradação cecal dos nutrientes avaliados, o que sugere lenta disponibilidade, sustentado pelo fato das forrageiras apresentarem altos teores em FDN, de 56,9 e 52,5%, e lignina de 12,6 e 8,9%, respectivamente. Broderick (1995) citou que há diferença entre a degradação ruminal da proteína bruta em diferentes leguminosas, e uma das explicações para menores degradações nas leguminosas está na condensação de tanino, o que pode ter ocorrido com o alimento guandu, pois se observou baixa digestibilidade da proteína bruta, de 52,8%, em relação às outras leguminosas, mesmo contendo elevado conteúdo protéico (VAN SOEST, 1994; LADEIRA et al., 2002b).

Quanto à solubilidade das proteínas, observou-se, em ordem decrescente, as forrageiras *Macroptyloma*, alfafa e o *Stylosanthes*, sendo que os mesmos apresentaram elevados coeficientes de digestibilidade da proteína bruta quando submetidos à digestão total, de 97,0, 77,4 e 94,9%, respectivamente.

O *Macroptyloma* apresentou estabilização da curva a partir do tempo de 12 horas de incubação para a MS e PB, caracterizando elevada degradação, sustentado pelo fato de apresentar elevada solubilidade dessas frações, de 39,6 e 41,0%, respectivamente, e por apresentar digestibilidade total de 82,8 e 97,0%, o que muito provavelmente influenciou no menor tempo de estabilização da curva do modelo.

Segundo Van Soest (1996), a habilidade dos microrganismos em crescer no trato gastrintestinal é dependente do seu tempo de geração, isto é, reprodução, que deve ser menor do que o tempo de retenção da porção intestinal colonizada, caso contrário, os microrganismos não completarão seu ciclo de vida e serão removidos pelo fluxo da digesta.

Quando a técnica *in situ* é utilizada para avaliar alimentos, o ambiente ruminal deve estar em condições ótimas, dessa maneira a degradação máxima do alimento será expressa (ORSKOV, 2000), esta condição também é válida para os eqüinos. Segundo Clark et al. (1990), o intestino grosso dos eqüinos apresenta um ciclo de fermentação da digesta que está associada às refeições, de forma que, ao serem oferecidas muito espaçadas ou com elevado conteúdo de carboidrato solúvel, reduzem seu teor de umidade, em função da absorção hídrica intestinal, o que reduz a atividade fermentativa da microbiota da digesta. Conseqüentemente, diminui a degradação dos nutrientes na câmara fermentativa. Sobre esse aspecto, no presente ensaio a dieta foi fracionada em quatro refeições diárias iguais, distribuídas ao longo de 24 horas, proporcionando fluxo contínuo da digesta.

Os modelos de degradação mostram-se sensíveis à seqüência de incubação e Hyslop (2006), recomendou para eqüinos, o uso de mais de uma seqüência de incubação *in situ*, justificando que uma provável variação da característica da digesta cecal influencia na digestão.

Para Cuddeford (1998), a forma correta de avaliar a digestão entre as diferentes regiões do trato digestivo dos eqüinos, é a canulação de cada compartimento, e avaliar a taxa de degradação do alimento no seu interior, e esta técnica apresenta a vantagem de observar a dinâmica da degradação do nutriente ao longo do tempo (ORSKOV, 2000), e em regra, o platô da curva deve ser claramente identificado.

Como sugerido por Orskov (2000), a diferença máxima entre os dois últimos pontos da curva não deve ser superior a 10%, o que determina a estabilização, regra fundamental para ajuste do modelo. Desse modo, observou-se ajuste do modelo de degradação da matéria seca em todas as forrageiras. Em relação à PB, os alimentos *Desmodium* e guandu apresentaram diferença superior a 10% nos dois últimos pontos da curva e, em relação à FDN, o modelo de degradação do *Desmodium* e do Guandu não se ajustaram. Para estas forrageiras, um tempo maior de incubação seria necessário para determinar o ponto de inflexão da curva.

O uso da técnica de digestão *in situ* resulta em informações precisas sobre a disponibilidade dos nutrientes nas diferentes regiões do trato intestinal dos eqüinos, que podem ser utilizadas para aumentar a precisão das formulações de rações e na escolha do alimento que será feita com base na disponibilidade dos nutrientes (MOORE-COLYER et al., 2002), proporcionando aos eqüinos menores riscos relacionados ao desbalanço nutricional, cólicas e etc.

O processamento das amostras dos alimentos, principalmente o tamanho da partícula após moagem, certamente interage com o tamanho do poro, influenciando nos efeitos de desaparecimento dos alimentos do interior dos sacos (VANZANT et al. 1998). Outro fator que pode influenciar no aumento das perdas dos nutrientes dos sacos, é o procedimento de lavagem em máquina, porém devido ao grande número de sacos utilizados neste estudo, optou-se pelo procedimento automático descrito por Macheboeuf et al. (2003).

5 CONCLUSÕES

O Amendoim forrageiro (*Arachis pinto* cv. Amarillo), *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e o *Macroptiloma axillares* apresentam digestibilidade aparente total e degradação cecal *in situ* elevadas, possuindo potencial para o uso em dietas para eqüinos. Contudo, fazem-se necessários novos experimentos para avaliar o consumo voluntário destas forrageiras.

A degradação da fibra do amendoim forrageiro é superior às demais leguminosas tropicais, assim como seu conteúdo protéico.

Com o auxílio da técnica *in situ* é possível compreender a dinâmica da degradação dos nutrientes, entretanto mais estudos relacionados ao fracionamento da digestão em eqüinos devem ser realizados, buscando avaliar a digestão e a taxa de passagem de cada compartimento intestinal.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKEN, G. E.; POTTER, G. D.; CONRAD, B. E.; EVANS, J. E. Voluntary intake and digestion of coastal Bermuda grass hay by yearling and mature horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 9, n.5, p.262-264, 1989.
- AKIN, D. E. Forage cell wall degradation and p-coumaric, ferulic, and sinapic acids. *Agronomy Journal*, v. 74, p. 424-428, 1982.
- ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. *Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas*. São Paulo: Nobel, 1988, 162p.
- ALMEIDA, M. I. V. *Predição da energia digestível de dietas para eqüinos a partir de seu conteúdo fibroso*. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 1994. 110p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1994.
- ALMEIDA, M. I. V.; FERREIRA, W. M.; ALEMIDA, F. Q.; SAINT JUST, C. A.; GONÇALVES, L. C.; RESENDE, A. S.C. Valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), do feno de alfafa (*Medicago sativa*, L.) e do feno de capim coast-cross (*Cynodon dactylon*, L.) para eqüinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 4, p. 743-752, 1999.
- ANDRADE, I. F. Produção e composição química de leguminosas forrageiras tropicais cultivadas no cerrado. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 10, n. 1, p. 103-122, 1981.
- APPLEGATE, C. S.; HERSHBERGER, T. V. Evaluation of in vitro caecal fermentation techniques for estimating the nutritive value of forages for equine. *Journal of Animal Science*, v. 28, p. 18-22. 1969.
- ARAÚJO, K. V.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; TEIXEIRA, J. C. Comparação da técnica do saco de náilon móvel com o método de coleta total para determinar a digestibilidade dos nutrientes de alimentos volumosos em eqüinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 3, p. 752-761, 2000.
- ARAÚJO, K. V.; LIMA, J. A. F.; TEIXEIRA, J. C.; FIALHO, E. T.; OLIVEIRA, A. I. G.; QUEIROZ, A. C. Determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes de alguns concentrados e volumosos para eqüinos, pela técnica do saco de náilon móvel. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 25, n. 5, p. 945-956, 1996a.
- ARAÚJO, K. V.; LIMA, J. A. F.; TEIXEIRA, J. C.; FIALHO, E. T.; OLIVEIRA, A. I. G.; QUEIROZ, A. C. Uso da técnica do saco de náilon móvel na determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes em eqüinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 25, n. 5, p. 957-963, 1996b.
- BERCHIELLI, T. T.; SOARES, J. P. G.; AROEIRA, L. J. M.; FURLAN, C. L.; SAOMAN, A. K. D.; SILVEIRA, R. N.; MALHEIROS, E. B. Estimativa da ingestão voluntária a partir das características de degradação do capim *Coastcross* (*Cynodon dactylon* L. Pers), sob pastejo, por vacas em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 30, n. 4, p. 1332-1339, 2001.
- BONHOMME, F. Attachment of horse cecal bacteria to forage cell walls. *Japanese Journal of Veterinary Science*. v. 48, n. 2, p. 313-322, 1986.
- BONHOMME, F. Degradation of hemicellulose and pectin by horse caecum contents. *British Journal of Nutrition*, v. 60, p. 185-192, 1988.

BRODERICK, G. A. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 73, n. 9, p. 2760-2773, 1995.

CLARKE, L. L.; ROBERTS, M. C.; ARGENZIO, R. A. Feeding and digestive problems in horses: physiologic responses to a concentrated meal. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, v. 6, n. 2, 1990.

COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G. Alfafa como forrageira para cone e pastejo. In: Simpósio sobre Ecossistema de Pastagens, 3, Jaboticabal, 1997. *Anais...* Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1997, p. 297-317

CUDDEFORD, D. Partitioning digestion in horses and ponies. In: *Advances in Equine Nutrition II. Versailles: Kentucky Equine Research*, p.63-72, 1998.

CUDDEFORD, D. *Alternative feedstuffs for horses*. In practice, p.68-70, 1986.

CUNHA, T. J. *Horse feeding and nutrition*. 2 ed, Academic Press, 1980, 445p.

CYMBALUCK, N. F.; CHRISTENSEN, D. A. Nutrient utilization of pelleted and unpelleted forages by ponies. *Canadian Journal of Animal Science*. v. 66, p. 237-244, 1986.

DALL'AGNOL, M.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; Utilização de recursos genéticos de leguminosas para ruminantes. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande, *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004, p.115-128.

DE FOMBELLE, A.; JACOTOT, E.; DROGOUL, C.; BONNEFOY, T.; JULLIAND, V. Effect of the hay: grain ratio on digestive physiology and microbial ecosystem in ponies. In: Equine Nutrition and Physiology Symposium, 16, Raleigh, North Carolina, 1999. *Proceedings...* Raleigh: ENPS, 1999, p. 151-152.

DE FOMBELLE, A.; VEIGA, L.; DROGOUL, C.; JULLIAND, V. Effect of diet composition and feeding pattern on the prececal digestibility of starches from diverse botanical origins measured with the mobile nylon technique in horse. *Journal of Animal Science*, v. 82, p. 3625-3634, 2004.

DROGOUL, C.; PONCET, TISSERAND, J. L. Feeding ground and pelleted hay rather than chopped hay to ponies. 1. Consequences for in vivo digestibility and of passage de digests. *Animal Feed Science and Technology*, v. 87, p.117-130, 2000.

EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L. Qualidade da matéria prima e novos testes laboratoriais como instrumento de maximização da dieta balanceada. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42, Goiânia, 2005. *Anais...* Goiânia: SBZ, 2005, p. 296-321.

FAICHNEY, G. J. The use of markers to partition digestion within the gastrointestinal tract of ruminants. In: *Digestion and Metabolism in Ruminant*. McDONALD, I.W., WARNER, A.I.C. (Eds). The University of New England Publishing Unit, Armidale, NSW, p.277-291, 1975.

FAVORETTO, V. Efeito da época de corte sobre a produção e composição bromatológica do guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp.). *Científica*, v. 7, n. 3, p. 505-510, 1979.

FERREIRA, S. C.; GONÇALVES, L. C.; REZENDE, A. S. C.; FERREIRA, W. M.; MAURICIO, R. M. Avaliação do consumo e da digestibilidade do capim elefante (*Pennisetum purpureum*) picado e do feno de guandu (*Cajanus cajan*) desintegrado em equinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.47, n.2, p. 239-248, 1995.

FRAPE, D. *Equine nutrition and feeding*. 2 Ed, Blackwell Ed. 1998, 564p

- FRAPE, D. L.; BOXALL, R.C. Some nutritional problems of the horse and their possible relationship to those of other herbivores. *Equine Veterinary Journal*, v. 6, n. 2, p. 59-67, 1974.
- HINTZ, F.H. Effect of level of intake on digestibility. *Equine Practice*, v. 10, -n. 3, p. 5-6, 1988.
- HINTZ, H. F. Alternative feeds for horses. *Equine Practice*, v. 11, n. 1, p. 10-12, 1989.
- HOFFMAN, R. M.; WILSON, J. A.; KRONFELD, D. S.; COOPER, W. L.; LAWRENCE, L. A. SKLAN, D.; HARRIS, P. A. Hydrolysable carbohydrates in pasture, hay, and horse feeds: Direct assay and seasonal variation. *Journal of Animal Science*, v. 79, p. 500-506, 2001.
- HUNTINGTON, J. A.; GIVENS, D. L. The in situ technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. *Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)*, v. 65, n. 2, p. 63-93, 1995.
- HYSLOP, J. J.; STEFANSDOTTIR, G. J.; MCLEAN, B. M. L.; LONGLAND, A. C.; CUDEFFORD, D. In situ incubation sequence and its effect on degradation of food components when measured in the caecum of ponies. *Animal Science*, v. 69, p. 147-156, 1999.
- HYSLOP, J. J. In situ and mobile bag methodology to measure the degradation profile of processed feeds in different segments of the equine digestive tract. *Livestock Production Science*, v. 100, p. 18-32, 2006.
- ITAVO, L. C. V.; VALADES FILHO, S. C.; SILVA, F. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; FERREIRA ITAVO, C. C. B.; MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, P. V. R. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 31, n. 2, p. 1024-1032, 2002.
- JUNG, H. G. Forage lignins and their effects on fiber digestibility. *Agronomy Journal*, v. 81, n. 1, p. 33-38, 1989.
- KOLLER, B. L.; HINTZ, H. F.; ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. Comparative cell wall and dry matter digestion in the caecum of the pony and the rumen of the cow using in vitro and nylon bag techniques. *Journal of Animal Science*, v. 47, n. 1, p. 209-215, 1978.
- LACASHA, P. A.; BRADY, H. A.; ALLEN, V. G.; RICHARDSON, C. R.; POND, K. R. Voluntary intake, digestibility and selection of Matua prairie grass, coastal bermudagrass and alfafa hay by yearling horses. In: *Equine Nutrition and Physiology Symposium*, 15, Texas. *Proceedings...* ENPS, 1997, p. 9-10.
- LADEIRA, M. M.; RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, I.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; BRITO, S. C.; SA, L. A. P.; Avaliação do feno de *Arachis pintoi* utilizando o ensaio de digestibilidade in vivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p.2350-2356, 2002a.
- LADEIRA, M. M.; RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, I.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; MIRANDA, L. F. Balanço de nitrogênio, degradabilidade de aminoácidos e concentração de ácidos graxos voláteis no rúmen de ovinos alimentados com feno de *Stylosanthes guianensis*. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 31, n. 6, p. 2357-2363. 2002b.
- LOWE, J. E.; HINTZ, H. F.; SCHRYVER, H. F. A new technique for long-term cecal fistulation in ponies. *American Journal of Veterinary Research*, v. 31, n. 6, p. 1109-1111, 1970.
- LOWMAN, R. S.; THEODOROU, M. K.; HYSLOP, J. J.; DHANOA, M. S.; CUDDEFORD, D. Evaluation of an in vitro batch culture technique for estimating the in vitro digestibility and digestible energy content of equine feeds using equine faeces as the source of microbial

inoculum. *Animal Feed Science and Technology*, v. 80, p. 11-27, 1999.

MACHEBOEUF, D.; PONCET, C.; JESTIN, M.; MARTIN-ROSSET, W. Mobile nylon bag technique (MNBT) in caecum fistulated horses as an alternative method for estimating precaecal and total tract nitrogen digestibilities of feedstuffs. In: Equine Nutrition and Physiology Symposium, 18, 2003, Michigan. *Proceedings...* Michigan: ENPS, 2003, p. 347351

MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M.; SILVA, J. F.C.; PEREIRA, J. C. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, y. 26, n. 6, p. 1243-1251, 1997.

MANZANO, A.; NOVAES, N. J.; CARVALHO, R. T. L. Substituição do feno de alfafa por feno de Rhodes no desempenho de eqüinos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 14, n. 3, p. 229-235, 1979.

MANZANO, A.; MANZANO, M. F. F. L.; Utilização do guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp) na alimentação de eqüinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 19, n. 6, p. 459-469, 1990.

MATTOS, M. B. Competição entre 12 leguminosas anuais para produção de forragem volumosa. *Boletim da Inchiatria Animal*. v. 27/28, n. único, p. 369-371, 1970.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 29, Lavras, Simpósio Internacional de Ruminantes, 1992, *Anais...* Lavras: SBZ, 1992, p. 188-219.

MIRAGLIA, N.; MARTIN-ROSSET, W.; TISSERAND, J. L. Mesure de la digestilité des fourrages destinés aux chevaux par la technique des sacs de nylon. *Annales de Zootechnie*, v. 37, n. 1, p. 12-20, 1988.

MIZUBUT, I. Y.; JÚNIOR, O. B.; SOUZA, L. W.O.; SILVA, R. S. S. F.; IDA, E. I. Propriedades funcionais da farinha e concentrado protéico de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, v. 50, n. 3, 2000.

MONTEIRO, H. C. F.; CANTARUTTI, R. B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M. Dinâmica de decomposição e mineralização de nitrogênio em função da qualidade de resíduos de gramíneas e leguminosas forrageiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*. y. 31, n. 3, p. 1092-1102, 2002.

MOORE-COLYER, M. J. S.; MARROW, H. J.; LONGLAND, A. C. Mathematical modeling of digesta passage rate, mean retention time and in vivo apparent digestibility of two different lengths of hay and big-bale grass silage in ponies. *British Journal of Nutrition*, v. 90, p. 109118, 2003.

MOORE-COLYER, M. J. S.; HYSLOP, J. J.; LONGAND, A. C.; CUDDERFORD, D. Degradation of four dietary fiber sources by ponies as measured by ponies as measured by the mobile bag technique. In: Equine Nutrition and Physiology Symposium, 18, Michigan, 2003. *Proceedings...* Michigan: ENPS, 2003, p. 153-154.

MOORE-COLYER, M. J. S.; HYSLOP, J. J.; LONGLAND, A. C.; CUDDERFORD, D. The mobile bag technique as a method for determining the degradation of four botanically diverse fibrous feedstuffs in the small intestine and total digestive tract of ponies. *British Journal of Nutrition*, v. 88, p. 729-740, 2002.

MOORE-COLYER, M. L S.; LONGLAND, A. C. L. In vivo apparent digestibility of four types of conserved forage by ponies. *Animal Science*, y. 71, p. 527-534, 2000.

MORENETI, C. A.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; MERCER, J. R.; BRANDI, R. A.

Avaliação nutricional de alguns alimentos para equinos por meio de ensaios metabólicos. *Ciência Agrotécnica*, v. 28, n. 3, p. 621-626, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRCI *Nutrients requirements of horses*. National Academy Press, Washington, D.C., 5. Ed., 1989. 100p.

OLIVEIRA, C. A. A.; ALMEIDA, F. Q.; VIEIRA, A. A.; LANA, A. M. L.; MACEDO, R.; LOPES, B. A.; CORASSA, A. Cinética da passagem da digesta, balanço hídrico e de nitrogênio em equinos consumindo dietas com diferentes proporções de volumoso e concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 32, n. 1, p. 140-149, 2003a.

OLIVEIRA, M. V. M.; JUNIOR, F. M. V.; SANCHEZ, L. M. B.; PARIS, W.; FRIZZO, A.; HAYGERT, I. P.; MONTAGNER, D.; WEBER, A.; CERDOTES, L. Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal de alimentos por intermédio da técnica in situ associada do saco de náilon móvel. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, p. 2023-2031, 2003b.

ORSKOV, E. R. The in situ technique for the estimation of forage degradability in ruminants. In: *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. CABI Publishing, Cap. 9, p. 175-188, 2000.

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

PÁDUA, F. T.; ALMEIDA, J. C. C.; SILVA, T. O.; ROCHA, N. S.; NEPOMUCENO, D. D. Produção de matéria seca e composição químico-bromatológica do feno de três leguminosas forrageiras tropicais em dois sistemas de cultivo. *Ciência Rural*, v. 36, n. 4, p. 1253-1257, 2006.

PAGAN, J. D. Forages for horses: more than just filler. In: *Advances on Equine Nutrition I. Versailles: Kentucky Equine Research, Inc.* p.13-28, 2001a.

PAGAN, J. D. Nutrient digestibility in horses. In: *Advances on Equine Nutrition I Versailles: Kentucky Equine Research, Inc.* p.77-85, 2001b.

PAGAN, J.D. Forages for horses. In: Bain-Fallon Memorial Lectures. Equine Neurology and Nutrition, 18, 1996, Glenelg. *Proceedings...* Glenelg: Australian Equine Veterinary Association, 1996, p.189-205.

PEDREIRA, J. V. S.; COSENTINO, J. R. Avaliação de leguminosas forrageiras sob condições de várzea parcialmente drenada. *Boletim da Indústria Animal*, v. 1, n. 49, 1992.

PEIXOTO, M. A.; PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. A planta forrageira no Sistema de Produção. In: *Simpósio sobre Manejo da Pastagem*, 17, 2000, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: ESALQ-USP, 2000, 1-393.

PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; CARMO, M. B. Avaliação de métodos para determinação da digestibilidade aparente em equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 24, p. 382-390, 1995.

PEREZ, P.; RINCON, A.; CIPAGOUTA, M.; SCHIDT, A.; PLAZAS, C.; LASCANO, C. Marquenque (*Desmodium heterocarpon* (L.) DC. Subs. *Ovalifolium* (Prain.) ohashi CIAT 13651. Leguminosa de usos múltiplos em sistemas agropecuários em Colômbia. CIAT, Colômbia, 2002, 27p.

PIMENTEL, R. R. M. *Digestibilidade aparente dos nutrientes e cinética de passagem da digesta em equinos alimentados com feno de capim coastcross em diferentes formas físicas*. Seropédica, RJ. 61p, 2006. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2006.

- RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; GARCIA, R.; CABRAL, L. S. Caracterização das frações que constituem as proteínas e os carboidratos e respectivas taxas de digestão, do feno de capim Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 30, n. 2 p. 589-595, 2001.
- SAUER, W. C.; JORGENSEN, H.; BERZINS, R. A modified nylon bag technique for determining apparent digestibilities of protein in feedstuffs for pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 63, n. 1, p. 233-237, 1983.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de Alimentos - Métodos Químicos e Biológicos*. 3.ed., Viçosa, UFV: Imprensa Universitária, 2002, 235p.
- SILVANA, C. F. *Consumo e digestibilidade de dietas compostas por capim elefante purpureum) e feno de Guandu (Cajanus cajan) em equinos*. Belo Horizonte, MG. 71p, 1994. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais, 1994.
- TEIXEIRA, J. C. Digestibilidade em Ruminantes. In: Simpósio Internacional de Digestibilidade em Ruminantes, 1997, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA, 1997, 327p.
- TISSERAND, J. L. Non-ruminant herbivores; Part III. Horses and Rabbits. *Livestock Production Science*, v. 19, p. 279-288, 1988.
- TODD, L. K.; SAUER, W. C.; CHRISTOPHERSON, R. J.; COLEMAN, R. J.; CAINE, W. R. The effect of feeding different forms of alfafa on nutrient digestibility and voluntary intake in horses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 73, p. 1-8, 1995.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. *SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. Manual do usuário, 150p. (versão 8.0).
- VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPELLE, R. E. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 2. Ed, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006, 300p.
- VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S.; MENDONÇA, H. A.; SALES, M. F. L. Velocidade de estabelecimento de acessos de amendoim forrageiro na Amazônia Ocidental. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 32, n. 6, p. 1569-1577, 2003.
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed, Cornell University Press, 1994, 475p.
- VAN SOEST, P. J. Allometry and ecology of feeding behavior and digestive capacity in herbivores: A review. *Zoo Biology*, v. 15, p. 455-479, 1996.
- VANZANT, E. S.; COCHRAN, R. C.; TITGEMEYER, E. C. Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation. *Journal of Animal Science*, v. 76, p. 2717-2729, 1998.
- VELOSO, C. M.; RODRIGUEZ, N. M.; CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; MOURÃO, G. B.; GONÇALVES, L. C.; SAMPAIO, I. B. M. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de folhas e folíolos de forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 2, p. 613-617, 2006.
- WELYENBERG, S. V.; SALES, J.; JANSSENS, G. P. J. Passage rate of digesta through the equine gastrointestinal tract: A review. *Livestock Science*, n. 1, v. 99, p. 3-12, 2006.

7 ANEXOS

Anexo A - Testes de Cochran e Bartlett das variáveis do ensaio de digestibilidade com sacos de náilon.

Testes de Cochran e Bartlett

| Variáveis | Nome do teste | Valor calculado | Valor (P=0.05) | Valor (P=0.01) |
|-----------|---------------|-----------------|----------------|----------------|
| CDMS | Cochran | 0,342 | 0,431 | 0,508 |
| CDMS | Bartlett | 10,105 | 12,592 | 16,812 |
| CDMO | Cochran | 0,357 | 0,431 | 0,508 |
| CDMO | Bartlett | 9,587 | 12,592 | 16,812 |
| CDPB | Cochran | 0,332 | 0,431 | 0,508 |
| CDPB | Bartlett | 23,460 | 12,592 | 16,812 |
| CDFDN | Cochran | 0,376 | 0,431 | 0,508 |
| CDFDN | Bartlett | 12,975 | 12,592 | 16,812 |
| CDFDA | Cochran | 0,403 | 0,431 | 0,508 |
| CDFDA | Bartlett | 14,767 | 12,592 | 16,812 |
| CDEB | Cochran | 0,331 | 0,431 | 0,508 |
| CDEB | Bartlett | 11,208 | 12,592 | 16,812 |
| T96 | Cochran | 0,342 | 0,431 | 0,508 |
| T96 | Bartlett | 6,650 | 12,592 | 16,812 |
| TT | Cochran | 0,208 | 0,431 | 0,508 |
| TT | Bartlett | 0,585 | 12,592 | 16,812 |
| TMR | Cochran | 0,361 | 0,431 | 0,508 |
| TMR | Bartlett | 9,068 | 12,592 | 16,812 |
| k | Cochran | 0,342 | 0,431 | 0,508 |
| k | Bartlett | 8,753 | 12,592 | 16,812 |

Teste de Lilliefors

| Variáveis | Valor calculado | Valor (P=0.05) | Valor (P=0.01) |
|-----------|-----------------|----------------|----------------|
| CDMS | 0,1456 | 0,15 | 0,174 |
| CDMO | 0,1229 | 0,15 | 0,174 |
| CDPB | 0,1679 | 0,15 | 0,174 |
| CDFDN | 0,1639 | 0,15 | 0,174 |
| CDFDA | 0,1149 | 0,15 | 0,174 |
| CDEB | 0,1607 | 0,15 | 0,174 |
| T96 | 0,1021 | 0,15 | 0,174 |
| TT | 0,2565 | 0,15 | 0,174 |
| TMR | 0,0800 | 0,15 | 0,174 |
| k | 0,1104 | 0,15 | 0,174 |

Anexo B - Análise de Variância das variáveis do ensaio de digestibilidade com sacos de náilon e da cinética de passagem.

Análise de variância para o coeficiente de digestibilidade da Matéria Seca.

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|----------|---------|
| TRAT | 6 | 5126.957 | 854.4928 | 1509.882 | 0.00000 |
| REP | 4 | 16.43959 | 4.109897 | 7.262 | 0.00056 |
| Resíduo | 24 | 13.58241 | 0.5659337 | | |

Coeficiente de Variação = 1,107

Análise de variância para o coeficiente de digestibilidade da Matéria Orgânica.

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|----------|---------|
| TRAT | 6 | 4759.127 | 793.1878 | 1080.580 | 0.00000 |
| REP | 4 | 17.20748 | 4.301871 | 5.861 | 0.00195 |
| Resíduo | 24 | 17.61694 | 0.7340392 | | |

Coeficiente de Variação = 1,237

Análise de variância para o coeficiente de digestibilidade da Proteína Bruta

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|----------|---------|
| TRAT | 6 | 7470.055 | 1245.009 | 4519.467 | 0.00000 |
| REP | 4 | 4.206386 | 1.051596 | 3.817 | 0.01539 |
| Resíduo | 24 | 6.611448 | 0.2754770 | | |

Coeficiente de Variação = 0,655

Análise de variância para o coeficiente de digestibilidade da Fibra detergente Neutro

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|---------|----------|
| TRAT | 6 | 4533.152 | 755.5253 | 460.190 | 0.000(X) |
| REP | 4 | 30.40381 | 7.600951 | 4.630 | 0.00651 |
| Resíduo | 24 | 39.40240 | 1.641767 | | |

Coeficiente de Variação = 2,443

Análise de variância para o coeficiente de digestibilidade da Fibra detergente Acido

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|---------|---------|
| TRAT | 6 | 10002.88 | 1667.147 | 791.332 | 0.00000 |
| REP | 4 | 45.75880 | 11.43970 | 5.430 | 0.00293 |
| Resíduo | 24 | 50.56222 | 2.106759 | | |

Coeficiente de Variação = 3,217

Análise de variância para o coeficiente de digestibilidade da Energia Bruta

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|----------|---------|
| TRAT | 6 | 5090.121 | 848.3535 | 1289.389 | 0.00000 |
| REP | 4 | 16.72715 | 4.181787 | 6.356 | 0.00123 |
| Resíduo | 24 | 15.79080 | 0.6579499 | | |

Coeficiente de Variação = 1,248

Análise de variância para o tempo de recuperação dos sacos até 96 horas (T96h)

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|--------|----------|
| TRAT | 6 | 289.2857 | 48.21429 | 0.920 | ***** |
| REP | 4 | 4095.357 | 1023.839 | 19.546 | 0.000(x) |
| Resíduo | 24 | 1257.143 | 52.38095 | | |

Coeficiente de Variação = 8,653

Análise de variância para o tempo de transito (TT).

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| TRAT | 6 | 42.48571 | 7.080952 | 0.969 | ***** |
| REP | 4 | 45.95714 | 11.48929 | 1.572 | 0.21401 |
| Resíduo | 24 | 175.4429 | 7.310119 | | |

Coeficiente de Variação = 11,583

Análise de variância para o tempo médio de retenção (TMR)

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| TRAT | 6 | 66.92940 | 11.15490 | 1.211 | 0.33493 |
| REP | 4 | 303.9100 | 75.97750 | 8.247 | 0.00025 |
| Resíduo | 24 | 221.1112 | 9.212967 | | |

Coeficiente de Variação = 6.240

Análise de variância para a taxa de passagem (k).

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| TRAT | 6 | 0.1132430 | 0.1887384E-01 | 1.153 | 0.36324 |
| REP | 4 | 0.5841361 | 0.1460340 | 8.922 | 0.00015 |
| Resíduo | 24 | 0.3928346 | 0.1636811E-01 | | |

Coeficiente de Variação = 6,178

Anexo C - Estimativa dos parâmetros de degradação cecal dos alimentos volumosos.

1- Estimativa dos parâmetros de degradação cecal da matéria seca.

Procedimento = Marquardt

Objetivo= Regressão não-linear

Equação = $A+B*(1-EXP(-C*T))$

Amplitudes= (A=0,50,10)(B=0,90,40)(C=0,10,1)

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para MS do feno de capim alfafa.

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 23.61836 | 2.43220 | 9.711 | 0.00010 |
| b | 38.54647 | 3.01124 | 12.801 | 0.00003 |
| c | 0.13799 | 0.02484 | 5.554 | 0.00130 |

Coefficiente de determinação = 0.970

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para MS do *amendoim*.

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 29.56560 | 3.26434 | 9.057 | 0.00014 |
| b | 53.04841 | 4.33871 | 12.227 | 0.00003 |
| c | 0.10357 | 0.02088 | 4.959 | 0.00213 |

Coefficiente de determinação = 0.969

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para MS do *Desmodium*.

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|---------|---------------|
| a | 31.80810 | 0.76539 | 41.5.58 | 0.00000 |
| b | 34.01767 | 1.69124 | 20.114 | 0.00000 |
| c | 0.05103 | 0.00655 | 7.785 | 0.00028 |

Coefficiente de determinação = 0.993

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para MS do *Stylosanthes*.

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 30.26645 | 3.46601 | 8.732 | 0.00016 |
| b | 46.54706 | 4.27620 | 10.885 | 0.00006 |
| c | 0.14824 | 0.03056 | 4.850 | 0.00234 |

Coefficiente de determinação = 0.960

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para MS do Guandu.

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 24.36060 | 0.68638 | 35.491 | 0.00000 |
| b | 26.52824 | 1.14460 | 23.177 | 0.00000 |
| c | 0.06779 | 0.00760 | 8.922 | 0.00015 |

Coefficiente de determinação = 0.993

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para MS do *Macroptyloma*.

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|----------|---------------|
| a | 39.67823 | 1.60986 | 24.64721 | 0.00000 |
| b | 40.32442 | 1.86233 | 21.653 | 0.00000 |
| c | 0.20261 | 0.02075 | 9.763 | 0.00010 |

Coefficiente de determinação = 0.989

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para MS do feno de *Coastcross*.

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 16.71157 | 0.48429 | 34.507 | 0.00000 |
| b | 31.43499 | 0.77600 | 40.509 | 0.00000 |
| c | 0.07118 | 0.00469 | 15.172 | 0.00001 |

Coefficiente de determinação = 0.997

II- Estimativa dos parâmetros de degradação cecal da proteína bruta.

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para PB do feno da alfafa

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 32.99745 | 4.63067 | 7.126 | 0.00042 |
| b | 55.49385 | 5.52784 | 10.039 | 0.00008 |
| c | 0.17651 | 0.03920 | 4.503 | 0.00319 |

Coefficiente de determinação = 0.953

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para PB do amendoim.

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 19.59374 | 4.34031 | 4.514 | 0.00316 |
| b | 68.11929 | 5.92517 | 11.497 | 0.00004 |
| c | 0.09531 | 0.02100 | 4.538 | 0.00309 |

Coefficiente de determinação = 0.965

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para PB do *Desmodium*.

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|----------|--------|---------------|
| a | 31.56335 | 1.80974 | 17.441 | 0.00001 |
| b | 53.14223 | 12.26936 | 4.331 | 0.00375 |
| c | 0.02674 | 0.01167 | 2.292 | 0.03524 |

Coefficiente de determinação = 0.970

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para PB do *Stylosanthes*.

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 32.37640 | 4.00283 | 8.088 | 0.00023 |
| b | 62.71693 | 4.70897 | 13.319 | 0.00002 |
| c | 0.19093 | 0.03150 | 6.061 | 0.00088 |

Coefficiente de determinação = 0.973

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para PB do Guandu.

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|----------|-------|---------------|
| a | 12.51139 | 2.88742 | 4.333 | 0.00374 |
| b | 90.00000 | 45.17573 | 1.992 | 0.05149 |
| c | 0.01849 | 0.01453 | 1.273 | 0.12956 |

Coefficiente de determinação = 0.965

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para PB do *Macroptyloma*

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 41.05270 | 1.23820 | 33.155 | 0.00000 |
| b | 53.82506 | 1.39295 | 38.641 | 0.00000 |
| c | 0.28684 | 0.01658 | 17.299 | 0.00001 |

Coeficiente de determinação = 0.997

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para PB do feno de *Coastcross*

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 28.82800 | 1.38378 | 20.833 | 0.00000 |
| b | 35.65898 | 1.93848 | 18.395 | 0.00000 |
| c | 0.09290 | 0.01244 | 7.467 | 0.00034 |

Coeficiente de determinação = 0.986

III - Estimativa dos parâmetros de degradação cecal da fibra em detergente neutro.

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para FDN do feno da alfafa

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 7.73991 | 2.33710 | 3.312 | 0.01060 |
| b | 38.02449 | 3.77709 | 10.067 | 0.00008 |
| c | 0.07005 | 0.01853 | 3.780 | 0.00644 |

Coeficiente de determinação = 0.961

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para FDN do amendoim

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 14.28973 | 3.46693 | 4.122 | 0.00458 |
| b | 55.04816 | 4.85141 | 11.347 | 0.00005 |
| c | 0.09157 | 0.02015 | 4.545 | 0.00307 |

Coeficiente de determinação = 0.965

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para FDN do *Desmodium*

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|-------|---------------|
| a | 2.76488 | 1.78710 | 1.547 | 0.09125 |
| b | 44.71329 | 6.56666 | 6.809 | 0.00052 |
| c | 0.03760 | 0.01254 | 2.999 | 0.01506 |

Coeficiente de determinação = 0.972

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para FDN do *Stylosanthes*

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 5.10806 | 2.27184 | 2.248 | 0.03721 |
| b | 47.21588 | 2.91074 | 16.221 | 0.00001 |
| c | 0.11361 | 0.01722 | 6.601 | 0.00060 |

Coeficiente de determinação = 0.981

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para FDN do Guandu

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|----------|-------|---------------|
| a | 3.92149 | 3.53418 | 1.110 | 0.15784 |
| b | 38.32515 | 38.53517 | 0.995 | 0.18281 |
| c | 0.02164 | 0.03680 | 0.588 | 0.29103 |

Coefficiente de determinação = 0.783

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para FDN do *Macroptiloma*

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 0.06592 | 0.57268 | 0.115 | 0.45642 |
| b | 51.83724 | 2.88088 | 17.994 | 0.00001 |
| c | 0.11283 | 0.01396 | 8.081 | 0.00024 |

Coefficiente de determinação = 0.982

Estimativa dos parâmetros do Modelo de degradação para FDN do feno de *Coastcross*

| Parâmetros | Coefficientes | Desvios | T | Significância |
|------------|---------------|---------|--------|---------------|
| a | 10.70542 | 0.78242 | 13.682 | 0.00002 |
| b | 34.39112 | 1.50105 | 22.911 | 0.00000 |
| c | 0.05753 | 0.00664 | 8.657 | 0.00017 |

Coefficiente de determinação = 0.994

Resumo das estimativas dos parâmetros da degradação no ceco da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) dos alimentos volumosos.

| Nutriente | Parâmetro | Alfafa | Amendoim | Desmodium | Estilosantes | Guandu | Macroptiloma | <i>Coastcross</i> |
|-----------|----------------|--------|----------|-----------|--------------|--------|--------------|-------------------|
| MS | a (%) | 23.62 | 29.57 | 31.81 | 30.27 | 24,36 | 39.68 | 16.71 |
| | b (%) | 38.55 | 53.05 | 34.02 | 46.55 | 26,53 | 40.32 | 31.43 |
| | kd (%/h) | 13.80 | 10.36 | 5.10 | 14.82 | 6.78 | 20.26 | 7.12 |
| | D (48 horas) | 62,11 | 82.24 | 62.88 | 76,77 | 49,86 | 80,00 | 47, 11 |
| | r ² | 97.0 | 96.9 | 99.3 | 96,0 | 99.3 | 98,9 | 99.7 |
| PB | a (%) | 33,00 | 19.59 | 31.56 | 32.38 | 12.51 | 41.05 | 28.83 |
| | b (%) | 55.49 | 68.12 | 53,14 | 62.72 | 90.00 | 53.83 | 35.66 |
| | kd (%/h) | 17.65 | 9,53 | 2.67 | 19.09 | 1.85 | 28.68 | 9.29 |
| | D (48 horas) | 88.47 | 87.01 | 69.98 | 95.08 | 65,46 | 94.87 | 64.07 |
| | r ² | 95,3 | 96,5 | 97,0 | 97,3 | 96,3 | 99.7 | 98.6 |
| FDN | a (%) | 7.74 | 14.29 | 2.76 | 5,11 | 3.92 | 0.07 | 10,70 |
| | b (%) | 38.02 | 55.05 | 44.71 | 47.22 | 38.33 | 51.84 | 34.39 |
| | kd (%/h) | 7.01 | 9.16 | 3.76 | 11.37 | 2.16 | 11.28 | 5.75 |
| | D (48 horas) | 44,44 | 68.65 | 40.12 | 52.12 | 28.68 | 51.67 | 42.91 |
| | r ² | 96.1 | 96.5 | 97.2 | 98.1 | 78.3 | 98.2 | 99.4 |