

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

DISSERTAÇÃO

DIGESTÃO TOTAL E PARCIAL DE FORRAGEIRAS EM EQUINOS

LIZIANA MARIA RODRIGUES

2009



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

DIGESTÃO TOTAL E PARCIAL DE FORRAGEIRAS EM EQUINOS

LIZIANA MARIA RODRIGUES

Sob a Orientação do Professor
Fernando Queiroz de Almeida

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

Seropédica, RJ
Outubro de 2009

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

LIZIANA MARIA RODRIGUES

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 -----/-----/-----

Fernando Queiroz de Almeida. *DSc.* UFRRJ
(Orientador)

Adalgiza Souza Carneiro de Rezende. *DSc.* UFMG

Antonio Assis Vieira. *DSc.* UFRRJ

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra à minha família,
que sempre esteve ao meu lado mesmo que à distância.

À minha mãe Eliza, que com seu exemplo, me ensinou a lutar por meus objetivos.
À minha irmã Izabel e meu cunhado Marcos, que foram fontes de inspiração e coragem e que nunca me deixaram desistir.

“Se o mar apresentar turbulências ... Apenas continue a nadar...”

Dori

AGRADECIMENTOS

“Sejam quais forem os prodígios realizados pela inteligência humana, esta inteligência tem também uma causa primária. É a inteligência superior a causa primária de todas as coisas, qualquer que seja o nome qual o homem a designe.”

Allan Kardec

Agradeço a Deus, por ter estado ao meu lado em todos os momentos, ter me dado a oportunidade de viver e aprender neste mundo, crescendo e progredindo em todos os campos da vida.

Agradeço ao Professor Dr. Fernando Queiroz de Almeida, pelos anos de convivência e orientação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRRJ, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

Ao CNPq, pela bolsa de estudos concedida durante a realização do curso de Mestrado.

Aos companheiros de trabalho da equipe EQUILAB, que contribuíram e me apoiaram durante o experimento: Jean Alex, Flávia Hermelina, Agnaldo, Érica Xisto, Érica Electo, Victor, Carina, Aline, Bianca Zaroni, Louisianne, Gabriela, Cínara e Bruna.

Aos meus dois fiéis “escudeiros” sem os quais o experimento não teria sido concluído, Andreza Guimarães e Marcos (Roberts) Pereira Barreto, pelos momentos de alegria e de lágrimas.

Aos cavalos, Shrek, Fiona, Coelhinha e Palatina, pela paciência e resignação.

Aos funcionários do Projeto Sanidade Animal (PSA), que sempre estiveram à disposição para ajudar.

Aos funcionários do Laboratório de Bromatologia do Instituto de Zootecnia, pela paciência e ajuda prestada.

Ao meu companheiro Leonardo Bitencourt, que suportou minha ausência, me apoiou nos momentos mais difíceis e trouxe mais alegria ao meu dia a dia.

À todos aqueles que torceram por mim, e que direta ou indiretamente, me ajudaram a crescer e realizar esta obra.

BIOGRAFIA

Liziana Maria Rodrigues, natural de Argirita, Minas Gerais, nascida em vinte e quatro de outubro de mil novecentos e oitenta e quatro. Concluiu o curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 2008

Foi bolsista de Iniciação Científica pelo CNPq, no período de 2006 à 2008, desenvolvendo pesquisas nos temas “Suplementação Dietética com Ergogênicos em Equinos de Concurso Completo de Equitação”, “Avaliação da digestibilidade e da atividade fermentativa no trato digestivo de equinos alimentados com dietas com níveis crescentes de inclusão de óleo de soja” e “Avaliação de forragens para equinos através da digestibilidade cecal *in situ*”.

Realizou o curso de Mestrado em Zootecnia, de 2008 a 2009, através do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRRJ, como bolsista do CNPq.

RESUMO

RODRIGUES, Liziana Maria. **Digestão Total e Parcial de Forrageiras em Equinos**. 2009. 31p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

Este trabalho teve como objetivo estimar a digestibilidade parcial e total dos nutrientes de forrageiras através das técnicas de coleta total de fezes e sacos de náilon móveis e avaliar a cinética de passagem de sacos de náilon móveis no trato digestório de equinos. O experimento foi dividido em três ensaios. O primeiro ensaio estimou a digestibilidade dos nutrientes do feno de *coastcross* (*Cynodon dactylon* cv. *coastcross*) através da coleta total de fezes. O segundo ensaio estimou a digestibilidade dos nutrientes do feno de alfafa (*Medicago sativa*), do feno de *coastcross* e do amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) com a técnica de sacos de náilon móveis. O terceiro ensaio foi realizado utilizando as mesmas forrageiras do segundo ensaio, avaliando a digestibilidade pré-cecal com a técnica dos sacos de náilon móveis em equino fistulado no ceco. Os dois ensaios de digestão iniciais foram realizados simultaneamente, com quatro equinos adultos com peso médio de 300kg alimentados com dieta exclusiva de feno de *coastcross*. A água e o sal mineral foram fornecidos *ad libitum*. Foram utilizados sacos de náilon com porosidade de 45 μ com dimensões internas de 6,5x 3cm, e preenchidos com 663mg de amostra das forrageiras moídas a 1mm. Os dois ensaios iniciais tiveram duração de 19 dias, sendo 10 dias de adaptação e regulação do consumo da dieta, cinco dias para inserção gástrica dos sacos, coleta total de fezes e dos sacos de náilon nas fezes. Para inserção gástrica dos sacos de náilon, foram feitas duas sondagens ao dia, com 25 sacos, oito com amostras de cada alimento e um em branco. As fezes e os sacos foram coletados do piso das baias imediatamente após a excreção, os sacos foram separados manualmente e anotado o tempo de trânsito. O ensaio de digestão pré-cecal teve duração de 20 dias sendo os cinco primeiros para adaptação do animal ao manejo e 15 dias de sondagens e recuperação dos sacos. Neste ensaio foram utilizados sacos semelhantes ao ensaio anterior, porém em uma das extremidades dos sacos foi afixada uma arruela metálica para permitir que o saco fosse recuperado no ceco com auxílio de um ímã. Este ímã foi posicionado próximo a junção íleo-cecal e, a intervalos de 30 minutos, iniciando uma hora após a inserção dos sacos no estomago e, o ímã foi retirado da cânula e os sacos aderidos foram coletados até 7 horas após a inserção gástrica. Os valores de digestibilidade total através da coleta de fezes e dos sacos móveis foram semelhantes confirmando a possibilidade de utilização dos sacos móveis como alternativa a coleta de fezes. Não houve diferença entre os coeficientes de digestibilidade do feno de alfafa e do amendoim forrageiro com os de sacos de náilon móveis ($P<0,05$), no entanto estes foram maiores que o do feno de *coastcross*. O uso da técnica de sacos de náilon móveis em animais fistulados permitiu estimar a digestibilidade pré-cecal e pós-ileal em equinos, mostrando ser uma alternativa viável no estudo dos processos digestivos desta espécie.

Palavras-chave: Fibra. Pré-cecal. Sacos móveis.

ABSTRACT

RODRIGUES, Liziana Maria. **Total and partial forage digestion in horses**. 2009. 31p. Dissertation (Master in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

This study was carried out to estimate the prececal and total nutrient's digestibility of forages by total feces collection and mobile bag techniques and evaluate the passage kinetics in the digestive tract of horses using mobile bags. This work was conducted with three assays. The first was carried out to estimate nutrient's digestibility of coast cross hay (*Cynodon dactylon* cv. *coastcross*) with the total feces collection technique. The second assay was carried out to estimate nutrient's digestibility of lucerne hay (*Medicago sativa*), coast cross hay, and peanut forage (*Arachis pintoi*) with the mobile bag technique. The last one was carried out to evaluate the prececal nutrient's digestibility of the same forages used at second assay with the mobile bag technique in a horse cannulated at cecum. The two first assays were simultaneously, with four horses with average weight of 300kg fed coast cross hay only. Water and mineral salt was offered *ad libitum*. The nylon bags has 45 μ of porosity and 6.5x 3.0cm of internal dimension and were fill with 663 mg of forage samples ground at 1mm. These assays had duration of 19 days, 10 days for adaptation and regulation of intake, and the last five days to introduce the bags in the stomach and, bags collections in the feces. Two insertions of bags were made at day with 25 bags, eight bags per forage and one empty bag. The feces and the bags were kept on the floor quickly after the horses crap, the bags were separate and the time noted. The assay of prececal digestibility had duration of 20 days which the first 5 days were to horse adaptation and the last 15 days were to insert and recovery the bags in the cecum. In this assay the bags were similar of those used in the first assay, but with a little washer in the border of the bags to possibility the recovery them in the cecum with a magnet. The magnet was place into the cannula near the ileocaecal junction, and at every 30 minutes beginning one hour after bag's insertion in the stomach, the magnet was withdraw and the bags was removed until 7 hours later. Values of total digestibility with feces collection and mobile bags were similar with the possibility to use the mobile bag technique as alternative to feces collection. There wasn't differences between digestibility of nutrients of lucerne and peanut forage with mobile bags technique ($P < 0.05$), nevertheless those were higher than the coast cross hay. The use of mobile bag in cannulated horses allow to estimate the digestibility from different segments of the intestine, show to be a good alternative to study the digestion in horses.

Key-words: Fiber. Mobile bags. Prececal

LISTA DE TABELA

Tabela 1.	Composição bromatológica das forrageiras, na base da matéria seca.....	13
Tabela 2.	Coefficiente de digestibilidade do feno de <i>coastcross</i> através das técnicas de coleta total de fezes e de sacos de náilon móveis.....	14
Tabela 3.	Coefficientes de digestibilidade dos nutrientes das forrageiras com a técnica de sacos de náilon móveis.....	16
Tabela 4.	Cinética de passagem dos sacos de náilon móveis no trato digestório dos eqüinos.....	17
Tabela 5.	Valores médios e desvio padrão dos coeficientes de digestibilidade pré-cecal das forrageiras através da técnica de sacos de náilon móveis.....	18
Tabela 6.	Valores médio e desvio padrão do tempo de trânsito (TT), tempo médio de retenção (TMR), taxa de passagem (TxP) e recuperação dos sacos na porção pré-cecal do trato digestório de eqüinos.....	20
Tabela 7.	Digestibilidade pré-cecal, pós-ileal e total das forrageiras no trato digestório de eqüinos através da técnica de sacos de náilon móveis.....	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sacos de náilon utilizados nos ensaios de digestão total (a) e sacos de náilon com arruelas utilizados no ensaio de digestão pré-cecal (b).....	8
Figura 2. Imã utilizado no ensaio de digestão pré-cecal (a). Imã posicionado dentro da cânula (b).....	10
Figura 3. Recuperação dos sacos de náilon através da cânula cecal.....	10

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1. Forrageiras para Equinos.....	2
2.2. Digestão <i>in vivo</i> de Alimentos em Equinos.....	2
2.3. Digestão Pré-cecal de Alimentos em Equinos com Sacos de Náilon Móveis..	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1. Digestão Total das Forrageiras no Trato Digestório.....	8
3.2. Digestão Pré-cecal com Sacos de Náilon Móveis	9
3.3. Cinética de Passagem dos Sacos de Náilon Móveis.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4.1 Digestão Total das forrageiras no Trato Digestório.....	14
4.2 Digestão Pré-cecal das Forrageiras com Sacos de Náilon Móveis em Equinos	18
4.3 Estimativa da Digestibilidade Pós-ileal das Forrageiras.....	21
4.4 Perda de Partículas nos Sacos de Náilon Móveis.....	22
5. CONCLUSÕES.....	23
6. BIBLIOGRAFIA.....	24
7. ANEXOS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A indústria equina no Brasil movimentava cerca de R\$7,3 bilhões anuais (LIMA et al., 2006), magnitude de recursos que indica a necessidade de se aprimorar todos os elos desta cadeia produtiva. A alimentação dos equinos é um setor em constante expansão, com o número crescente de estudos que avaliam o consumo e digestão de alimentos em condições nacionais, uma vez que a maioria das informações tem como referência recomendações de países de clima temperado.

Os equinos são animais herbívoros não ruminantes, que possuem estômago simples e intestino grosso bastante desenvolvido onde através da interação simbiótica com microrganismos são capazes de aproveitar os carboidratos estruturais de alimentos volumosos como fonte de energia. Cerca de 30% da energia necessária para manutenção pode ser fornecida a partir da fermentação intestinal da fibra (NRC, 2007).

As forrageiras são de grande importância para os equinos. O fornecimento adequado de alimentos volumosos promove o funcionamento normal do trato digestório e previne distúrbios comportamentais decorrentes da redução dos níveis de fibra na dieta (PAGAN, 2001; MOORE-COLYER et al., 2003), além de ser uma fonte de alimento segura e economicamente viável.

É importante conhecer o valor nutricional dos alimentos volumosos, bem como os processos digestivos nos diferentes segmentos do trato digestório de equinos. A metodologia mais utilizada na avaliação da digestão dos alimentos em equinos é a da coleta total de fezes, no entanto esta metodologia possui várias limitações. O método de digestão *in situ* com sacos de náilon móveis foi desenvolvido como alternativa à coleta total de fezes, apresentando maior rapidez e facilidade no protocolo de execução. Araújo et al. (2000a) citam que a técnica de sacos de náilon móveis pode ser utilizada em substituição à coleta total de fezes.

O uso de sacos de náilon móveis pode ainda ser aplicado em animais fistulados (Moore-Colyer et al., 2002; De Fombelle et al., 2004; Hyslop et al., 2006; Rosenfeld et al., 2009) gerando informações sobre a digestão dos alimentos em diferentes segmentos do trato digestório. No entanto, são poucos os resultados referentes a estes estudos, sobretudo de alimentos forrageiros, havendo a necessidade de estudos que avaliem a digestibilidade pré-cecal dos nutrientes destes alimentos.

O conhecimento sobre a digestão dos alimentos nos diversos segmentos do trato digestório permite a formulação de dietas com melhores respostas produtivas, mais seguras e contribuindo para o bem estar dos equinos.

Portanto, objetivou-se avaliar a digestibilidade parcial e total dos nutrientes do feno de *coastcross*, do feno de alfafa e do amendoim forrageiro com a coleta total de fezes e com os sacos de náilon móveis, visando comparar as técnicas e obter resultados referentes à compartimentalização da digestão em equinos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Forrageiras para Equinos

As forrageiras são classificadas segundo sua estrutura química em gramíneas e leguminosas. As gramíneas, bastante adaptadas ao clima quente e aos solos com pouca fertilidade, são largamente utilizadas no território brasileiro, em todos os sistemas de criação.

São muitas as gramíneas utilizadas na alimentação de equinos. Dentre elas o capim *coastcross* tem sido bastante difundido devido a boa produção de matéria seca, resistência ao pisoteio e tolerância a pragas e doenças (Rodrigues et al., 1998). O *coastcross* trata-se de uma gramínea perene estolonífera, não rizomatoza, com folhas pilosas que foi obtida através do cruzamento da Estrela de Porto Rico (*C. nlemfuensis*) com a *Coastal* Bermuda (*C. dactylon*) (BURTON et al., 1967).

Araújo et al. (2000b) observaram que o feno de capim *coastcross* apresentou valores de proteína bruta e energia digestível, suficientes para se atender às exigências diárias de equinos em manutenção. Pimentel et al. (2009), avaliando o feno de *coastcross* em diferentes formas físicas, observaram um consumo voluntário de 2,27 kg de MS/100kg de peso vivo, independente do processamento do feno. Estes valores foram próximos ao recomendado pelo NRC (1989), de 2,0 a 2,5 kg de MS/100 kg de peso vivo, o que indica uma boa aceitação desta gramínea por parte dos equinos.

O uso de leguminosas em sistemas de produção agrícolas constitui uma alternativa na recuperação de pastagens degradadas, uma vez que elevam a fertilidade do solo com o aporte de nitrogênio para o sistema (CARVALHO & PIRES, 2008). Por outro lado, as leguminosas aumentam a palatabilidade e a digestibilidade das pastagens e mantêm sua qualidade por mais tempo que as gramíneas (SINGER et al., 1999). As leguminosas possuem altos teores de proteína e sua fibra é de mais fácil digestão. A alfafa (*Medicago sativa*) é a leguminosa mais utilizada na alimentação de equinos. Ela possui alta qualidade, potencial de rendimento, e compatibilidade com gramíneas permitindo o seu uso em pastagens consorciadas (SINGER et al., 1999).

A alfafa, assim como outras leguminosas, é excelente fonte de proteína, vitaminas e alguns minerais para equinos (NRC 1989). Segundo LaCasha et al. (1999), a alfafa quando comparada com outras forrageiras apresenta maior digestibilidade e consumo voluntário, o que indica a preferência desta forrageira pelos equinos. 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, mostrando-se adequada do ponto de vista energético, no entanto, o nível de proteína ultrapassou as exigências para equinos adultos em manutenção.

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) é uma leguminosa pouco estudada na alimentação de equinos. No entanto, segundo o NRC (1989), o amendoim forrageiro tem se mostrado promissor na produção de feno para equinos. Suas características anatômicas lhe proporcionam resistência, e bom desenvolvimento mesmo em condições de sombreamento e sob pisoteio (CARVALHO et al., 2008). Silva et al. (2009), avaliando a digestão de alimentos volumosos em equinos, observaram que o amendoim forrageiro apresentou elevada digestibilidade com potencial para o uso em dietas para equinos, sendo necessários estudos para avaliar o consumo voluntário desta forrageira.

2.2 Digestão *in vivo* de Alimentos em Equinos

A análise bromatológica é um procedimento que permite mensurar a quantidade de nutrientes presentes nos alimentos, no entanto cada espécie animal utiliza estes nutrientes de forma distinta, tornando-se necessário conhecer a eficiência da utilização dos nutrientes em cada espécie. Em equinos, o método mais comum de avaliação do valor nutricional dos alimentos é através de ensaios de digestão. O ensaio de digestão é baseado quantidade de alimento consumida e da

excreção fecal durante certo período de tempo, protocolo que caracteriza a coleta total de fezes (PEREIRA et al., 1995).

O método da coleta total de fezes necessita de controle rigoroso do consumo e da excreção fecal, equipamentos de alto custo, além de se limitar a análise de apenas um alimento por vez. Esta técnica, quando aplicada em equinos, faz uso de poucos animais devido às dificuldades de manejo e da elevada produção de fezes.

Segundo Meyer (1995), a digestão dos alimentos depende de vários fatores que interferem na permanência do alimento no trato digestório do equino, por exemplo, a individualidade do animal, a composição química da dieta, o nível de consumo, a atividade física realizada pelo animal, o tipo de alimento, e o tamanho de partícula. Assim, a melhor forma de se estimar a digestibilidade dos nutrientes é através do método de digestão *in vivo* com a coleta total de fezes.

Existem vários fatores que afetam diretamente a digestibilidade dos nutrientes em equinos, como composição da dieta, variação individual do animal, período de coleta, entre outros. Araújo et al. (2003), avaliando o período de coleta de fezes em ensaios de digestibilidade com equinos alojados em gaiolas metabólicas, sugerem que o período de coleta total de fezes seja de cinco dias, de forma a diminuir as variações individuais e padronizar o período de coleta.

De forma alternativa à técnica de coleta total de fezes, a digestibilidade *in vivo* com uso de sacos de náilon móveis tem sido aplicada de forma eficiente na avaliação de alimentos para equinos. Inicialmente desenvolvida em suínos (SAUER et al., 1983), a técnica de sacos de náilon móveis foi aplicada com sucesso em ruminantes e, posteriormente, adaptada para equinos. Esta técnica possui a vantagem de avaliar vários alimentos simultaneamente em um protocolo de execução simples, onde o alimento a ser testado é colocado em sacos de poliéster com porosidade específica, inseridos no estômago do animal e, posteriormente, recuperados nas fezes.

Araújo et al. (2000a), comparando as técnicas de sacos de náilon móveis e coleta total de fezes em equinos observaram, que a técnica dos sacos de náilon móveis pode ser utilizada com sucesso em substituição à coleta total de fezes, com a avaliação da digestibilidade dos nutrientes de forma mais simples e rápida. Moore-Colyer et al. (2002), relataram que a técnica de sacos de náilon móveis, quando associada com modelos matemáticos de degradabilidade, pode prover resultados de cinética de degradação de alimentos dentro dos diferentes segmentos do trato digestório de equinos, e esta informação pode ser utilizada para aumentar a acurácia na formulação de rações para as diferentes categorias de equinos. Segundo Hyslop et al. (2006), a adaptação da técnica de sacos de náilon móveis para estudos em equinos permite avaliar a dinâmica de degradação do alimento ao longo do tempo, bem como quantificar a degradação do alimento dentro do trato digestório, ou em cada segmento separadamente.

Segundo Vanzant et al. (1998), são muitos os fatores que podem influenciar na técnica dos sacos de náilon, como por exemplo, a variação do animal, tipo de amostra incubada, porosidade e tamanho dos sacos incubados, processamento da amostra, tipo de dieta utilizada e níveis de alimentação. A escolha da porosidade dos sacos de náilon deve ser feita com cuidado, pois o tamanho dos poros deve permitir um apropriado influxo de secreções digestivas e microrganismos, e uma adequada saída de produtos da digestão, minimizando as perdas de partículas não digeridas, bem como a contaminação com digesta (Vanzant et al., 1998).

Em estudos com equinos as porosidades mais utilizadas foram: de 60 μm (ARAÚJO et al., 2000a), de 41 μm (MOORE-COLYER et al., 2002), de 46 μm (De FOMBELLE et al. 2004), de 45 μm (SILVA et al., 2009) e de 37 μm (ROSENFELD, AUSTBØ, 2009), o que está dentro da recomendação de Vanzant et al. (1998), que indicaram a porosidade dos sacos entre 40 e 60 μm , permitindo um bom desempenho e padronização da técnica. Na padronização da técnica foi estabelecido que a relação quantidade de amostra (mg)/área (cm^2) seja entre 10 a 20 mg/cm^2 , calculada da seguinte maneira: Amostra (mg) = comprimento (cm) x largura (cm) x 2. A área total do saco será igual a 39cm^2 , portanto, será utilizada a quantidade de 663 mg de amostra /saco (VANZANT et al., 1998).

Araújo et al. (2000b), utilizando a técnica de sacos de náilon móveis para avaliar o de capim elefante e o feno de *coastcross* em diferentes graus de moagem, observaram que os coeficientes de digestibilidade do feno moído a 1mm e do capim elefante moído a 5mm foram semelhantes aos coeficientes encontrados com a técnica de coleta total de fezes. Vanzant et al. (1998) recomendaram que na técnica de sacos de náilon aplicada a ruminantes, as amostras de forragens sejam moídas entre 1,5 e 5mm e as amostras de alimento concentrado sejam moídas entre 1,5 e 3 mm para simular a mastigação e impedir a perda excessiva de partículas através dos poros do saco causando uma superestimação da digestibilidade. Moore-Colyer et al. (2002), avaliando a digestão de alimentos fibrosos com sacos de náilon móveis, utilizaram amostras moídas a 1mm, tamanho de partícula similar ao utilizado por Rosenfeld & Austbø (2009), quando avaliaram a digestibilidade de alimentos concentrados em diferentes processamentos.

Segundo Vanzant et al. (1998), o tipo de dieta e a relação volumoso:concentrado são fatores que alteram a produção de enzimas digestivas e a população microbiana do trato digestório, afetando a taxa e a extensão da digestão dentro dos sacos de náilon. Os autores recomendam que os bovinos devam ser alimentados pelo menos duas vezes ao dia para evitar que grande variação das condições fisiológicas do trato digestório.

De Fombelle et al. (2004) verificaram diferença da digestibilidade da matéria seca com uso de sacos de náilon móveis, quando os equinos receberam alimentação fracionada em três e cinco refeições por dia. O uso de cinco refeições aumentou a digestibilidade da matéria seca, apesar do menor tempo de retenção observado neste manejo da alimentação e o menor tempo de retenção pode ser explicado por ser a dieta à base de alimento rico em carboidratos.

Segundo Rosenfeld & Austbø (2009) o fornecimento do alimento teste como parte da dieta em ensaios com sacos de náilon móveis interfere positivamente na estimativa da digestibilidade do alimento. Em seus estudos estes autores utilizaram como dieta basal uma dieta composta por feno e uma mistura dos cereais em avaliação nos testes, na proporção volumoso:concentrado de 66:34.

2.3 Digestão Pré-cecal de Alimentos em Equinos com Sacos de Náilon Móveis

A digestibilidade dos nutrientes quando avaliada na porção total do trato digestório apresenta valores que podem ser similares entre diferentes alimentos. No entanto, é importante conhecer a digestibilidade nos diversos segmentos do trato digestivo uma vez que as informações são mais completas sobre o valor biológico de cada alimento (GIBBS et al., 1996).

A proteína da maioria dos alimentos, desde forragens até suplementos protéicos tem coeficiente de digestibilidade de aproximadamente 90% em todo o trato digestório do equino, no entanto, o coeficiente não revela o local ou a extensão da absorção ou o produto final da digestão (FARLEY et al., 1995). Gibbs et al. (1988) observaram valores mais baixos para digestibilidade do nitrogênio na porção pré-cecal, cerca de 21% para alfafa de boa qualidade e de 9,6% para capim Bermuda, utilizando equinos fistulados no íleo. Almeida et al. (1998) avaliando a digestibilidade pré-cecal da proteína de dietas a base de feno de *coastcross* e concentrado em uma relação volumoso:concentrado de 50:50, e com o uso da técnica de coleta de digesta a partir de cânula ileal, observaram que a digestibilidade da proteína pode chegar a 45% de digestibilidade aparente, 54% de digestibilidade verdadeira e de 95% de digestibilidade total verdadeira, corroborando com Farley et al. (1995), quando citaram que as proteínas do alimento são quase totalmente digeridas pelos equinos.

São poucos os estudos que avaliam a digestão pré-cecal com forrageiras em equinos, no entanto é importante conhecer o perfil de degradação no intestino delgado para maximizar o aproveitamento dos nutrientes. Por exemplo, a proteína que não é degradada na porção pré-cecal irá ser fermentada no intestino grosso produzindo NH₃, que é aproveitado pela microbiota local, porém não é vantajoso para os equinos uma vez que não conseguem aproveitar a proteína microbiana

(NRC, 2007). Segundo Meyer (1995), a digestibilidade pré-cecal de alimento volumoso em equinos pode chegar a cerca de 47% de matéria orgânica e de 65% da proteína bruta.

A digestão pré-cecal pode ser avaliada de três formas distintas, através do abate dos animais e coleta de amostras de digesta em cada segmento do trato digestório, através da coleta de digesta em animais fistulados, ou com a utilização de sacos de náilon móveis. O abate de animal, além de ser uma técnica muito radical, pode mascarar os valores de digestibilidade por influência do óbito do animal, além gerar limitadas informações entre o intervalo consumo e o abate e da possibilidade de contaminação da digesta entre os diversos segmentos.

A técnica de coleta de digesta através da fistula no íleo ou no ceco possui a limitação de se avaliar apenas um alimento por vez, o que não caracteriza as dietas dos equinos. Gibbs et al. (1996), avaliando a digestão de alimentos concentrados no intestino delgado e no intestino grosso, utilizaram uma dieta com proporção concentrado:volumoso de 75:25, e estimaram a digestibilidade do alimento concentrado a partir da subtração da digestibilidade do alimento volumoso avaliado em dieta exclusiva. O que pode caracterizar um erro, uma vez que o perfil de digestão dos alimentos é alterado quando há interação de diferentes alimentos (VANZANT et al., 1998).

A coleta de digesta ileal necessita ainda do uso de indicadores para se estimar a digestibilidade o que, dependendo do indicador utilizado, pode aumentar a probabilidade de erro devido às dificuldades inerentes a recuperação destas substâncias na digesta. Segundo Farley et al. (1995), a presença de nitrogênio endógeno composto por material celular, enzimas digestivas, muco e proteína microbiana no fluido coletado pela fistula ileal, podem mascarar a digestibilidade da proteína no intestino delgado, sendo necessárias análises de regressão para estimar a digestibilidade verdadeira da proteína.

A técnica de sacos de náilon móveis pode ser utilizada com sucesso em animais fistulados permitindo avaliar a digestibilidade dos alimentos em diferentes segmentos do trato digestório. O uso de sacos móveis permite avaliar a digestão de vários alimentos ao mesmo tempo, sendo uma técnica rápida e de fácil execução, sem que haja necessidade de abate dos animais podendo os mesmos serem utilizados em outros experimentos.

O uso de sacos de náilon para determinar a digestibilidade pré-cecal dos alimentos consiste na incubação de sacos com alimentos no estômago através de uma sonda nasogástrica e posterior recuperação destes sacos através da fistula cecal. Para que os sacos possam ser recuperados, uma pequena placa metálica é fixada em uma das extremidades do saco permitindo que estes sacos possam ser atraídos por um dispositivo magnético localizados na junção ileocecal.

Moore-Colyer et al. (2002) utilizaram duas arruelas de aço de 100mg seladas na porção final de cada saco, permitindo que os sacos fossem atraídos imediatamente após passarem pela junção ileocecal por um dispositivo eletromagnético, especialmente desenvolvido para esta finalidade, colocado através da cânula cecal. Este aparelho eletromagnético possuía um dispositivo que informava cada vez que um saco era recuperado, para que fosse anotado o horário facilitando assim a recuperação dos sacos.

De Fombelle et al. (2004), no entanto, efetuaram a recuperação dos sacos manualmente, utilizando arruelas com 1cm de diâmetro externo que eram atraídas por um ímã de dimensões de 72x15x10 mm dentro de um saco de náilon colocado no ceco através da cânula cecal, periodicamente o saco com ímã dentro era removido para se verificar a presença de sacos aderidos.

Rosenfeld & Austbø (2009) retiraram os sacos do ceco com ímã em intervalos de 45 minutos, iniciando 1,5 horas após a inserção gástrica dos sacos e, repetiu este procedimento até sete horas após a inserção dos sacos. De Fombelle et al. (2004) iniciaram a retirada do saco com ímã duas horas após a inserção gástrica, repetindo o procedimento a intervalos de 30 minutos até nove horas após. Segundo estes autores, a coleta seria mais real se o procedimento de retirada dos sacos com o uso de ímã permanecesse por 24 horas, possibilitando a recuperação de 100% dos sacos. No entanto, sacos que forem recuperados após 9h de incubação devem ser descartados, uma vez que não são representativos de acordo com os valores médios do tempo de retenção pré-cecal. Apesar

das diferenças entre os alimentos, o tempo de trânsito dos sacos de náilon do estômago até o ceco é de aproximadamente 3,3 horas (MOORE-COLYER et al., 2002).

Rosenfeld & Austbø (2009) recuperaram cerca de 37% dos sacos incubados através da cânula cecal utilizando a metodologia de recuperação manual, o restante foi recuperado nas fezes, cerca de 24 a 72h após a inserção gástrica e foram utilizados para caracterizar a digestão total do trato digestivo. De Fombelle et al. (2004) recuperaram cerca de 80% dos sacos inseridos utilizando a mesma técnica. Tal diferença na quantidade de sacos recuperados pode ser devido a erros de metodologia ou então a diferenças entre os intervalos de retirada do saco com o imã.

O uso de sacos móveis na digestão pré-cecal é uma metodologia quantitativa que permite mensurar a digestão da proteína pré-cecal em equinos através da comparação com a vasta extensão da base de resultados de ambos os tipos forragens ou concentrados. Uma vez definida a quantidade de proteína disponível no intestino delgado, os resultados poderão ser usados nos sistemas de arração de equinos para formular com mais acurácia dietas que possam suprir a quantidade correta de proteínas, minimizando problemas digestivos e contribuindo para a saúde do animal (HYSLOP et al., 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisas em Saúde Equina – EQUILAB do Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e as análises bromatológicas procedidas no Laboratório de Bromatologia do Instituto de Zootecnia da UFRRJ.

O experimento foi dividido em três ensaios de digestibilidade *in vivo*. O primeiro ensaio avaliou digestibilidade dos nutrientes do feno de *coastcross* (*Cynodon dactylon*) através da coleta total de fezes. O segundo ensaio avaliou a digestibilidade aparente total com a técnica de sacos de náilon móveis. Os dois primeiros ensaios foram realizados simultaneamente. O terceiro ensaio avaliou a digestibilidade pré-cecal de forrageiras através da técnica de sacos de náilon móveis em equino fistulado no ceco.

As forrageiras utilizadas nos ensaios de digestibilidade foram os fenos de alfafa (*Medicago sativa*), de *coastcross* (*Cynodon dactylon*) e o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*). As amostras dos fenos de alfafa e de *coastcross* foram adquiridas no comércio local e a amostra de amendoim forrageiro foi adquirida no Campo Agrostológico da Pontifícia Universidade Católica de Belo Horizonte. A amostra de amendoim forrageiro foi pré-seca em estufa ventilada a 55°C, em seguida, a amostra de amendoim e dos fenos de alfafa e de *coastcross* foram moídos em moinho de facas com peneira de 1mm.

Foram utilizados quatro equinos adultos, mestiços, com peso corporal médio de 270kg previamente vermifugados, imunizados contra tétano e pulverizados contra ectoparasitos. Os animais permaneceram durante os experimentos em baias individuais, com piso de cimento, providas de comedouro e bebedouro, tendo livre acesso à água e sal mineral. Os animais foram exercitados diariamente por 30 minutos e, no início do período experimental, tiveram seus pesos aferidos para ajuste da dieta.

A dieta foi à base de feno de *coastcross* oferecida aos equinos considerando-se o consumo diário individual equivalente a 2% do peso vivo, segundo as recomendações do NRC (2007), referente às exigências de nutrientes diárias para equinos de 300 kg em manutenção. Durante o período experimental, a dieta foi fracionada em três partes iguais e fornecida às 7:00, 13:00 e 19:00 horas .

Os sacos utilizados no ensaio de digestibilidade total e de digestibilidade pré-cecal foram confeccionados com tecido de poliéster de porosidade de 45 μ (Tenyl®) e dimensões internas de 6,5 x 3 cm, selados à quente com o auxílio de seladora automática, segundo Araújo et al. (1996). Nos sacos utilizados no ensaio de digestibilidade pré-cecal foi fixada uma de suas extremidades uma pequena arruela metálica, com aproximadamente 1cm de diâmetro externo, com as bordas arredondadas para evitar danos aos sacos e à mucosa do animal (MOORE-COLYER et al. 2003) (Figura 1). Após a confecção dos sacos, os mesmos foram identificados, colocados em estufa de ventilação forçada a 55-60°C por 24h, retirados e colocados em dessecador para estabilizar a temperatura e, em seguida, pesados.

Foi inserida em cada saco uma amostra de 663 mg de alimento moídos a 1mm, respeitando a relação de 17 mg MS/cm² de superfície, citada por Silva et al. (2009). Os sacos foram selados e armazenados em potes plásticos até o momento da sondagem.

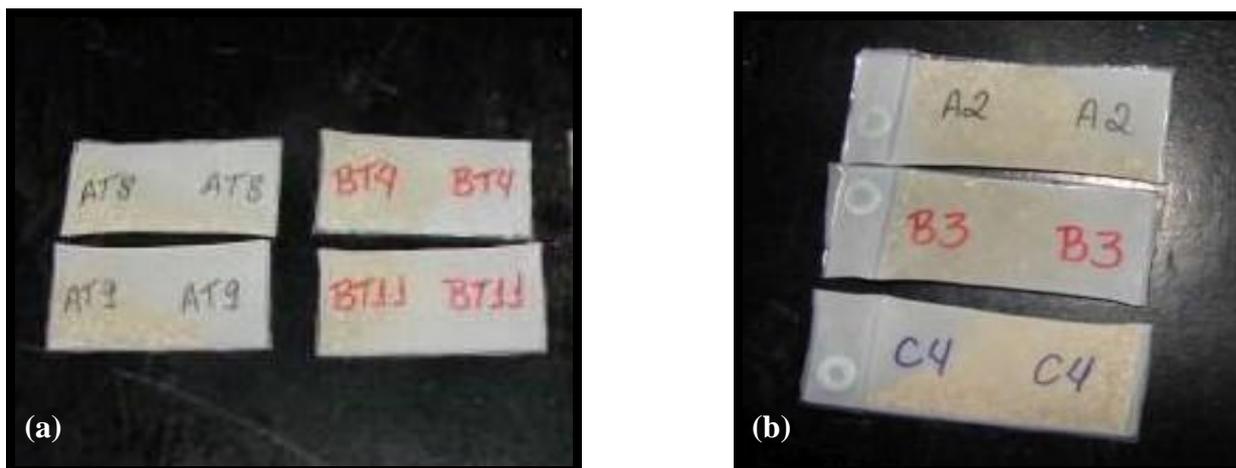


Figura 1. Sacos de náilon utilizados nos ensaios de digestão total (a) e sacos de náilon com arruelas utilizados no ensaio de digestão pré-cecal (b).

3.1 Digestão Total das Forrageiras no Trato Digestório

Os ensaios de digestão total das forrageiras através da coleta total de fezes e da técnica de sacos de náilon móveis tiveram a duração de 19 dias. Nos primeiros 10 dias os animais foram adaptados à dieta exclusiva de feno de *coastcross*, do 11º ao 15º foram realizadas as sondagens nasogástricas para inserção dos sacos nos animais, coleta das fezes e dos sacos excretados e, do 16º ao 19º dia foi realizada apenas a coleta dos sacos nas fezes.

Em cada sondagem foram inseridos 25 sacos, sendo oito de cada alimento e um saco vazio, para que se fosse estimada as impregnações. A inserção dos sacos no estômago dos equinos foi realizada com o auxílio de sonda nasogástrica semi-siliconizada, de 15mm de diâmetro interno, lubrificada externamente com vaselina sólida. Foram realizadas duas sondagens ao dia, as 7:00 horas e as 19:00 horas, durante cinco dias. Para otimização da passagem dos sacos pela sonda, os mesmos foram previamente inseridos na sonda com auxílio de um embolo e, 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).

A recuperação dos sacos ocorreu simultaneamente à coleta total de fezes. As fezes foram coletadas diretamente do piso das baias imediatamente após a excreção, durante 24 horas ao longo do período de coleta. Os sacos presentes nas fezes foram separados manualmente, anotando-se o horário da excreção e, posteriormente foram armazenados a -18°C até o momento da lavagem. As fezes foram armazenadas em sacos plásticos individuais e, a cada intervalo de seis horas foram pesadas, homogeneizadas e uma alíquota de 10% do peso foi retirada e armazenada a -18°C. Ao término de cada dia de coleta, as amostras foram homogeneizadas e retirada uma amostra composta diária de cada animal e novamente armazenadas a -18°C.

Ao final do ensaio de digestão, as amostras diárias de cada animal foram descongeladas e feita uma amostra composta. As amostras compostas de cada animal foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, moídas a 1 mm e acondicionadas em potes plásticos até o momento de execução das análises. Durante todo o período experimental foram recolhidas amostras do feno de *coastcross*. As sobras foram coletadas antes do fornecimento da refeição matutina, pesadas e amostradas para posteriores análises.

Os sacos de náilon foram descongelados ao final do período experimental, lavados suavemente com água fria em máquina de lavar por cerca de 15 minutos, segundo Macheboeuf et al. (2003). Após a lavagem os sacos foram secos em estufa de ventilação forçada com temperatura de 55°C durante 48h. Após a secagem cada saco foi pesado individualmente para se determinar as perdas em matéria seca. Uma amostra composta de cada alimento foi formada a partir dos sacos

recuperados no mesmo animal. Os sacos sem amostra foram utilizados para determinar as impregnações e posterior correção da digestibilidade dos nutrientes.

Dez sacos com amostras de cada alimento foram utilizados para se determinar as perdas de partículas através dos poros dos sacos, para isso estes sacos foram pesados, selados e diretamente lavados sem que houvesse ocorrido a sondagem, em seguida foram secos e novamente pesados para se determinar as perdas de matéria seca.

3.2 Digestão Pré-cecal com Sacos de Náilon Móveis

O ensaio teve duração de 20 dias nos quais os cinco primeiros dias foram de adaptação do animal ao manejo. Foi utilizada neste ensaio experimental uma égua adulta, fistulada no ceco, com peso corporal de aproximadamente 250 kg. A dieta foi exclusiva de feno de *coastcross* e o animal já estava adaptado à dieta, no entanto os horários de fornecimento das refeições passou a ser às 07:00, 14:00 e 21:00 horas, simultaneamente aos horários das sondagens nasogástricas.

Do 6º ao 20º dia foram realizadas as sondagens e a recuperação dos sacos no ceco. Foram realizadas 21 sondagens com intervalos de 12 horas para se evitar lesões às mucosas do esôfago, pela sonda, e do ceco, pelo imã. Em cada sondagem foram utilizados 16 sacos, sendo cinco de cada alimento e um saco sem amostra (branco) para se estimar as impregnações. Optou-se por utilizar uma menor quantidade de sacos neste ensaio, uma vez que os sacos estavam mais pesados devido à presença da arruela metálica. Por isso, foram realizadas maior número de sondagens, porém com quantidade reduzida de sacos, visando a recuperação de material suficiente para as análises.

A inserção gástrica dos sacos foi realizada durante o fornecimento da dieta. Foi fornecida uma parcela da alimentação e, em seguida, realizou-se a sondagem. Após a retirada da sonda, foi fornecido o restante da alimentação. Este procedimento teve a finalidade de evitar que a infusão dos sacos levasse a desordem no consumo (DE FOMBELLE et al., 2004).

Os sacos seguiram o fluxo da digesta até o ceco onde foram recuperados. A placa de imã de neodímio (72x15x10 mm) foi revestida por um saco de tecido náilon (Figura 2) de forma a facilitar sua fixação dentro do ceco, próxima a junção íleo-cecal, visando a retenção dos sacos através das arruelas metálicas por atração do imã no ceco (MOORE-COLYER et al., 2003).

Em intervalos de 30 minutos, iniciando uma hora após a inserção gástrica dos sacos móveis, durante sete horas, o imã foi retirado pela cânula cecal para coleta dos sacos capturados e em seguida o imã foi recolocado dentro da cânula, segundo metodologia descrita por De Fombelle et al. (2004). Os sacos coletados foram identificados e tiveram o horário de coleta anotado, em seguida, foram armazenados a -18°C.



Figura 2. Imã utilizado no ensaio de digestão pré-cecal (a). Imã posicionado dentro da cânula (b).



Figura 3. Recuperação dos sacos de náilon através da cânula cecal.

Ao final do período experimental, os sacos foram descongelados a temperatura ambiente, lavados em máquina de lavar doméstica por cerca de 15 minutos, segundo metodologia descrita por Macheboeuf et al. (2003) e, secos em estufa de ventilação forçada a 55°C. Após a secagem, cada saco foi pesado individualmente e para determinação das perdas em matéria seca pela diferença entre os pesos antes e após digestão. Uma amostra composta de cada alimento foi formada e então procedeu-se as análises bromatológicas.

Todas as amostras e sobras de alimentos, fezes e resíduos dos sacos móveis foram moídas a 1mm e acondicionadas em frascos etiquetados para posterior análise bromatológica. As amostras do mesmo alimento inseridas no mesmo animal foram misturadas e homogeneizadas formando uma amostra composta para análise bromatológica. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), hemiceluloses (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG) segundo procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2006). A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) serão determinadas segundo Van Soest et al. (1991).

Os teores de carboidratos foram estimados segundo a metodologia descrita por Hoffman et al. (2001), onde os carboidratos hidrolisáveis (CHO-H) foram estimados pela análise direta, onde a determinação quantitativa dos carboidratos ocorre pela conversão dos polissacarídeos, sacarose e frutose em unidades de glicose redutoras, minimizando a extração e a hidrólise de carboidratos estruturais. Para esta determinação, uma amostra de aproximadamente 300mg foi levada à fervura em erlenmeyer com 15ml de água destilada para extração de hexoses livres. Após a solução alcançar a temperatura ambiente, foi adicionado a ela, solução a 0,5% de enzima Takadiastase, α -amilase proveniente do fungo *Aspergillus oryzae* utilizada para hidrolisar os dissacarídeos e o amido para hexoses, e solução tampão, permanecendo por 44 horas em estufa a 45 °C.

Após o período de incubação, a solução foi filtrada em papel de filtro faixa preta em um balão volumétrico de 100ml. Foi adicionado ao filtrado 2ml de solução a 10% de acetato de chumbo neutro, utilizado para precipitar a proteína da amostra, e o volume foi completado com água destilada, e permaneceu em repouso por cerca de seis horas para que houvesse a decantação do precipitado. Uma alíquota de 10ml do sobrenadante foi transferida para tubos de vidro com capacidade de 75ml e adicionado 10ml de reagente 50 e levado à fervura durante 15 minutos.

As hexoses no sobrenadante foram analisadas através do poder redutor, onde as unidades redutoras obtidas foram utilizadas na redução do Cu^{++} , que é precipitado como Cu_2O , e o cobre em excesso fica livre na solução. Em seguida, foi adicionado 2ml da solução de iodeto-oxalato de potássio, 10ml da solução de ácido sulfúrico a 1N e cinco gotas da solução indicadora de amido. O excesso de cobre foi determinado por determinação iodométrica pela titulação com solução de

tiosulfato de sódio a 0,02N, em presença de solução indicadora de amido, segundo a marcha descrita por Smith (1969) citado por Silva & Queiroz (2006).

O conteúdo de carboidratos não-fibrosos (CNF) foi calculado pela fórmula:

$$\text{CNF} = 100 - \text{PB} - \text{EE} - \text{MM} - \text{FDN}$$

Os teores dos carboidratos rapidamente fermentáveis (CHO-RF) foram calculados pela diferença entre os carboidratos não-fibrosos (CNF) e carboidratos hidrolisáveis (CHO-H), segundo Hoffman et al. (2001):

$$\text{CHO-RF} = \text{CNF} - \text{CHO-H}$$

Os carboidratos totais foram calculados através da fórmula:

$$\text{CHO-T} = \text{CHO-H} + \text{CHO-RF} + \text{FDN}$$

O coeficiente de digestibilidade aparente (CD) dos nutrientes na coleta total de fezes foi calculado de acordo com a equação proposta por Schneider & Flatt (1975):

$$\text{CD} = \frac{\text{MS consumida} \times (\% \text{ nutriente na dieta}) - \text{MS fezes} \times (\% \text{ nutriente nas fezes})}{\text{MS consumida} \times (\% \text{ nutriente dieta})} \times 100$$

Os sacos utilizados na digestão total e pré-cecal foram analisados quanto à perda de nutrientes, expressas como coeficiente de digestibilidade aparente (CD) determinado pelo resíduo de amostra composta, e calculado de acordo com a equação:

$$\text{CD} (\%) = ((I-F)/I) \times 100$$

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 ou no ceco (MOORE-COLYER et al., 2002).

3.3. Cinética de passagem dos sacos de náilon móveis

A cinética de passagem dos sacos de náilon na porção pré-cecal ou total do trato digestório foi estimada para avaliar as variações inerentes a técnica em relação ao fluxo normal da digesta.

O tempo de trânsito dos sacos no trato digestório foi determinado pelo intervalo de tempo entre a inserção dos sacos no animal e a recuperação inicial dos sacos. Assim o tempo de trânsito pré-cecal foi o tempo entre a incubação no estômago e o início da recuperação no ceco, e o tempo de trânsito total, a diferença entre o tempo de inserção dos sacos no estômago e o início da recuperação nas fezes.

O tempo médio de retenção (TMR) dos sacos nos segmentos do trato digestivo de equinos foi calculado pela equação proposta por Faichney (1975):

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

Onde, na digestão pré-cecal, o: m_i = Número de sacos recuperados no ceco no i intervalo de tempo; t_i = Intervalo de tempo entre a inserção gástrica dos sacos e i tempo de coleta no ceco;

Onde, na digestão total o: m_i = Número de sacos recuperados nas fezes 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 (TxP) dos sacos nos segmentos do trato digestório foi estimada como inverso do TMR:

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

O percentual de recuperação dos sacos foi calculado através do total de sacos recuperados de cada alimento, em determinado horário de acordo com o local de inserção dos sacos, até sete horas pré-cecal e até 96h total do trato gastrintestinal, sendo calculado o percentual de forma cumulativa.

Os sacos recuperados fora destes períodos foram descartados, uma vez que não são representativos do processo digestivo.

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

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da composição bromatológica das forrageiras utilizadas nos ensaios de digestão podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição bromatológica das forrageiras, na base da matéria seca.

Nutriente (%)	Feno de Alfafa	Amendoim Forrageiro	Feno de <i>Coastcross</i>
Matéria Seca	88,9	28,7	90,6
Matéria Orgânica	92,2	92,7	94,4
Proteína Bruta	17,0	15,4	5,5
Extrato Etéreo	1,9	1,8	1,3
Energia Bruta*	3,59	3,65	3,62
FDN**	31,6	39,0	60,9
FDA	21,0	24,5	32,2
Hemicelulose	10,6	14,5	28,7
Celulose	20,7	23,9	30,3
Lignina	5,8	7,2	5,7
CHO-H	1,6	3,2	2,2
CHO-RF	29,9	26,1	15,7
CHOT	59,6	65,3	73,0

*(Mcal/kgMS); **Carboidratos lentamente fermentáveis (CHO-LF) representados pelo teor de FDN; CHO-H = carboidratos hidrolisáveis; CHO-RF = carboidratos rapidamente fermentáveis;

O teor de proteína bruta da alfafa, de 17%, observado no presente trabalho é semelhante aos descritos por Perali et al. (2001), Furtado et al. (2008) e Silva et al. (2009), de 16,5; 16,9 e 17,6% respectivamente. Segundo informações compiladas da literatura (ALMEIDA et al., 1999), os teores de proteína bruta da alfafa variam de 9,1 a 24,7%, os de FDN, de 30,9 a 60% e, os de FDA, de 23,9 a 48,2%, na base da matéria seca.

A alfafa utilizada neste experimento apresentou teores de FDN e FDA, de 31,6 e 21%, respectivamente, valores abaixo dos descritos por PERALI et al. (2001), de 41,5 e 30,4%, FURTADO et al. (2008), de 46,1 e 31,8% e, por SILVA et al. (2009), de 64,5 e 43,7%, respectivamente. Os menores teores de fibra na alfafa estão relacionados ao seu grau de maturidade e, segundo Queiroz Filho et al. (2000), com a maturação da planta, a proporção dos componentes potencialmente digestíveis tende a diminuir e a da fibra aumentar. Com isso é possível que a amostra de feno de alfafa utilizado neste experimento seja de planta mais jovem que as demais amostras citadas na literatura.

O amendoim forrageiro apresentou valores de FDN de 39,0%, FDA de 24,5% e lignina de 7,2%, valores inferiores aos descritos por Ladeira et al. (2002), de 52,5; 35,8; 11,2% e por Silva et al. (2009), de 46,8; 30,7 e 12,4% respectivamente, indicando ser uma amostra de melhor qualidade que as utilizadas por estes autores.

O feno de *coastcross* por sua vez apresentou valores de proteína bruta próximos aos observados por Araújo et al. (2000a), Perali et al. (2001) e Silva et al. (2009), de 6,4; 4,7 e 6,3% respectivamente. No entanto, muito abaixo dos valores observados por Pimentel et al. (2009), de 12,2% de proteína bruta. Apesar do baixo teor de proteína, os valores de FDN e FDA não foram muito altos, de 60,9 e 32,2%, quando comparados aos descritos por ARAÚJO et al. (2000a), de 84,6 e 40,15%, PERALI et al. (2001), de 79,3 e 41,8% e, por PIMENTEL et al. (2009), de 82,9 e 39,8 %, respectivamente.

Os teores de carboidratos hidrolisáveis (CHO-H), carboidratos rapidamente fermentáveis (CHO-RF) e carboidratos totais (CHO-T) na alfafa, no amendoim forrageiro e no *coastcross* no presente estudo foram de 1,6; 3,2; e 2,2% de CHO-H, de 29,9; 26,1 e 15,7% de CHO-RF e de 59,6; 65,3 e 73% de CHOT, respectivamente.

Hoffman et al. (2001), avaliando os teores de carboidratos de pastagens, fenos e alimentos para equinos nas diferentes estações do ano, indicam que as forrageiras podem apresentar variação de 0,6 e 8,4% de CHO-H e, de 3,3 a 14 % de CHO-RF. Estas variações estão relacionadas com as diferenças dos tipos de forrageiras e as variações edafoclimáticas da região onde elas foram cultivadas. Morgado et al. (2009) avaliando os teores de carboidratos nos fenos de alfafa, amendoim forrageiro e *coastcross* em equinos observaram teores de 2,8; 5,2; e 1,7% de CHO-H, de 5,2; 20,0 e 7,4% de CHO-RF e de 72,6; 72,1 e 79,4% de CHO-T, respectivamente.

Os valores de carboidratos hidrolisáveis no presente trabalho estão dentro da variação sugerida por Hoffman et al, (2001), porém, os valores observados para carboidratos rapidamente fermentáveis estão mais elevados. Esta variação nos teores de CHO-RF pode ser justificada pelas diferenças sazonais e origem das forrageiras. Hoffman et al (2001) observaram que os fenos de forrageiras possuem maiores teores de carboidratos rapidamente fermentáveis em relação às pastagens. Assim, quando compara-se as duas leguminosas, o feno de alfafa apresentou maiores teores de carboidratos rapidamente fermentáveis em relação ao amendoim forrageiro, com 29,9 e 26,1% de CHO-RF, respectivamente.

4.1 Digestão Total das Forrageiras no Trato Digestório

A tabela 2 apresenta os valores dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do feno de *coastcross* estimados com a coleta total de fezes e a técnica de sacos de náilon móveis.

Tabela 2. Coeficiente de digestibilidade do feno de *coastcross* através das técnicas de coleta total de fezes e de sacos de náilon móveis

Nutrientes	Coeficiente de digestibilidade (%)		CV (%)
	Coleta total de fezes	Sacos de náilon móveis	
MS	51,2 ^a	53,2 ^a	8,1
MO	75,1 ^a	52,2 ^b	4,3
PB	69,7 ^a	70,1 ^a	4,6
EE	68,0 ^a	44,9 ^b	14,5
EB	71,6 ^a	43,9 ^b	4,3
FDN	72,3 ^a	42,5 ^b	2,1
FDA	68,9 ^a	41,6 ^b	1,9
CHO-H	100,5 ^a	95,5 ^a	7,8
CHO-RF	67,5 ^b	75,1 ^a	2,8
CHO-T	48,7 ^a	51,3 ^a	9,5

CV= coeficiente de variação

As médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de F (P<0,05)

O consumo médio diário de matéria seca do feno de *coastcross* foi de $2,4 \pm 0,4\%$ do peso vivo, valores dentro do recomendado pelo NRC (1989), de 2,0 a 2,5% do peso vivo, para animais em manutenção. Almeida et al (1999) observaram o consumo voluntário de equinos alimentados com capim-elefante, feno de alfafa e feno de *coastcross*, e observaram resultados de 1,55; 1,66; e 1,39% do peso vivo para estas forrageiras. O consumo de feno de *coastcross* reportado por estes autores foi inferior ao obtido no presente experimento, esta variação pode ser devido a regulação do consumo dos animais naquele experimento diante da qualidade da forrageira fornecida.

LaCasha et al. (1999) avaliando o consumo voluntário e a digestibilidade do feno de alfafa e do feno de *coastcross*, observaram consumo voluntário de cerca de 3,1 e 2,1% do peso vivo para as duas forrageiras respectivamente. Estes autores observaram que nos primeiros dias de avaliação do consumo os equinos apresentaram maior seleção do feno de alfafa comparado ao feno de *coastcross*, quando estes foram oferecidos simultaneamente. No entanto, no decorrer do experimento os equinos tenderam a diversificar o consumo equilibrando as quantidades ingeridas de gramíneas e leguminosas e, o consumo de leguminosas foi sempre superior ao consumo de gramíneas, devido a composição da parede celular e a rápida taxa de passagem.

Pimentel et al. (2009), alimentando equinos com feno de *coastcross* em diferentes formas físicas observaram que não houve diferença no consumo, de cerca de 2,3% do peso vivo, independente do grau de moagem da forrageira.

São poucos os trabalhos na literatura avaliando a utilização do amendoim forrageiro para equinos, sendo inexistentes dados de consumo voluntário desta forrageira.

Não houve diferença entre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta, carboidratos hidrolisáveis e carboidratos totais do feno de *coastcross* estimados a partir das duas técnicas. Os valores médios observados foram de 51,2 e 53,2% da matéria seca, 69,7 e 70,1% da proteína bruta, de 100 e 95,5% dos CHO-H, e de 48,7 e 51,3% dos CHO-T com a coleta de fezes e os sacos móveis, respectivamente.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica, extrato etéreo, energia bruta, FDN e FDA do *coastcross* foram superiores na coleta total de fezes, com valores médios de 75,1; 68; 71,6; 72,3 e 68,9% em relação aos valores observados na técnica de sacos de náilon móveis de 52,2; 44,9; 43,9; 42,5 e 41,6% respectivamente. Os valores de carboidratos rapidamente fermentáveis foram superiores na técnica de sacos de náilon móveis, com média de 75,1% comparado a 67,5% observado na coleta total de fezes.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica estimados com a coleta total de fezes estão acima dos valores citados por LaCasha et al. (1999), de 60%, que sugerem que altos valores do coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica podem ser justificados pela presença de contaminação pelo solo. O manejo inadequado no momento da fenação pode provocar esta contaminação. No entanto, o valor do coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica através da técnica de sacos de náilon móveis encontra-se dentro dos valores citados na literatura, de 48,2% (Santos et al., 2008) e 60% (LaCasha et al., 1999), indicando que a contaminação pode ter sido eliminada no momento da amostragem para confecção dos sacos.

Os valores observados do coeficiente de digestibilidade da matéria seca através nas duas técnicas foram inferiores aos descritos por Pimentel et al. (2009), de 60,3%. Esta variação já era esperada uma vez que o feno utilizado neste ensaio apresentou características de menor qualidade devido a sua composição nutricional.

Araújo et al. (2000a) comparando a digestibilidade do feno de *coastcross* através da coleta total de fezes e dos sacos de náilon móveis com amostras moídas em três diferentes granulometrias, de 1, 3 e 5mm, observaram valores inferiores do coeficiente de digestibilidade da matéria seca. No entanto, similar ao observado no presente resultado, não observaram diferença entre os coeficiente de digestibilidade da matéria seca estimadas com a coleta total de fezes e dos sacos de náilon quando a amostra foi moída a 1mm.

Os valores de coeficiente de digestibilidade da FDN, de 72,3%, da FDA, de 68,9% e da energia bruta, de 71,6%, foram subestimados na técnica dos sacos de náilon móveis. Santos et al. (2008) avaliando a digestibilidade do feno de *coastcross* através da coleta total de fezes e de indicadores internos observaram valores do coeficiente de digestibilidade da FDN e da energia bruta na coleta total de fezes de 47,9 e 45,5%, respectivamente, valores próximos aos observados no presente experimento, de 42,5 e 44,9%, com a técnica de sacos de náilon móveis. Corroborando com estes resultados, Silva et al. (2009) observaram valores de 47,5; 39,4 e 48,7% do coeficiente de

digestibilidade da FDN, FDA e energia bruta respectivamente, através da técnica de sacos de náilon móveis.

A tabela 3 apresenta os valores dos coeficientes de digestibilidade dos fenos de alfafa, de *coastcross* e do amendoim forrageiro com a técnica de sacos de náilon móveis.

Os valores de coeficiente de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta da alfafa foram superestimados pela técnica de sacos de náilon móveis. Dados compilados da literatura apresentam valores do coeficiente de digestibilidade da matéria seca de 62,5% (ALMEIDA, 1994). Silva et al. (2009), utilizando a técnica de sacos de náilon móveis, observaram valores de 63,5; 64,3; 77,0 e 61,0% do coeficiente de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta, respectivamente. Takagi et al. (2002) observaram valores de 80,2% do coeficiente de digestibilidade da proteína bruta com a coleta de fezes. Os altos valores de coeficiente de digestibilidade da alfafa podem estar relacionados à perda de partículas pelos poros dos sacos.

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes das forrageiras com a técnica de sacos de náilon móveis

Nutriente	Coeficiente de digestibilidade (%)			CV (%)
	Feno de Alfafa	Amendoim forrageiro	Feno de <i>Coastcross</i>	
MS	76,8 ^a	75,9 ^a	53,2 ^b	1,6
MO	76,7 ^a	75,4 ^a	52,2 ^b	1,7
PB	94,0 ^a	82,6 ^b	70,1 ^c	1,1
EE	83,5 ^a	75,9 ^a	49,1 ^b	9,7
EB	72,2 ^a	67,7 ^a	43,9 ^b	4,8
FDN	47,1 ^b	59,1 ^a	42,5 ^b	3,9
FDA	46,5 ^b	55,3 ^a	41,6 ^b	4,8
CHO-H	98,5 ^a	99,4 ^a	95,5 ^a	1,9
CHO-RF	92,7 ^a	90,1 ^a	75,1 ^b	1,2
CHO Totais	70,4 ^b	74,8 ^a	51,3 ^c	1,4

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

Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do amendoim forrageiro estão abaixo dos valores descritos por Silva et al. (2009), de 83,7% de digestibilidade da matéria seca, de 84,4% de digestibilidade da matéria orgânica, de 91% de digestibilidade da proteína bruta, de 72,2% de digestibilidade da FDN e de 70,9% de digestibilidade da FDA e, tal variação pode ser explicada pela diferença na composição nutricional do alimento.

O feno de *coastcross* foi a forragem que apresentou maior uniformidade dos coeficientes de digestibilidade em relação aos dados compilados da literatura. Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta e da FDN foram de 53,2; 70,0 e 42,5%, valores próximos aos observados por Araújo et al. (2000a) e Silva et al. (2009), de 44,7; 68,2 e 36,8%; e 52,4; 69,8 e 47,5%, respectivamente.

Dentre as forrageiras avaliadas, o feno de alfafa e o amendoim forrageiro apresentaram os melhores coeficientes de digestibilidade. O que já era esperado, pois segundo Singer et al. (1999), as leguminosas apresentam maior digestibilidade em relação as gramíneas. LaCasha et al. (1999) comparando o consumo voluntário de potros alimentados com leguminosas e gramíneas, verificaram que o consumo de leguminosas é maior que o das gramíneas independente dos coeficientes de digestibilidade, devido a baixa concentração de parede celular e a taxa de passagem mais rápida no trato digestório.

O tempo de trânsito (TT), o tempo médio de retenção (TMR), a taxa de passagem (TxP) e o total de recuperação dos sacos até 96 horas dos sacos de náilon móveis ao longo do trato digestório de equinos pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4. Cinética de passagem dos sacos de náilon móveis no trato digestório dos equinos

Alimento	TT (horas)	TMR (horas)	TxP (%/h)	Recuperação até 96h (%)
Alfafa	23,0 ± 6,1 ^a	51,3 ± 4,1 ^a	1,9 ± 0,2 ^a	95,9 ± 3,6 ^a
Amendoim	25,9 ± 3,0 ^a	52,1 ± 2,6 ^a	1,9 ± 0,1 ^a	96,3 ± 2,9 ^a
Feno de <i>Coastcross</i>	21,8 ± 8,3 ^a	53,3 ± 4,5 ^a	1,9 ± 0,2 ^a	92,0 ± 6,5 ^a
Média	23,6	52,2	1,9	94,8
CV (%)	8,9	1,9	1,8	2,5

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

Não foram observadas diferenças (P>0,05) no tempo de trânsito, tempo médio de retenção, taxa de passagem e recuperação dos sacos entre os alimentos, com valores médios de 23,6h, 52,2h, 1,9%/h e 94,8% até 96 horas, respectivamente.

O tempo de trânsito é considerado como o intervalo de tempo entre a alimentação e o primeiro aparecimento do indicador nas fezes. O tempo médio de retenção é o tempo médio integrado entre a ingestão do indicador e a sua excreção nas fezes.

O tempo de trânsito observado foi de 23,6h, similar ao descrito por Silva (2007), de 23,3h. Oliveira et al. (2003), avaliando a cinética de passagem em dietas com diferentes níveis de volumoso, observaram o tempo de trânsito de 27 horas da fase sólida da digesta em equinos alimentados com dieta exclusiva de volumoso. Corroborando com estes valores, Oliveira et al. (2007) observaram tempo de trânsito médio de 28,9h em dietas mistas com diferentes níveis de substituição do grão de milho pelo grão de triticales secos ou ensilados.

A média dos valores de tempo médio de retenção dos sacos foi de 52,2 horas valor superior ao observado por Silva (2007), de 48,6 horas. A diferença no tempo médio de retenção pode estar relacionada com a diferença no tamanho dos sacos utilizados. Os sacos do presente estudo foram maiores, de 6,5x3,0cm, do que os sacos utilizados por Silva (2007), de 7,5x2cm, e por isso teriam demorado mais a passar pelo intestino grosso dos equinos. Oliveira et al. (2007) observaram tempo médio de retenção total de 47,8 horas em dietas mistas, valores próximos ao observado no presente estudo.

Deve-se ressaltar que o tempo de trânsito dos sacos varia dependendo do tipo de composição da dieta e da frequência de alimentação (DE FOMBELLE et al., 2004). Dessa forma, a dieta dos animais foi fracionada em três vezes ao longo do dia permitindo que a motilidade intestinal fosse mantida regularmente.

É importante salientar que a cinética de passagem dos sacos possui características próprias que diferem da passagem normal da digesta pelo trato digestório. Porém, é importante que os parâmetros cinéticos sejam os mais próximos possíveis do real para que não haja interferência na digestibilidade dos nutrientes.

Os valores de recuperação dos sacos até 96 horas no presente estudo foi de 94,8%, superior ao observado por Araújo et al. (2000a), com média de 85,7% com sacos contendo amostras de feno de *coastcross* em diferentes granulometrias. Esta diferença diz respeito à forma de coleta dos sacos, que para estes autores foi realizada juntamente com as fezes em bolsas coletoras que eram esvaziadas três vezes ao dia, enquanto que no presente trabalho, os sacos foram coletados nas fezes imediatamente após a excreção, 24 horas por dia, ao longo do período experimental.

Rosenfeld & Austbø (2009) recuperaram cerca de 37% dos sacos no ceco e 61% dos sacos nas fezes entre 24 e 72 horas após a inserção gástrica. Segundo De Fombelle et al. (2004), a

quantidade de sacos recuperados e o tempo de recuperação pode variar de acordo com a dieta, indicando alterações no tempo de retenção dos sacos.

A eficiente recuperação dos sacos é condição fundamental para o sucesso da técnica. Araújo et al (2000a) sugerem o mínimo de 80% de recuperação dos sacos nas fezes para viabilização da técnica.

4.2 Digestão Pré-Cecal das Forrageiras com Sacos de Náilon Móveis em Equinos

Os valores médios e desvio padrão dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), energia bruta (CDEB), fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) e das frações dos carboidratos estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Valores médios e desvio padrão dos coeficientes de digestibilidade pré-cecal das forrageiras através da técnica de sacos de náilon móveis.

Nutriente	Coeficiente de digestibilidade (%)		
	Feno de alfafa	Amendoim forrageiro	Feno de <i>coastcross</i>
MS	58,3 ± 5,5	55,4 ± 9,1	30,7 ± 3,6
MO	56,2 ± 5,8	54,3 ± 9,3	28,2 ± 3,7
PB	90,7 ± 1,2	72,8 ± 5,5	69,8 ± 1,6
EE	79,2 ± 2,7	77,7 ± 4,5	21,2 ± 4,1
EB	55,1 ± 5,9	52,8 ± 9,6	19,0 ± 4,2
FDN	18,7 ± 10,7	39,0 ± 12,5	8,9 ± 4,7
FDA	12,5 ± 11,6	28,8 ± 14,5	8,6 ± 4,7
CHO-H	83,4 ± 2,2	82,9 ± 3,5	76,7 ± 1,2
CHO-RF	71,6 ± 3,8	62,9 ± 7,6	71,8 ± 1,5
CHO-T	46,3 ± 7,1	51,2 ± 9,9	22,3 ± 4,0

A técnica de sacos de náilon móveis para avaliar a digestibilidade pré-cecal de alimentos para equinos ainda é pouco utilizada devido às dificuldades de manutenção do animal fistulado. Aliado a isso, os poucos resultados presentes na literatura são da digestão de alimentos concentrados, uma vez que a porção pré-cecal do trato digestório de equinos é o principal sítio de digestão e absorção de carboidratos hidrolisáveis e proteínas.

Os coeficientes de digestibilidade pré-cecal da proteína bruta foram os que apresentaram os maiores valores, independente da forrageira avaliada, com médias de 90,7; 72,8 e 69,8% do feno de alfafa, amendoim forrageiro e feno de *coastcross*, respectivamente. Os coeficientes de digestibilidade pré-cecal das duas leguminosas foram superestimados, e podem estar relacionados às perdas de partículas pelos poros dos sacos. Cerca de 27,2 e 26,2% da proteína presente nas amostras de alfafa e amendoim inseridas nos sacos foram perdidas no momento da lavagem. Enquanto que o feno de *coastcross* apresentou perda de apenas 1,6% do teor de proteína presente na amostra. O caule e as folhas das plantas, quando submetidos à moagem podem apresentar diferenças na granulometria. Neste trabalho não foi feita a avaliação do tamanho de partícula da mostra, considerou-se apenas o tamanho padrão de 1mm, tamanho equivalente a peneira utilizada na moagem.

Os coeficientes de digestibilidade pré-cecal do feno de alfafa e do amendoim forrageiro foram superiores ao do feno de *coastcross*. Gibbs et al. (1988) utilizaram a coleta de digesta para avaliar a digestibilidade pré-cecal do nitrogênio no capim bermuda e em duas amostras de alfafa, uma de alta e outra de baixa proteína, e observaram valores de 9,6; 13,0 e 21,0% de digestibilidade

destas forrageiras, respectivamente. A diferença entre as duas amostras de alfafa é bastante característica da diferença de qualidade de forrageiras. A alfafa de alta proteína também apresentava menor teor de FDN que a alfafa de baixa proteína. No presente estudo, o teor de FDN também interferiu na digestibilidade da proteína, sendo o feno de *coastcross* a forrageira com maior teor de FDN e menor digestibilidade da proteína bruta.

Alvarenga et al. (1997) avaliando a digestibilidade total e parcial em equinos íleo-fistulados através da coleta de digesta ileal, observaram valores superiores para digestibilidade aparente do *coastcross*, de 36,2; 73,3; 89,8 e 67,5% para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro, respectivamente. A recuperação dos indicadores é fator importante nos ensaios de coleta de conteúdo intestinal, e podem interferir diretamente na digestibilidade dos nutrientes. As diferenças observadas entre os resultados de digestibilidade pré-cecal através da coleta de conteúdo e dos sacos de náilon móveis podem ser atribuídas às dificuldades da coleta de digesta e recuperação dos indicadores.

Moore-Colyer et al. (2002) avaliando a digestibilidade da matéria seca de quatro alimentos, sendo três tipos de grãos e um tipo de feno em cubo, observaram que o feno em cubos apresentou digestibilidade pré-cecal de 32, 29, 52, 8 e 13% da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, FDN e FDA, respectivamente. O foco do referido trabalho foi a avaliação dos alimentos concentrados, por isso os autores não especificaram o tipo de feno utilizado. No entanto, os valores observados por Moore-Colyer et al. (2002) são semelhantes ao observado no presente trabalho para o feno de *coastcross*, indicando que possivelmente se trata de feno de gramínea.

Os coeficientes de digestibilidade pré-cecal dos carboidratos hidrolisáveis do feno de alfafa, amendoim forrageiro e feno de *coastcross* foram de 83,4; 82,9 e 76,7%, respectivamente. Os altos valores de coeficiente de digestibilidade dos carboidratos hidrolisáveis confirmam que a porção pré-cecal do trato digestório de equinos é o principal sítio de digestão deste nutriente.

Segundo Hoffman et al. (2001), os animais que realizam fermentação no intestino grosso, como os equinos, digerem os carboidratos hidrolisáveis no intestino delgado até a máxima capacidade enzimática do animal. O conteúdo remanescente deste nutriente é fermentado junto com o restante dos carboidratos no intestino grosso. No entanto, quantidades elevadas de carboidratos hidrolisáveis no intestino grosso podem levar a distúrbios como cólicas e laminites.

As frações de carboidratos devem ser diferenciadas em estudos com equinos, visto que a eficiência energética é maior para os produtos da hidrólise em relação a fermentação, bem como o metabolismo de glicose em relação ao metabolismo do acetato (HOFFMAN et al., 2001).

Os coeficientes de digestibilidade pré-cecal dos carboidratos rapidamente fermentáveis foram de 71,6% no feno de alfafa, de 62,9% no amendoim forrageiro e de 71,8% no feno de *coastcross*. Os carboidratos rapidamente fermentáveis são formados por compostos de amido resistentes a digestão enzimática e por frações de fibra solúvel como pectinas e mucilagens.

Apesar do pouco tempo de permanência do alimento no estômago, a região conhecida como saco cego (*saccus caecus*) do estômago de equinos é uma região passível de fermentação dos carboidratos rapidamente fermentáveis (FRAPE, 2008). Assim, o alto coeficiente de digestibilidade dos carboidratos rapidamente fermentáveis pode ser explicado pela interação dos fatores, solubilidade da fibra, início da fermentação no estômago e perda de partículas através dos poros dos sacos de náilon móveis.

Os carboidratos totais apresentaram coeficiente de digestibilidade de 46,3% no feno de alfafa, de 51,2% no amendoim forrageiro e de 22,3% no feno de *coastcross*. Os baixos valores observados para o coeficiente de digestibilidade do feno de *coastcross* estão relacionados com o alto teor de FDN desta forrageira. A alfafa apresentou menor digestibilidade em relação ao amendoim forrageiro, corroborando com os resultados observados por Morgado et al. (2009), onde o amendoim apresentou valores de digestibilidade total dos carboidratos fibrosos, não-fibrosos e de suas frações superiores às demais forrageiras.

A cinética de passagem dos sacos na porção pré-cecal do trato digestório de equinos é um parâmetro importante para se avaliar a eficiência da técnica. Os sacos devem seguir pelo trato de maneira semelhante à digesta permitindo a perfeita simulação do processo digestivo. Os valores dos parâmetros de cinética de passagem podem ser observados na tabela 6.

Tabela 6. Valores médios e desvio padrão do tempo de trânsito (TT), tempo médio de retenção (TMR), taxa de passagem (TxP) e recuperação dos sacos na porção pré-cecal do trato digestório de equinos.

Alimento	TT (horas)	TMR (horas)	TxP (%/h)	Recuperação até 7h
Feno de Alfafa	1,8 ± 1,0	4,0 ± 0,6	25,3 ± 3,6	84,8 ± 13,3
Amendoim Forrageiro	2,7 ± 0,7	4,4 ± 0,7	23,1 ± 3,8	82,3 ± 13,5
Feno de <i>Coastcross</i>	2,2 ± 0,6	4,3 ± 0,7	23,9 ± 3,9	85,6 ± 3,5
Média	2,22	4,22	24,1	84,2
CV (%)	19,0	4,90	4,6	2,0

O tempo de trânsito é caracterizado pelo tempo entre a alimentação e o aparecimento inicial dos sacos nas fezes, ele pode ser influenciado por diversos fatores entre eles o tipo de composição da dieta e a frequência de alimentação (De FOMBELLE et al., 2004). Segundo Frape (2008), o trânsito da digesta do estômago até o ceco ocorre de forma rápida, podendo-se observar o início de aparecimento de alimento no ceco cerca de 45 minutos após a refeição.

O tempo de trânsito médio dos sacos pela porção pré-cecal do trato digestório de equinos foi de 2,22h, valores abaixo do observado por Moore-Colyer et al. (2002), de 3,3h. Estes autores observaram tempo de trânsito maior provavelmente devido às diferenças na dieta, como a adição de alimento concentrado, diferindo do atual estudo onde a dieta foi exclusiva de feno de *coastcross*.

Hyslop et al. (2006) observaram variação de 2,6 a 4,7h no tempo médio de retenção dos sacos de sete diferentes alimentos, sendo que o tempo médio de retenção de feno em cubo de 3,22h, valor inferior ao obtido no presente estudo, de 4,22h. De Fombelle et al. (2004) observaram tempo médio de retenção de 5,6h de sacos de náilon em equinos alimentados com dieta a base de peletes de alta fibra e feno fornecido três vezes ao dia.

Dentre os parâmetros cinéticos, a taxa de recuperação dos sacos é fundamental para a prática de estudos com sacos de náilon móveis. É preciso que haja recuperação eficiente dos sacos para obtenção de resíduo suficiente para análise e confirmação da praticidade da técnica. A taxa de recuperação dos sacos até sete horas após a inserção gástrica foi de 84,2%, resultado acima dos obtidos por De Fombelle et al. (2004), de 79% e, por Rosenfeld & Austbø (2009), de 37% de recuperação. A superioridade de recuperação dos sacos neste trabalho pode ser atribuída ao protocolo de recuperação dos sacos através do imã, onde a verificação do imã se iniciou 1h após a inserção dos sacos no estômago, procedimento repetido a cada 30 minutos. Este protocolo foi semelhante ao descrito por De Fombelle et al. (2004), porém Rosenfeld & Austbø (2009) utilizaram intervalos de 45 minutos, iniciando 1,5h após a inserção dos sacos no estômago.

4.3 Digestibilidade Pós-ileal através da Técnica de Sacos de Náilon Móveis

Com base nos valores observados de digestibilidade pré-cecal e total dos fenos de alfafa, *coastcross* e do amendoim forrageiro é possível estimar, por diferença, os valores de digestibilidade pós-ileal destas forrageiras. A tabela 7 apresenta a compilação destes valores de digestibilidade.

Os coeficientes de digestibilidade pós-ileal da matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e energia bruta foram maiores para o feno de *coastcross* de 22,5; 24,0; 33,6 e 24,9% em relação ao amendoim forrageiro de 20,5; 21,1; 20,1 e 15% e ao feno de alfafa de 18,5; 20,5; 28,4 e 17,1%, respectivamente. Os valores mais altos de digestibilidade pós-ileal do feno de

coastcross estão relacionados os baixos teores de proteína e aos altos teores de fibra que fazem com que este alimento seja aproveitado principalmente através da fermentação na porção pós-ileal do trato digestório de equinos.

Os coeficientes de digestibilidade pós-ileal da proteína bruta foram de 3,4; 9,8 e 0,4% para o feno de alfafa, o amendoim forrageiro e o feno de *coastcross*, respectivamente.

Tabela 7. Coeficientes de digestibilidade pré-cecal, pós-ileal e total das forrageiras no trato digestório de equinos através da técnica de sacos de náilon móveis.

	Coeficiente de digestibilidade (%)					
	MS	MO	PB	FDN	FDA	EB
Feno de alfafa						
Pré-cecal	58,3 ± 5,5	56,2 ± 5,8	90,7 ± 1,2	18,7 ± 10,7	12,5 ± 11,6	55,1 ± 5,9
Pós-ileal	18,5	20,5	3,4	28,4	34,0	17,1
Total	76,8 ± 1,6	76,7 ± 1,7	94,0 ± 1,1	47,1 ± 4,8	46,5 ± 3,9	72,2 ± 4,8
Amendoim forrageiro						
Pré-cecal	55,4 ± 9,1	54,3 ± 9,3	72,8 ± 5,5	39,0 ± 12,5	28,8 ± 14,5	52,8 ± 9,6
Pós-ileal	20,5	21,1	9,8	20,1	26,5	15,0
Total	75,9 ± 1,6	75,4 ± 1,5	82,6 ± 1,1	59,1 ± 3,8	55,3 ± 3,9	67,7 ± 4,8
Feno de <i>coastcross</i>						
Pré-cecal	30,7 ± 3,6	28,2 ± 3,7	69,8 ± 1,6	8,9 ± 4,7	8,6 ± 4,7	19,0 ± 4,2
Pós-ileal	22,5	24,0	0,4	33,6	33,0	24,9
Total	53,2 ± 1,5	52,2 ± 1,7	70,1 ± 1,2	42,5 ± 4,8	41,6 ± 3,8	43,9 ± 4,7

Almeida et al. (1998) avaliando a digestibilidade aparente em dietas com diferentes níveis protéicos em equinos, observaram aumento linear nos coeficientes de digestibilidade aparente pós-ileal em resposta aos níveis de proteína bruta dietética, variando de 22,19 a 66,24% para dietas com 7,45 a 18,51% de proteína bruta. Os elevados coeficientes de digestibilidade observados por estes autores são devido à inclusão de alimento concentrado nas dietas. No entanto, o comportamento de maior digestibilidade em dietas com maior nível protéico corrobora com os resultados observados, onde o feno de alfafa e o amendoim forrageiro apresentaram maiores coeficientes de digestibilidade pós-ileal da proteína bruta em relação ao feno de *coastcross*.

Em geral, os coeficientes de digestibilidade da FDN das leguminosas são menores do que os coeficientes de digestibilidade da fibra bruta das gramíneas, no entanto com a alfafa ocorre o oposto (VAN SOEST, 1967). Os resultados observados corroboram com a maior digestibilidade da FDA do feno de alfafa, com valores de coeficiente de digestibilidade pós-ileal de 34% comparado aos valores do amendoim forrageiro de 26,5 e de 33% para o feno de *coastcross*.

4.4 Perda de Partículas pelos Poros dos Sacos de Náilon Móveis

As perdas de partículas através dos poros foram mensuradas a partir da pesagem de sacos após a lavagem sem passar pelas etapas da digestão. Foram observadas perdas de 26,5; 27,1 e 16,7% da matéria seca e de 27,2; 26,2 e 1,6% de proteína bruta dos sacos contendo feno de alfafa, amendoim forrageiro e feno de *coastcross*, respectivamente. Araújo et al. (2000a) observaram cerca de 14% de perda de matéria seca do feno de *coastcross* em sacos com porosidade de 60 µ, porosidade maior que a utilizada no presente trabalho, de 45µ.

Segundo Hyslop et al. (2006), a perda de partícula pelos poros dos sacos constitui uma das principais falhas na técnica de sacos de náilon móveis, uma vez que, não é possível avaliar o local e extensão da degradação e absorção das partículas perdidas. As perdas de partículas pelos poros dos

sacos podem ocorrer em dois momentos: no primeiro, devido a partículas finamente moídas que ao entrarem em contato com o suco gástrico são diluídas saindo dos sacos. Outra forma de perda seria no momento de lavagem dos sacos. A lavagem após a recuperação dos sacos tem a função de remover impregnações, enzimas endógenas, biomassa microbiana e resíduos de alimentos (MOORE-COLYER et al., 2002).

As partículas finamente moídas que são solúveis ainda no estômago podem ser consideradas como parte do material digerido na técnica de sacos móveis total, uma vez que após saírem dos sacos terão a oportunidade de serem digeridas ao longo do trato digestório. O mesmo não se pode afirmar quando se avalia a digestibilidade pré-cecal dos alimentos. Por se tratar de um segmento relativamente curto e com rápida taxa de passagem, não se sabe precisar se a partícula perdida foi absorvida ou não no segmento pré-cecal.

De Fombelle et al. (2004) avaliando a digestibilidade de alimentos concentrados na porção pré-cecal sugeriram duas formas de avaliação das perdas de partículas pelos poros. A primeira seria com a incubação *in vitro* dos sacos em ambiente simulando as condições gástricas, a segunda apenas com a lavagem dos sacos. No entanto estes autores observaram que as perdas ocorridas foram desprezíveis, pois os valores de digestibilidade observados foram semelhantes aos descritos na literatura e por se tratarem de alimentos concentrados, as partículas perdidas provavelmente foram digeridas e absorvidas.

5 CONCLUSÕES

A técnica de sacos de náilon móveis em relação à coleta total de fezes foi eficiente na avaliação do coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, carboidratos hidrolisáveis e carboidratos totais. No entanto, as perdas devido ao tamanho de partícula utilizado neste experimento, de 1mm, superestimou a digestibilidade dos demais nutrientes, sendo necessários novos estudos que avaliem e corrijam as possíveis perdas ocorridas através dos sacos de náilon móveis, de forma a otimizar a utilização da técnica.

O amendoim forrageiro apresentou digestibilidade total elevada, com valores próximos ao observado para a alfafa. Indicando alto potencial de utilização em dietas para equinos. No entanto, são necessários novos estudos que avaliem o consumo e a palatabilidade desta forrageira em equinos.

A técnica de sacos de náilon móveis pode ser utilizada com sucesso no segmento pré-cecal do trato digestório de equinos fornecendo valores de digestibilidade pré-cecal e pós-ileal dos alimentos. As perdas de partículas através dos poros na técnica de sacos de náilon móveis no trato digestório total de equinos não alterou a digestibilidade dos alimentos. No entanto, novos estudos são necessários para se avaliar a interferência destas perdas de partículas quando a técnica é aplicada na porção pré-cecal do trato digestório de equinos.

6 BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.Q.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; LEÃO, M.I.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R. Digestibilidade aparente e verdadeira pré-cecal, e total da proteína em dietas com diferentes níveis protéicos em equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.3, p. 521-529, 1998.
- ALMEIDA, M. I. V. *Predição da energia digestível de dietas para equinos 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 equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 4, p. 743-752, 1999.
- ALVARENGA, R.C.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; THIÉBAUT, J.T.L.; GONÇALVES, L.C. Digestibilidade aparente total e parcial em equinos íleo-fistulados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 26, n. 4, p. 736-743, 1997.
- 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 equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 3, p. 752-761, 2000a.
- 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 equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.25, n. 5, p. 957-963, 1996.
- ARAÚJO, K.V.; LIMA, J.A.F; FIALHO, E. T; FRANCO, G. L. Avaliação de períodos de coleta total de fezes para determinar a digestibilidade aparente dos nutrientes em equinos. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 4, p. 886-893, 2003.
- ARAÚJO, K.V.; LIMA, J.A.F; FIALHO, E.T; MIYAGI, E.S. Comparação dos indicadores internos com o método de coleta total para determinar a digestibilidade dos nutrientes de dietas mistas em equinos. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 24, n. 4, p. 1041-1048, 2000b.
- BURTON, G.W.; HART, R.T.; LOWREY, R.S. Improving forage quality in Bermuda grass by breeding. *Crop Science*, v. 7, p.329, 1967
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. *Archivos de Zootecnia*, v.57, p. 103-113, 2008
- 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 bag technique in horses. *Journal of Animal Science*, v.82, p. 3625-3634, 2004.
- FAICHNEY, G.J. The use of markers to partition digestion within the gastrointestinal tract of ruminants. In: McDONALD, I.W., WARNER, A.I.C. (Ed.) *Digestion and metabolism in ruminant*. The University of New England Publishing Unit: Armidale NSW, p.277-291, 1975.
- FARLEY, E.B.; POTTER, G.D.; GIBBS, P.G.; SCHUMACHER, J.; MURRAY-GERZIK, M. Digestion of soybean meal protein in the equine small and large intestine at various levels of intake. *Journal of Equine Veterinary Science*, v.15, n.9, p. 391-397, 1995.
- FRAPE, D.L. *Nutrição e alimentação de equinos*. 3ed. São Paulo: Editora Roca, 2008, 601p.
- FURTADO, C.E.; RIBEIRO, L.B.; DE PAULA, A.C.S.; MACIEL, P.R.C.; TONELLO, C.L. Consumo de nutrientes e balanço hídrico em equinos recebendo dietas com diferentes níveis de

inclusão de feno de alfafa. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 45, Lavras, 2008, *Anais...* Lavras:SBZ, 2008

GIBBS, P.G.; POTTER, G.D.; SCHELLING, G.T. Digestion of hay protein in different segments of the equine digestive tract. *Journal of Animal Science*, v.66, p. 400-406, 1988.

GIBBS, P.G.; POTTER, G.D.; SCHELLING, G.T.; KREIDER, J.L.; BOYD, C.L. The significance of small vs large intestinal digestion of cereal grain and oilseed protein in the equine. *Journal of Equine Veterinary Science*, v.16, n.2, p.60-65, 1996.

HOFFMAN, R.M.; WILSON, J.A.; KRONFELD, D.S.; COOPER, W.L.; LAWRENCE, L. A.; SKLAN, D.; HARRIS, P.A. Hydrolyzable carbohydrates in pasture, hay, and horse feeds: direct assay and seasonal variation. *Journal of Animal Science*, v.79, p.500-506, 2001.

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.

LA CASHA, P.A.; BRADY, H.A. ; ALLEN, V.G.; RICHARDSON, C.R.; POND, K.R. Voluntary intake, digestibility, and subsequent selection of mutual bromegrass, coastal bermudagrass, and alfalfa hays by yearling horses. *Journal of Animal Science*, v. 77, p. 2766-2773, 1999.

LADEIRA, M.M.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I.; GONÇALVES, L.C.; SALIBA, E.O.S.; BRITO, S.C.; SÁ, 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, 2002.

LIMA, R.A.S.; SHIROTA, R.; BARROS, G.S.C. *Estudo do Complexo do Agronegócio Cavalos no Brasil*. CEPEA-ESALQ/USP, Piracicaba, 2006, 250p.

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. 347-351.

MEYER, H. *Alimentação de cavalos*. 2ed., São Paulo: Livraria Varela, 1995. 303 p.

MOORE-COLYER, M. J. S.; HYSLOP, J. J.; LONGLAND, A. C.; CUDDERFORD, D. Degradation of four dietary fiber sources 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.

MORGADO, E.S.; ALMEIDA, F.Q.; SILVA, V.P.; GOMES, A.V.C.; GALZERANO, L.; VENTURA, H.T.; RODRIGUES, L.M. Digestão dos carboidratos de alimentos volumosos em equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.1, p.75-81, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of horses*. 6.ed.Rev. Washington, D.C.: National Academies Press, 2007. 341p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient requirements of horses.*, 5. Ed Washington, D.C.: National Academies Press, 1989. 100p.

OLIVEIRA, C.A.A.; ALMEIDA, F.Q.; VALADARES, S.C.F.; VIERA, A.A.; ALMEIDA, M.I.V.; CARASSA, A.; LOPES, B.A.; MACEDO, R. Estimativa da digestibilidade aparente de nutrientes em dietas para equinos, com o uso de óxido crômico e indicadores internos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.6, p.1681-1689, 2003.

OLIVEIRA, K.; COSTA, C.; FAUSTINO, M.G.; GASQUE, V.S.; SANTOS, V. P.; LIMA, M. N.; FILHO, V.F.N.; ABDALLA, A.L. Trânsito gastrintestinal e digestibilidade aparente de nutrientes em equinos alimentados com dietas contendo grãos secos ou silagem de grãos úmidos de triticale *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.6, p.1799-1808, 2007.

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

PERALI, C.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T.; BERTECHINI, A.G.; ARAUJO, K.V. Valores nutricionais de alimentos para equinos. *Ciência e Agrotecnologia*, v.25, n.5, p.1216-1224, 2001.

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.

PIMENTEL, R.R.M.; ALMEIDA, F.Q.; VIEIRA, A.A.; OLIVEIRA, A.P.P.; GODOI, F.N.; FRANÇA, A.B. Consumo digestibilidade aparente dos nutrientes e balanço hídrico em equinos alimentados com feno de capim *coastcross* em diferentes formas físicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.7, p.1272-1278, 2009.

QUEIROZ FILHO, J.L.; SILVA, D.S.; NASCIMENTO, I.S. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Roxo em diferentes idades de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.1, p.69-74, 2000.

RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A.; FILHO, C. V. S. Estabelecimento de pastagens de *Cynodon*. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 15, Piracicaba, 1998. *Anais...* Piracicaba:FEALQ/ESALQ, 1998. p. 115-150.

ROSENFELD, I.; AUSTBØ, D. Digestion of cereals in the equine gastrointestinal tract measured by the mobile bag technique on caecally cannulated horses. *Animal Feed Science and Technology*. v. 150, n. 3-4, p. 249-258, 2009.

SANTOS, V.P.; OLIVEIRA, K.; COSTA, C.; BITTAR, C.M.M.; OLIVEIRA, V.A.B; ANDRADE, T.S. Produção fecal e digestibilidade aparente do feno de *coastcross* determinado em equinos por meio de celulose e lignina indigestíveis obtidas *in situ* e *in vivo*. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 45, Lavras, 2008, *Anais...* Lavras:SBZ, 2008.

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.

SCHNEIDER, B. H.; FLATT, W. P. *The evaluation of feeds through digestibility experiments*. The University of Georgia Press. Athens, Georgia, 1975, 423p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos*. Viçosa, UFV: Imprensa Universitária, 3.ed., 2006, 235p.

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

SINGER, J.W.; BOBSIN, N. ; BAMKA, W.J.; KLUCHINSHI,D. Horse pasture management. *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 19, n.9, p. 540-592, 1999.

TAKAGI, H.; HASHIMOTO, Y.; YONEMOCHI, C.; ASAI, Y.; YOSHIDA, T.; OHTA, Y.; ISHIBASHI, T.; WATANABE, R. Digestibility of nutrients of roughages determined by total feces collection method in thoroughbreds. *Journal of Equine Science*, v. 13, n. 1, p. 23-27, 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. *SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas*. (Versão 9.1) Viçosa: UFV. Universidade Federal de Viçosa, 2007.

VAN SOEST, P.J. Development of a Comprehensive System of Feed Analyses and its Application to Forages. *Journal of Animal Science*. v. 26, p. 119-128, 1967.

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

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.

7 ANEXOS

Anexo A. Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do feno de <i>coastcross</i> através da coleta total de fezes e da técnica de sacos de náilon móveis em equinos.....	29
Anexo B. Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes das forrageiras através da técnica de sacos de náilon móveis em equinos.....	30
Anexo C. Coeficientes de digestibilidade pré-cecal e total dos nutrientes corrigidos para perdas de partículas através dos poros através da lavagem dos sacos.....	31

Anexo A. Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do feno de *coastcross* através da coleta total de fezes e da técnica de sacos de náilon móveis em equinos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio									
		MS	MO	PB	FDN	FDA	EB	EE	CHO-H	CHO-RF	CHO-T
Trat	1	8.399564	2289.756*	0.3680567	1775.136*	1492.110*	1529.374*	1068.054*	50.00000	115.5200*	13.33861
Res	3	19.50143	9.092144	8.408621	1.927427	1.331168	6.124653	16.09237	58.31000	4.083333	22.60875
CV	-	8.460	4.362	4.147	2.417	2.089	4.287	7.102	7.796	2.833	9.518

* significativo pelo teste de Tukey a 5%

Anexo B. Análise de variância dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes das forrageiras através da técnica de sacos de náilon móveis em equinos.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio									
		MS	MO	PB	FDN	FDA	EB	EE	CHO-H	CHO-RF	CHO-T
Trat	2	715.4339*	760.0795	571.7320	293.0337	192.9270	928.5990	1668.986	17.37750	361.4275	629.0408
Res	6	0.4369252	0.4688067	0.7979755	1.221159	2.883401	11.48659	62.04217	3.533056	1.123056	0.8152778
CV	-	0.963	1.005	1.086	2.229	3.553	5.529	11.566	1.922	1.232	1.378

* significativo pelo teste de Tukey a 5%

Anexo C. Coeficientes de digestibilidade pré-cecal e total dos nutrientes corrigidos para perdas de partículas através dos poros através da lavagem dos sacos.

Coeficiente de digestibilidade pré-cecal das forrageiras corrigidos para perda de partículas através dos poros dos sacos de náilon móveis

Alimento	CDMS	CDMO	CDPB	CDEB	CDEE	CDFDN	CDFDA
Feno de alfafa	43,3	40,4	87,3	38,9	71,7	-10,7	-19,0
Amendoim forrageiro	34,5	32,9	60,0	30,7	67,2	10,5	-4,5
Feno de <i>coastcross</i>	6,2	2,9	59,1	-9,6	-73,1	-23,3	-23,8

Coeficiente de digestibilidade total das forrageiras corrigidos para perda de partícula através dos poros dos sacos de náilon móveis

Alimento	CDMS	CDMO	CDPB	CDEB	CDEE	CDFDN	CDFDA
Feno de alfafa	68,49	68,30	91,90	62,24	77,56	28,04	27,27
Amendoim forrageiro	63,54	62,78	73,60	55,77	63,53	38,10	32,31
Feno de <i>coastcross</i>	36,79	35,41	59,65	24,18	25,58	22,35	21,04