

**DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E CINÉTICA DE PASSAGEM
DA DIGESTA EM DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
VOLUMOSO PARA EQÜINOS**

Chiara Albano de Araujo Oliveira

UFRRJ - 2001

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

DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E CINÉTICA DE PASSAGEM
DA DIGESTA EM DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
VOLUMOSO PARA EQUÍNOS

Chiara Albano de Araujo Oliveira

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro como parte dos requisitos
para a obtenção do grau de *Magister
Scientiae* em Zootecnia

Seropédica - RJ
Outubro - 2001

626.1084
048d
T

**DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E CINÉTICA DE PASSAGEM
DA DIGESTA EM DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
VOLUMOSO PARA EQÜINOS**

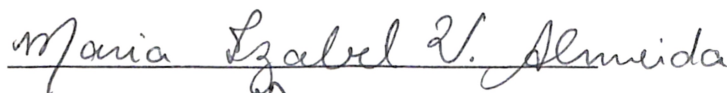
Chiara Albano de Araujo Oliveira

Aprovada em 26/10/2001

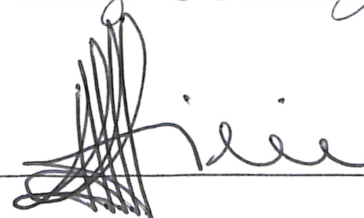
Profº Dr. Carlos Eduardo Furtado



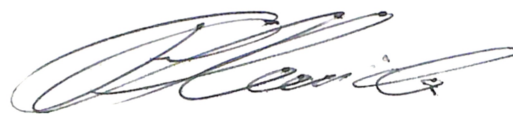
Dra. Maria Izabel Vieira de Almeida



Profº Dr. Antonio Assis Vieira



Profº Dr. Fernando Queiroz de Almeida
(Orientador)



AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado em Zootecnia.

Ao professor Dr. Fernando Queiroz de Almeida, pela orientação, ensinamentos, oportunidade de realização deste trabalho, e amizade.

À professora Ângela Maria Quintão Lana, pela atenção e importantes sugestões na finalização deste trabalho, mesmo em momentos tão delicados de sua vida.

Ao professor Dr. Antonio Assis Vieira, pelo apoio fundamental no momento inicial da fase experimental e na finalização deste trabalho.

Ao professor Dr. Carlos Eduardo Furtado, tantas vezes prestativo e atencioso durante minha graduação e pós-graduação.

À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa.

Ao professor Dr. Augusto Vidal da Costa Gomes pela atenção dispensada na execução das análises laboratoriais.

Aos alunos e bolsistas da nossa “Equipe”: Anderson, Tiago, Salim, Bruna, Ana Cristina, Silvana, Eliene, Robson, Luiz Fernando, Edson, João, Álvaro e Luciana pela dedicação, empenho e amizade, durante todo o curso e realização deste trabalho.

Aos funcionários Marcos, Emanuel e Evandro do Laboratório de Bromatologia DNAP/IZ.

Aos funcionários e alunos do Hospital de Grandes Animais, do Instituto de Medicina Veterinária da UFRRJ.

A Robert Macedo por sua atenção, carinho, amizade e grande incentivo para a conclusão deste trabalho.

À amiga Bruna Adese Lopes, pela sua amizade e dedicação desde o início.

À amiga Patrícia Maia Galvão, pelo incentivo e força para o meu ingresso no curso de Mestrado.

Em especial, para a grande amiga Ana Carolina Euler, que me acolheu e esteve presente em todos os momentos desta jornada.

Aos meus pais Antonio Francisco e Maryelza, aos meus irmãos Júnior e Felipe, por todo sacrifício, incentivo, amor e confiança desde o início.

A Deus, que iluminou meus caminhos e me deu forças para a realização deste sonho.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

BIOGRAFIA

Chiara Albano de Araujo Oliveira, brasileira, filha de Antonio Francisco de Araujo Oliveira e Maryelza Albano de Araujo Oliveira, nasceu a 5 de julho de 1976, na cidade de Itajubá-MG.

Iniciou o curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá em 1994, na cidade de Maringá-PR, graduando-se em 1999. Foi bolsista de Iniciação Científica pelo CNPq, desenvolvendo trabalho na área de nutrição de eqüinos.

Durante a graduação participou ativamente dos eventos promovidos pela APEZ - Associação Paranaense dos Estudantes de Zootecnia, e trabalhando durante duas gestões nos cargos de 1^a secretaria 96/97 e 1^a tesoureira 97/98.

Em março de 2000, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

ÍNDICE GERAL

	Página
ÍNDICE DE QUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 – REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 – Fibra na alimentação dos eqüinos.....	5
2.2 – Dietas para eqüinos e digestibilidade de nutrientes.....	10
2.3 – Ensaio de digestão e uso de indicadores.....	14
2.4 – Cinética de passagem da digesta.....	18
2.5 – Balanço hídrico.....	20
2.6 – Balanço de Nitrogênio.....	20
3 – METODOLOGIA.....	24
3.1 – Local e instalações.....	24
3.2 – Animais.....	25
3.3 – Composição das dietas.....	25
3.4 – Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes.....	27
3.4.1 – Coleta total de fezes.....	27
3.4.2 – Indicadores.....	28

3.5 – Cinética de passagem da digesta.....	30
3.6 – Balanço hídrico e de nitrogênio.....	33
3.7 – Delineamento experimental e análises estatísticas.....	35
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1 – Consumo de nutrientes.....	37
4.2 – Coeficientes de digestibilidade.....	39
4.3 – Cinética de passagem.....	46
4.4 – Balanço hídrico.....	51
4.5 – Balanço de nitrogênio.....	54
4.6 – Estimativa da digestibilidade com indicadores internos.....	58
5 – CONCLUSÕES.....	63
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
7 – APÊNDICE.....	76

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro	Página
1 - Composição bromatológica, expressa na matéria seca, dos alimentos utilizados nas dietas experimentais	26
2 - Composição percentual de ingredientes, teores, expressos na matéria seca, de energia bruta (EB) e percentuais de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) nas dietas experimentais	26
3 - Média e equações de regressão (ER) do consumo médio diário de matéria seca (MS) em percentual de peso vivo (% PV), kg/dia, g/kg PV, g/kg de peso metabólico (g/kg PM) e proteína bruta (PB g/dia), fibra em detergente neutro (FDNg/dia) e fibra em detergente ácido (FDA g/dia) em função do nível de volumoso nas dietas	38
4 - Médias e equações de regressão (ER) dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB), fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA), em função dos níveis de volumoso nas dietas	40
5 - Equações de regressão (ER) do consumo diário de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED), fibra em detergente neutro digestível (FDND) e fibra em detergente ácido digestível (FDAD), em função do nível de volumoso nas dietas	45
6 - Valores médios da cinética de passagem das fases sólida e líquida da digesta, estimadas através do tempo médio de retenção (TMR), taxa de passagem (TxP) e tempo de trânsito (TT), em função dos níveis de volumoso nas dietas	47
7 - Médias e equações de regressão (ER) dos valores diários de consumo médio de água, excreção fecal de água, excreção urinária de água, excreção total de água e balanço hídrico em equinos alimentados com diferentes níveis de volumoso na dieta	52
8 - Médias e equações de regressão (ER) dos compostos nitrogenados (N) ingerido (NI), N fecal (NF), N urinário (NU), N urina (% NI), N retido (NR), N absorvido (NA), N retido (% NI) e N retido (% NA) em função do nível de volumoso nas dietas	55

- 9 - Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), determinados por coleta total de fezes e, estimados com o uso dos indicadores internos fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), celulose indigestível (CELi), lignina (LIG) e coleta total de fezes (CT) em função do nível de volumoso nas dietas 59
- 10 - Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB) estimados através dos indicadores internos fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), celulose indigestível (CELi), lignina (LIG) e coleta total de fezes (CT) em função do nível de volumoso nas dietas 60
- 11 - Valores médios da recuperação fecal dos indicadores internos em função do nível de volumoso nas dietas 61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 - Estimativa do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB) em função do nível de volumoso nas dietas	44
2 - Estimativa do conteúdo de proteína digestível (PD) em função do nível de volumoso nas dietas	45
3 - Taxa média de recuperação cumulativa do Cromo em dietas para eqüinos com diferentes níveis de volumoso	48
4 - Taxa média de recuperação cumulativa do Cobalto em dietas para eqüinos com diferentes níveis de volumoso	48
5 - Estimativa dos compostos nitrogenados ingeridos (NI) em função do nível de volumoso nas dietas	52
6 - Estimativa dos compostos nitrogenados excretados na urina (NU) em função do nível de volumoso nas dietas	56
7 - Estimativa dos compostos nitrogenados absorvidos (NA), em função do nível de volumoso nas dietas	58

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a digestibilidade aparente, a cinética de passagem de digesta através do trato digestivo, o balanço hídrico e, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), lignina (LIG) e a celulose (CEL) como indicadores internos na estimativa de digestibilidade dos nutrientes. Foram utilizados quatro potros não castrados, mestiços, com idade de 18 meses, mantidos em baias individuais e exercitados uma vez ao dia. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4 X 4, no qual cada período experimental teve 14 dias de adaptação à dieta e cinco dias de coleta fecal. As dietas foram compostas por feno de capim *coast-cross* picado como volumoso e concentrado composto por milho, farelo de soja e premix vitamínico-mineral. Os alimentos foram fornecidos simultaneamente, sendo as proporções de volumoso e concentrado nas dietas de 40:60, 60:40, 80:20, e 100:0, e oferecidos aos animais duas vezes ao dia, às 7:00 e às 19:00 horas. A estimativa da digestibilidade

aparente de nutrientes das dietas foi realizada com o método de coleta total de fezes. A cinética de passagem da digesta, foi avaliada utilizando o cromo fixado como mordante na fibra em detergente neutro do feno capim *coast-cross* e o Co-EDTA, para as frações sólida e líquida da digesta, respectivamente. Foram avaliados os tempos médios de retenção (TMR), as taxas de passagem (TxP) e os tempos de trânsito (TT) da digesta. No 18º dia do período experimental foram utilizados coletores de urina nos animais sendo a coleta urinária procedida durante 24 horas. Os indicadores internos foram obtidos após incubação das amostras “*in vitro*”. Nas amostras de alimentos e fezes foram determinados os teores dos nutrientes. Os valores médios obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão. Os níveis de feno de *coast-cross* utilizados no presente experimento não influenciaram os coeficientes de digestibilidade aparente da fração fibrosa das dietas. Os valores de cinética da fase sólida e da fase líquida da digesta diferiram entre si. Os valores de TMR e TxP não apresentaram diferenças significativas em função do nível de volumoso nas dietas. Os valores de TT apresentaram redução linear com o aumento de volumoso nas dietas quando estimados através do indicador Co-EDTA da fase líquida da digesta. O consumo de água não foi influenciado pelo nível de volumoso das dietas, entretanto, o balanço hídrico apresentou redução linear com o aumento de volumoso na dieta. E as melhores estimativas de coeficiente digestibilidade foram obtidas utilizando a CELi como indicador interno, enquanto a LIG superestimou os valores, sugerindo ser a CELi o indicador interno mais viável para estimar a digestibilidade dos nutrientes em dietas para eqüinos.

Palavras chaves: fibra, digestibilidade, cinética, indicador interno

ABSTRACT

The objectives of this work were to evaluate the apparent digestibility, passage of digesta kinetics through the digestive tract, water balance and indigestible neutral detergent fiber (iNDF) the indigestible acid detergent fiber (iADF), indigestible cellulose (iCEL) and lignin (LIG) as internal markers in the estimative of digestibility of nutrients. Four crossbred yearling with age of 18 months were used, maintained in individual stalls and exercised once a day. The present experiment was performed according to a 4 X 4 Latin square design which each experimental period had 14 days for adaptation to the diet and five days for fecal collection. The diets were composed by *coast-cross* grass hay and concentrate composed by corn, soybean and vitamin-mineral premix. The foods were supplied simultaneously, being the proportions of hay and concentrate in the diets 40:60, 60:40, 80:20 and 100:00, and offered to the animals twice a day, to the 7:00 and the 19:00 hours. The estimative of apparent digestibility of nutrients of the diets was accomplished by the method of total collection of feces. The passage of digesta kinetics was evaluated using

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da nutrição eqüina está atrasado em relação às outras espécies domésticas e a falta de informações resultantes de pesquisas é, em parte, responsável pela manutenção de mitos e folclores na alimentação dos cavalos (CUNHA, 1991). No século XX, o eqüino teve a merecida atenção dos pesquisadores, porém, foi uma época na qual a ciência da nutrição estava apenas nos seus primórdios (HINTZ, 1983), o presente trabalho visa, contribuir para o aperfeiçoamento da nutrição na espécie eqüina.

A magnitude econômica da indústria eqüina no Brasil não é conhecida, enquanto que nos Estados Unidos, com população eqüina similar, esta indústria gera atualmente cerca de 25,3 bilhões de dólares de forma direta, tendo um impacto global na economia americana de 112,1 bilhões de dólares e empregando 338.500 pessoas de forma direta e cerca de 1,4 milhões indiretamente (AMERICAN HORSE CONCIL - AHC, 1996).

Apesar de o Brasil possuir um dos maiores rebanhos de eqüinos do mundo, os eqüinos encontram-se subutilizados na maioria das regiões brasileiras, em decorrência, principalmente, de alimentação inadequada, devido a falta de conhecimento sobre as forrageiras e técnicas de manejo mais adequadas. A escassez de forragens durante o período da seca contribui de forma acentuada para as carências nutricionais dos eqüinos. Os cavalos se desenvolveram como herbívoros pastejadores a milhões de anos, com o trato digestivo especializado e adaptado para digerir e aproveitar dietas contendo altos níveis de fibra. Eles são capazes de processar grandes quantidades de forragem para atender as suas necessidades nutricionais. Atualmente, para maximizar seu crescimento e produtividade, os eqüinos são induzidos a ingerir dietas contendo altos níveis de grãos e suplementos. Entretanto, este tipo de manejo nutricional oferece uma significativa contribuição às forragens no atendimento das necessidades nutricionais destes animais. Mas para que seja adequado e não ofereça qualquer risco, não se deve esquecer a importância da fibra na alimentação destes animais não ruminantes e balancear a dieta para cada idade e categoria de treinamento.

Atualmente, os objetivos da produção eqüina estão voltados para o desenvolvimento de animais aptos para o trabalho na agropecuária, transporte e tração, para as diversas modalidades esportivas e de lazer e, para a produção de carne, seja destinada ao consumo interno e, ou, para exportação, objetivos estes que são variáveis entre os países e regiões produtoras de eqüinos em função de aspectos culturais e sócio-econômicos. A atividade econômica na produção eqüina denominada indústria eqüina, envolve um enorme leque de atividades nas cidades e na zona rural, que podem ser assim discriminadas: criação dos animais relacionada com haras, empresas agropecuárias e associações de raças; nutrição e

alimentação, que engloba a indústria de rações e premix e as empresas agrícolas produtoras de feno; provas hípicas e lazer envolvendo os Jockey clubes, hípicas, hotéis e federações esportivas; a indústria farmacêutica e de equipamentos médico-veterinários direcionados para as áreas médica e sanitária; a indústria de couro e de equipamentos agrícolas voltadas para os cavalos de trabalho; os prestadores de serviços especializados, os leilões e marketing e as atividades de importação e exportação.

Nas atividades ligadas à produção equina, o incremento das práticas esportivas nas diversas modalidades hípicas e a expansão das corridas nos hipódromos demandam por potros de crescimento rápido, capazes de suportar o estresse nos treinamentos e nas competições. Segundo JACKSON e PAGAN (1993), o manejo adequado de potros em crescimento traz benefícios futuros devido à menor incidência de problemas nos membros locomotores, maior longevidade e maximização do potencial atlético dos animais. OTT (1977) observou que a proteína e a energia são nutrientes básicos que controlam o crescimento, ou seja, a ingestão adequada de níveis de proteína e energia proporciona ao animal taxas de crescimento de acordo com o seu potencial genético.

O cavalo atleta destaca-se das demais espécies, pois participa de uma grande variedade de provas esportivas, realizando diferentes níveis de esforço físico, mostrando sua beleza em esportes onde sua funcionalidade, de acordo com as características de cada raça, é adequadamente explorada, de forma a demonstrar toda a sua potencialidade e capacidade para o trabalho em provas tão distintas como salto, adestramento, enduro, corridas, balisa, tambores, apartação, rodeios e outras. É de extrema importância que os animais estejam treinados e em boa forma física, ou seja, que o cavalo esteja bem condicionado fisicamente e, para isso não se deve esquecer a importância de uma

alimentação adequada e balanceada, sendo esta fundamental para o desempenho máximo de suas habilidades esportivas. A atenção ao manejo nutricional destes animais deve acontecer em todas as fases de sua vida, do nascimento, crescimento, desenvolvimento e treinamento, para que o potencial genético seja melhor expressado.

Este estudo teve como objetivos avaliar a cinética de passagem da digesta através do trato digestivo de eqüinos, determinar o balanço hídrico, o balanço de nitrogênio e, estimar a digestibilidade aparente de nutrientes em eqüinos consumindo dietas com diferentes níveis de fibra, através do método da coleta total de fezes e com o uso de indicadores internos.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Fibra na Alimentação dos Equinos

Segundo PAGAN (2001), os equinos são classificados como herbívoros monogástricos. O intestino grosso do equino comporta uma grande quantidade de líquido e abriga bilhões de microrganismos que promovem fermentação dos componentes da digesta que atingem esse compartimento, principalmente a fibra vegetal. Estes microrganismos são absolutamente essenciais à espécie equina. O produto da fermentação microbiana fornece ao equino, energia e micronutrientes e, previne proliferação de bactérias patogênicas. A fibra promove um funcionamento digestivo normal, prevenindo vícios de comportamento como aerofagia.

O cavalo é um animal herbívoro, que digere principalmente carboidratos de reserva citoplasmática, proteínas e lipídeos, da mesma forma que suínos, entretanto, a extensa

população bacteriana presente no intestino grosso do equino permite a utilização de carboidratos estruturais (MERTENS, 1992). Segundo MARTIN-ROSSET e DULPHY (1987), na espécie equina, de 70 a 95% do conteúdo celular são digeridos no intestino delgado, enquanto que a digestão dos constituintes da parede celular ocorre no intestino grosso.

Segundo PAGAN (1996), vários fatores influenciam o consumo e a qualidade das forragens, sendo a espécie forrageira, o estágio de maturidade da planta, a latitude e a presença de substâncias inibitórias no alimento os mais importantes. Considerando que a capacidade estomacal do equino é pequena, menos de 10% do volume total do trato digestivo, os equinos não podem ingerir grandes quantidades de alimento fibroso, entretanto, o intestino grosso (ceco e cólon), onde é processada a maior parte da fibra, é muito desenvolvido, representando cerca de 60% do volume do trato digestivo, com funções semelhantes às do rúmen (TISSERAND, 1988).

HINTZ e CIMBALUK (1994), recomendaram 0,4kg de feno ou 0,12kg de fibra bruta para cada 100kg de peso vivo, ou 20% de fibra em detergente neutro (FDN), ou 12% de fibra em detergente ácido (FDA), como quantidade mínima desses componentes na alimentação de equinos, mas na prática estes valores podem aumentar. O NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1989), não lista as exigências de fibra, apenas cita que todas as dietas para equinos devem conter uma quantidade adequada de forragem, com um mínimo de 1kg de forragem na base da matéria seca, para cada 100kg de peso vivo, no entanto, a concentração da fibra na dieta não é especificada.

Sabe-se que a digestão dos alimentos na espécie equina não é influenciada pela intensidade de trabalho ou pela temperatura ambiente, desde que estes não sejam

excessivos. Por outro lado, a digestibilidade é influenciada pelas variações individuais, pela eficácia da mastigação, pela presença de parasitas internos, pelo tempo de permanência do alimento no trato digestivo, bem como pela composição e volume do alimento ingerido (WOLTER, 1975).

De acordo com EGGUM (1994), ainda não está totalmente claro como a fibra dietética afeta a utilização de vários nutrientes, mas comenta que há pequenas diferenças nos mecanismos entre os efeitos das fibras solúveis e insolúveis na digestibilidade e utilização da proteína. A fibra insolúvel, por sua baixa degradabilidade pela microflora, aumentaria o volume do bolo fecal e a excreção de proteína da parede celular, acarretando no aumento da excreção de nitrogênio protéico. A fibra solúvel também aumentaria o volume do bolo fecal e o nitrogênio fecal, mas o maior percentual de nitrogênio excretado seria o nitrogênio microbiano. O efeito destes dois tipos de metabolismos é a redução na digestibilidade aparente da proteína. Além disso, alguns fatores antinutricionais estão associados às fibras em certas plantas e podem acarretar em efeitos negativos na digestibilidade e utilização da proteína.

Os constituintes fibrosos dos alimentos são vistos pelos nutricionistas sob três perspectivas de difícil conciliação (TAMMINGA et al., 1995). Em primeiro lugar, como índice de qualidade dos alimentos, sendo esta pior quanto maior quantidade de fibra contiver o alimento, diluindo sua energia utilizável e interferindo negativamente com a utilização dos outros nutrientes. Em segundo lugar, como inevitável, na medida em que fazem parte, em maior ou menor quantidade, de todos os alimentos de origem vegetal, sendo mesmo indispensáveis ao normal funcionamento do aparelho digestivo de algumas espécies, como os ruminantes. Em terceiro lugar, os compostos fibrosos representam um

grande potencial de energia que os animais conseguem transformar, com maior ou menor eficiência, em produtos úteis ao homem e que de outra forma não seriam aproveitados. O conhecimento do conjunto e tipo de unidades residuais constituintes da parede celular, glicose, xilose ou arabinose, não tem grande significado nutricional porque cada um destes açúcares está incorporado intrinsecamente em estruturas com disponibilidades diferentes e, em função da espécie animal (VAN SOEST, 1994). Assim, determinados níveis de uma fração fibrosa (solúvel) podem ser considerados prejudiciais para animais monogástricos, enquanto se mostram rápida e totalmente utilizados pelos ruminantes. Em quantidades variáveis, de acordo com a espécie animal, as fibras alimentares são indispensáveis, ou pelo menos exercem um efeito positivo no funcionamento do seu trato gastrointestinal (FERREIRA et al., 1999).

O valor nutritivo de uma forragem normalmente refere-se ao conjunto formado pela composição química da forragem, à sua digestibilidade e à natureza dos produtos da digestão (REIS e RODRIGUES, 1993). As forragens, provavelmente, constituem a categoria de alimentos mais abundante, porém, a maior parte de sua matéria orgânica está na forma de polissacarídeos insolúveis e indigestíveis, que se acumulam com o avançar da idade dos vegetais. Em animais ruminantes e não ruminantes com ceco e cólon funcionais, como o equino, o maior conteúdo celular implica em aumento da digestibilidade do alimento, mas, nos alimentos com pouco conteúdo celular, a digestibilidade pode estar elevada quando a parede celular for altamente digestível (VAN ES e VAN DER MEER, 1980).

ALMEIDA et al. (1999) constataram que o consumo de matéria seca do capim-elefante e dos fenos de alfafa e capim *coast-cross* foi semelhante nos equinos, enquanto o

coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta do feno de alfafa foi superior ao dos demais e o coeficiente de digestibilidade aparente da FDN do feno de capim *coast-cross* foi superior, em função da maior digestibilidade da fração correspondente à hemicelulose neste feno. O feno de capim *coast-cross* apresentou-se como alimento equilibrado em energia e proteína digestíveis, com 2,08 Mcal ED/kg e 35,17g PD/kg MS, respectivamente, sendo necessária a complementação destes nutrientes por outros alimentos volumosos ou concentrados, em dietas para equinos adultos em manutenção visando atender suas exigências.

DARLINGTON e HERSHBERGER (1968) observaram que, a digestão da matéria seca, da proteína bruta, do extrato não nitrogenado e da energia bruta, estão inversamente relacionadas com a porcentagem de fibra na dieta. Também, VANDER NOOT e GALBRAITH (1970), alimentando equinos com diferentes volumosos, verificaram uma relação inversa entre o conteúdo de fibra bruta do alimento e a digestibilidade dos nutrientes. De acordo com WOLTER (1975), níveis elevados de fibra na dieta podem aumentar a motilidade intestinal, reduzindo a ação digestiva no intestino delgado.

Segundo BONHOMME-FLORENTIN (1988), a digestibilidade do material fibroso dos alimentos depende da habilidade dos microrganismos em quebrar a parede celular e fermentar os carboidratos estruturais da dieta. No entanto, UDEN e VAN SOEST (1982) comentaram que devido à pouca quantidade de carboidratos solúveis e proteínas que alcançam o intestino grosso dos equinos, pode haver menor produção dos microrganismos e, conseqüentemente, menor digestão dos carboidratos estruturais.

De acordo com observações feitas por KERN et al. (1974), a população de bactérias presentes no ceco e no cólon dos equinos é similar à do rúmen dos bovinos. VANDER

NOOT e GALBREATH (1970) por sua vez, relataram que os eqüinos digerem a fibra com 70% da capacidade dos ruminantes e segundo UDEN e VAN SOEST (1982), essa menor digestão ocorre pelo fato dos eqüinos apresentarem a taxa de passagem da digesta mais rápida, reduzindo desta forma a permanência do alimento sob a ação microbiana.

2.2 – Dietas para eqüinos e digestibilidade de nutrientes

Os eqüinos alimentados à vontade com dietas contendo maior proporção de forragem compensam o menor conteúdo energético, consumindo cerca de 26% mais alimento que animais alimentados com dieta rica em concentrado (CYMBALUK, 1989). Segundo HINTZ (1988), em eqüinos alimentados em níveis três vezes acima das exigências para manutenção, o nível de consumo pode influir na digestibilidade dos nutrientes, reduzindo-a em 12 a 13%, quando comparado ao de animais alimentados em nível de manutenção.

HINTZ et al. (1971), avaliando a digestão parcial e total em eqüinos alimentados com proporções de volumoso e concentrado de 1:0, 3:2 e 1:4, pelo método de abate e análise do conteúdo do trato gastrointestinal, constataram que o intestino delgado é o principal local de digestão da proteína e absorção de aminoácidos, independente da relação volumoso e concentrado, enquanto o principal local de digestão da FDN é o ceco-cólon, sendo estas constatações mais evidentes com o aumento do nível de volumoso na dieta. Os mesmos autores relataram que a modificação na relação volumoso:concentrado de uma dieta pode alterar o local e os produtos finais da digestão. Resultados semelhantes foram observados por GLADE (1984a), com eqüinos alimentados com dietas a base de milho, aveia e feno de capim timóteo, utilizando também o método de abate dos animais.

Segundo RESENDE et al. (1998), para o melhor aproveitamento da fração fibrosa da dieta, os eqüinos devem receber o alimento volumoso misturado ao alimento concentrado ou, antes deste. De acordo com MARTIN-ROSSET et al. (1984), a digestibilidade das rações para cavalos é equivalente ao total de nutrientes fornecidos pelas forragens associadas aos concentrados. Esta afirmação é sustentada por estudos de HINTZ et al. (1971), MARTIN-ROSSET e DULPHY (1987) e VERMOREL et al. (1991), nos quais efeitos associativos foram observados entre componentes de dietas e digestibilidade dos nutrientes. THOMPSON et al. (1984) observaram efeitos associativos para muitos nutrientes, sugerindo que a digestibilidade da dieta total não é equivalente à soma dos seus componentes individualmente.

A literatura não cita dados dos efeitos da composição das dietas sobre a digestibilidade dos componentes individuais da fibra em dietas mistas para cavalos. KARLSSON et al. (2000) encontraram indicativos claros de efeitos negativos da associação entre feno e aveia no coeficiente de digestibilidade dos componentes da fibra, supondo que, cavalos em trabalho de alta intensidade consumindo dietas com alta proporção de grãos de cereais, estariam utilizando a energia dietética com menor eficiência que a esperada. PEREIRA et al. (1989), utilizando dietas com feno de aveia e concentrado, observaram que o consumo voluntário de eqüinos aumentou com a redução, de 100 a 60%, do nível de feno na dieta. Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta apresentaram aumento linear em função do aumento do nível de concentrado na dieta, entretanto não houve efeito no coeficiente de digestibilidade da FDA.

Muitos estudos avaliando a resposta fisiológica dos eqüinos ao fornecimento de uma única refeição, com grande quantidade de grãos têm sido conduzidos. O tipo e o

processamento do amido afetam sua digestibilidade (MEYER et al., 1993) e a ingestão, de amido acima de 0,4% do peso vivo, diminui sua digestão no intestino delgado e aumenta no intestino grosso (POTTER et al., 1992). De acordo com GILL e LAWRENCE (2001), a frequência de ingestão da dieta, ou seja, o número de refeições em que é dividida a dieta fornecida ao animal, não afeta a digestão de amido, proteína bruta, matéria seca, fibra bruta, fibra em detergente ácido ou cinza. Os autores observaram que, oferecendo dietas para eqüinos com um número de refeições diárias variando de 2 a 16, ocorreu aumento na digestão da FDN. Estes resultados não sustentam a hipótese de que o oferecimento da dieta em um número maior de refeições esteja associado ao aumento da digestibilidade dos nutrientes.

Um aspecto importante na avaliação de dietas para eqüinos é a digestibilidade da proteína, entretanto, em muitos ingredientes comumente utilizados na alimentação dos eqüinos esta não é determinada adequadamente (PAGAN, 2001). De acordo com MINSON (1982), o teor de proteína bruta está positivamente correlacionado com o conteúdo de energia digestível e negativamente correlacionado com o conteúdo de fibra nos alimentos. Embora a proteína bruta represente uma fração uniforme do alimento, não é considerada como um estimador muito acurado da energia digestível em forragens, porém pode ser correlacionado com o conteúdo de proteína digestível em alimentos para eqüinos (NRC, 1989; ALMEIDA et al. 1999b).

Segundo PAGAN (2001), um dos aspectos mais importantes a ser considerado na alimentação dos cavalos é o conteúdo energético das dietas. A densidade energética determina quanto do alimento precisa ser ingerido pelo animal para atender suas exigências de energia, e o nível de ingestão de matéria seca dita a concentração dos outros nutrientes

na dieta dos equinos. Sendo assim, a dieta dos equinos não pode ser formulada adequadamente sem o conhecimento do conteúdo energético dos seus ingredientes. Infelizmente, não é possível medir diretamente o conteúdo energético nos alimentos como é feito com outros nutrientes como a proteína e os minerais. Geralmente, o conteúdo energético dos alimentos e os requerimentos energéticos dos equinos são expressos como energia digestível (ED), que é obtida subtraindo as perdas energéticas nas fezes da energia bruta da dieta consumida.

Este procedimento é feito em ensaio de digestão, que é um método preciso para estimar a ED da dieta total, mas existem duas desvantagens. A primeira é o custo da condução do ensaio de digestão com equinos em laboratório. A segunda, é que medir a EB nas fezes não permite determinar a ED de cada alimento individualmente, mas apenas estimar a digestibilidade da energia na dieta total (PAGAN, 2001).

A ED pode ser estimada avaliando os nutrientes digestíveis totais (NDT) da dieta. O NDT é calculado pelo somatório dos teores de proteína bruta digestível (PBd), extrato etéreo digestível (EEd) x 2,25, fibra em detergente neutro digestível (FDNd) e carboidrato não-estrutural digestível. O teor de carboidrato não-estrutural = $100 - \text{PBd} - \text{EEd} - \text{FDNd} - \text{cinzas}$ (PAGAN, 2001). FONNESBECK (1981) conduziu 108 ensaios de digestibilidade em equinos e mensurou o NDT e a ED, e a melhor relação entre o NDT e a ED foi descrita como: $\text{ED (kcal/kg)} = 255 + 3660 \times \text{NDT}$. Os valores de ED de alimentos e dietas, podem também ser estimados por equações de predição (NRC, 1989; ALMEIDA, 1994).

O sistema de avaliação de dietas para equinos com a energia líquida (EL) foi introduzido na França pelo Institut National de la Recherche Agronomique – INRA, e é baseado nas exigências de manutenção (VERMOREL et al., 1984). O valor da EL nos

alimentos é computado a partir da sua energia digestível, do fator de conversão da energia metabolizável (EM) e ED estimada em equinos e a eficiência da utilização da EM para manutenção (MARTIN-ROSSET et al., 1984). Os valores da EL são relatados e expressos em Unité Fourragère Cheval (UFC) (MARTIN-ROSSET, 1990).

2.3 – Ensaios de Digestão e Uso de Indicadores

A análise química ou bromatológica dos ingredientes é o primeiro passo para a avaliação das dietas. Todavia, faz-se necessário o conhecimento da quantidade digestível dos nutrientes presentes na ração que será utilizada pelo animal. Esta informação é obtida medindo-se a digestibilidade dos nutrientes e existem vários métodos para estimar a digestibilidade dos nutrientes em equinos.

A digestibilidade dos nutrientes nos alimentos é comumente expressa como porcentagem do nutriente que desaparece no balanço entre alimento ingerido e excreção de fezes (VAN SOEST, 1994). O sistema de avaliação dos alimentos normalmente utilizado para equinos tem sido o mesmo usado para ruminantes, embora diferenças importantes no que diz respeito ao processo de digestão devam ser observadas por causa da diferença na compartimentalização do trato digestivo, o que se traduz em diferentes coeficientes de digestibilidade dos nutrientes nos alimentos (SMOLDERS et al., 1990).

Os experimentos de digestão *in vivo* com equinos são muito dispendiosos, exigindo que os animais permaneçam longos períodos consumindo grandes quantidades de alimentos, não sendo apropriados como metodologia rotineira, mas sim como testes de referência. Modelos matemáticos têm sido desenvolvidos para predição da digestibilidade dos nutrientes nos alimentos para equinos, a partir de sua composição bromatológica,

quando os ensaios de digestão *in vivo* são inviáveis (MELO, 1990). Indicadores internos e externos também podem ser utilizados para estimar a digestibilidade dos nutrientes em alimentos para eqüinos, inclusive sendo sua metodologia um processo muito mais rápido, o que diminui o tempo e o custo dos ensaios, entretanto, o método de coleta total das fezes tem sido o mais usado. Este método necessita de um controle rigoroso da ingestão de alimento e da excreção fecal, utilizando um pequeno número de animais.

A técnica de coleta total de fezes é conhecida como a mais tradicional, exata e confiável técnica para estimar a produção fecal e o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes das dietas para eqüinos (MAURÍCIO et al., 1996). O princípio básico envolvido é um simples teste de digestão, quantificando-se os nutrientes consumidos e os nutrientes excretados através das fezes durante os últimos 5 dias de um período experimental de aproximadamente 19 dias. A quantidade de nutriente que é aparentemente digerida é igual a diferença entre a quantidade do nutriente consumido e a quantidade do nutriente excretada nas fezes. Esta diferença é expressa como porcentagem da quantidade total do nutriente digestível da dieta, chamada de coeficiente de digestibilidade *in vivo*.

A determinação dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes em dietas para eqüinos pode ser obtida de forma indireta com o uso de indicadores externos e internos. Segundo MAYNARD et al. (1979), constataram que o indicador ideal para determinar a digestibilidade e, a produção fecal total deve possuir algumas propriedades fundamentais: indigestibilidade total, ser farmacologicamente inativo no trato digestivo, taxa de passagem no trato digestivo uniforme, poder ser determinado quimicamente, e de preferência ser uma substância naturalmente presente nos alimentos.

De acordo com VAN SOEST (1994), substâncias inorgânicas insolúveis, têm sido utilizadas como indicadores para estudos de digestibilidade e taxa de passagem. Tais substâncias têm a vantagem de serem determinadas quantitativamente de acordo com as propriedades químicas individuais de cada elemento envolvido. Apenas substâncias que não ocorrem naturalmente nos alimentos e no solo podem ser utilizadas. Indicadores inertes como o óxido crômico, servem para estimar a excreção total de fezes, que é utilizada para calcular a digestibilidade quando o método de coleta total de fezes não pode ser feito e é também utilizado como indicador de taxa de passagem no trato gastrointestinal. De acordo com KOTB e LUCKEY (1972), existem muitos problemas associados com utilização do óxido crômico, como sua recuperação incompleta e dificuldade de determinação da concentração do cromo, no entanto, a taxa de recuperação fecal deste indicador em equinos tem sido reportada entre 96,0 e 100,0% (HAENLEIN et al., 1966).

A digestibilidade *in vivo* é influenciada por efeitos associativos como: nível de consumo, taxa de passagem e interação entre estes e, por isso, freqüentemente é difícil reproduzir ou imitar essas condições *in vitro* (COCHRAN et al., 1986). Nestas situações, a estimativa da digestibilidade a partir de indicadores internos poderia ser desejável (VAN SOEST, 1994). Constituintes naturais da dieta que, apresentam digestibilidade muito baixa ou material metabólico gerado no curso da digestão tem sido usados como indicadores, esses indicadores internos apresentam a vantagem de já estarem presentes no alimento e, de um modo geral, permanecem uniformemente distribuídos na digesta durante o processo de digestão e excreção.

Os indicadores internos, que estão presentes naturalmente nos alimentos, podem ser utilizados para estimar a digestibilidade dos nutrientes em equinos sem a necessidade de

mensurar quantitativamente o consumo do alimento e a produção de fezes. A lignina utilizada como indicador interno, apresentou baixa taxa de recuperação, proporcionando estimativas de coeficientes de digestibilidade aparente subestimadas em relação a outros indicadores e ao método de coleta total, sendo então, inadequada para estimar a digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas (ARAUJO, 1992).

Resultados obtidos por GONÇALVES (1998), usando como indicadores a lignina e óxido crômico resultaram em valores inferiores àqueles estimados por coleta total de fezes. Nos cálculos dos coeficientes de digestibilidade da hemicelulose e celulose em eqüinos e muares, o uso da lignina como indicador permitiu obter resultados semelhantes aos de coleta total de fezes; concluindo ser a coleta total de fezes o método indicado para experimentos de digestibilidade em eqüinos. O sistema digestivo dos eqüinos permite rápida taxa de passagem dos alimentos (WOLTER, 1975), aliada ao fato da lignina ser um composto de difícil digestão (VAN SOEST, 1994), promovendo conseqüentemente uma razoável recuperação deste indicador nas fezes.

SCHURG (1981) constatou que não existem diferenças significativas entre os métodos de coleta total de fezes, indicador externo (óxido crômico) e indicador interno (cinza insolúvel em ácido), na determinação dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, mas o uso de indicadores internos e externos oferece vantagens diminuindo o tempo e o trabalho, podendo-se também utilizar um maior número de animais. SCHURG (1981) utilizando a lignina como indicador interno, constatou que esta subestimou em 12 a 18% os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, quando comparados a outros métodos, sendo este indicador considerado inadequado para estimar a digestibilidade em rações para eqüinos.

A digestibilidade potencial dos componentes da parede celular foi definida por Wilkins citado por PENNING e JOHNSON (1983b) como a máxima digestibilidade atingível quando as condições e a duração da fermentação não são limitantes. Os métodos de fermentação utilizados nos diferentes trabalhos foram tanto *in vitro* quanto *in situ*, e as frações que demonstraram potencial são a celulose potencialmente indigestível e FDN e FDA indigestíveis (PENNING e JOHNSON, 1983a).

2.4 – Cinética de passagem da digesta

De acordo com OLSSON e RUUDVERE (1955) e MEYER (1995) uma série de fatores afeta o tempo de permanência dos alimentos nos diversos segmentos do trato digestivo dos eqüinos, alterando conseqüentemente sua digestibilidade: a individualidade do animal, composição química e quantidade do alimento, o tipo de atividade física do animal, tipo e tamanho das partículas do alimento e quantidade de fibra presente na dieta.

O tempo de retenção do material constituinte da parede celular no trato gastrointestinal é significativamente menor em cavalos e coelhos, quando comparado com ruminantes (UDEN et al., 1982).

Segundo KOTB e LUCKEY (1972), muitos termos são utilizados para descrever a passagem do material ingerido pelo trato digestivo. Os mais importantes são: tempo de trânsito, tempo de retenção, taxa de passagem e fluxo da digesta. Estes termos são utilizados com freqüência, causando muita confusão. Assim, algumas definições foram feitas para melhor utilização dos termos na avaliação da cinética da digesta no trato digestivo: o tempo de trânsito ou de passagem é o tempo que a digesta leva para passar pelo trato digestivo ou segmentos deste. Este tempo também representa o tempo de retenção da

digesta no trato digestivo ou em um segmento em particular. Uma maneira simples de calcular é medindo o tempo do primeiro aparecimento do indicador nas fezes após o fornecimento na dieta. O tempo médio de retenção refere-se à quantidade de digesta, de acordo com o tamanho e peso da partícula, que passa ao longo do trato digestivo em um tempo determinado. O fluxo da digesta significa qualquer quantidade de digesta de acordo com o peso ou proporção da dieta ingerida, que percorre uma certa distância no trato digestivo em tempo determinado.

Indicadores solúveis são utilizados para mensurar a fase líquida da digesta e, para ser um indicador solúvel ideal é necessário o composto ter alto peso molecular para que não seja absorvido e, conseqüentemente, seja recuperado nas fezes, também, não podendo reagir com nenhum componente da dieta. O Cobalto-EDTA é um dos indicadores externos mais utilizados (VAN SOEST, 1994).

Segundo WANDERLEY et al. (1992), a taxa de passagem da digesta está estrategicamente relacionada com a alimentação dos herbívoros. Estes autores estudaram a cinética da digesta em eqüinos através de dois indicadores, o cromo fixado como mordante na fibra em detergente neutro do capim *coast-cross*, que foi utilizado para estimativa de passagem da fase sólida da digesta, e o complexo cobalto-EDTA, utilizado como indicador para estimar a passagem da fase líquida da digesta. O padrão de excreção dos indicadores foi semelhante. As taxas de passagem da digesta observadas em eqüinos são aparentemente mais rápidas do que aquelas reportadas para ruminantes, especialmente no que se refere à fase sólida. Os resultados sugerem haver uma menor retenção seletiva da fase sólida no intestino grosso dos eqüinos, em relação àquela que normalmente ocorre no rúmen.

2.5 – Balanço Hídrico

O requerimento de água pelos animais domésticos foi revisado por MITCHELL (1962), indicando um entendimento insuficiente sobre os fatores que influenciam o consumo e a excreção de água. A ingestão de água é avaliada em relação à matéria seca e energia ingerida, enquanto que sua excreção está associada ao conteúdo de proteínas, minerais e fibra da dieta. Existe uma perda contínua de fluidos do corpo pelas fezes, urina, sudorese e evaporação pela respiração. Estas perdas têm que ser compensadas pela ingestão de água e, ou, água dos alimentos da dieta. Fatores conhecidos que afetam a ingestão de água pelos eqüinos são a composição da dieta, temperatura da água, palatabilidade da água e exercícios. Existe uma grande variação no consumo e na frequência da ingestão de água em eqüinos criados a pasto, onde a frequência da ingestão é correlacionada com a temperatura ambiente, eqüinos estabulados ingerem proporcionalmente mais água do que os cavalos a pasto, pois geralmente seu alimento é mais seco (CYMBALUK, 1989).

A elevação na temperatura ambiente acarreta em aumento na necessidade de ingestão de água. De acordo com LEWIS (1985), à temperatura ambiente de 18 °C, o eqüino consome 2 litros de água/kg MS, enquanto à temperatura de 38 °C, a ingestão passa para 8 litros de água/kg MS consumida. Segundo SNOW et al. (1982), a atividade física pode aumentar a necessidade de ingestão de água em até 300%, em relação ao consumo do eqüino em descanso.

2.6 – Balanço de Nitrogênio

A idade e a utilização do cavalo são as considerações mais importantes na determinação dos requerimentos de proteína dietética. Existem ainda outros fatores

importantes, que devem ser avaliados na seleção de uma dieta para uma fase em particular da vida de um equino. Entre estes fatores, os mais importantes são a digestibilidade da proteína, o conteúdo de aminoácido da proteína, e a relação entre proteína e energia na dieta, especialmente quando se trata de cavalos em crescimento.

O principal fator a ser considerado na avaliação da proteína em dietas para equinos é a sua digestibilidade. Infelizmente, a digestibilidade da proteína em muitos dos ingredientes comumente utilizados na alimentação dos equinos, não está adequadamente determinada. O NRC (1989) recomenda três equações de regressão para estimar a digestibilidade aparente da proteína bruta em dietas para equinos. Estas equações foram obtidas de um estudo feito por SLADE et al. (1970), que utilizaram dietas compostas por feno, concentrado e quatro níveis de proteína em dietas para equinos. As equações sugeridas pelo NRC (1989) parecem subestimar a habilidade do equino em digerir a proteína.

Existem vários tipos diferentes de suplementação protéica para equinos. Tipicamente, os grãos dos cereais contribuem com 40 a 50% do conteúdo protéico na alimentação de potros em crescimento, no entanto, a quantidade de lisina suprida por estes cereais é apenas entre 30 a 40% do total, uma vez que os grãos são pobres em lisina. Em geral, a fonte de proteína utilizada na suplementação de equinos é de alta qualidade, como por exemplo a alfafa, a proteína do leite e do farelo de soja (PAGAN, 2001).

Um fator importante na nutrição protéica dos equinos é a composição de aminoácidos da proteína da dieta, principalmente os limitantes. A maioria dos aminoácidos é absorvida no intestino delgado, havendo pequena absorção de aminoácidos de origem microbiana também no intestino grosso. Entretanto, os aminoácidos sintetizados pelos microrganismos no ceco-cólon não são eficientemente utilizados pelos equinos. Portanto, a

proteína ingerida deve ser de alta qualidade e conter um nível mínimo de lisina, pois o equino não pode depender da síntese de aminoácido bacteriano do intestino grosso para atender suas exigências (CUNHA, 1991).

As perdas protéicas estão associadas aos processos digestivos, como a utilização ineficiente dos aminoácidos absorvidos para produção de proteína e, a utilização dos aminoácidos absorvidos como fonte energética ao invés de síntese protéica. A ineficiência na utilização dos aminoácidos dietéticos é definida como perda inevitável do catabolismo aminoacídico (ALMEIDA, 1997).

De acordo com GLADE e BELL (1981), existe uma relação entre a habilidade dos eqüinos em utilizar a uréia da dieta, entre a fermentação cecal e nitrogênio do metabolismo microbiano. Um ciclo metabólico do nitrogênio da uréia foi proposto por SLADE et al. (1970), em que a uréia plasmática difundida no lúmen cecal, onde seria metabolizada pela atividade das enzimas microbianas. A porção de amônia resultante e, aminoácidos sintetizados retornariam à circulação sangüínea para incorporação nos tecidos, demonstrando que o metabolismo do nitrogênio microbiano cecal é dependente da energia contida e da viabilidade da digesta cecal. Isto foi confirmado quando amido de milho foi colocado diretamente no ceco e observou-se um aumento na retenção de nitrogênio, em pôneis alimentados com dietas deficientes em proteína e suplementados com uréia (REITNOUR, 1979).

VANDER NOOT e GILBREATH (1970) sugeriram que existe uma relação inversa entre o conteúdo de fibra bruta dietética e a digestibilidade aparente do nitrogênio nos eqüinos.

GLADE (1984b) alimentando eqüinos com uma dieta composta por milho, soja, feno e uréia, observou uma queda na eficiência da utilização do N dietético pelo aumento da excreção de água nas fezes e, de N metabólico e endógeno. Este aumento na excreção de nitrogênio foi associado com a diminuição na digestibilidade da FDN e hemicelulose, sugerindo que a diminuição na fermentação do amido na fração hemicelulose da dieta, seria responsável pela queda na utilização microbiana na reciclagem da uréia para amônia. Sugerindo que o nitrogênio ingerido poderia ser suplementado quando eqüinos adultos estivessem recebendo alimentos de baixa fermentação.

3 . MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Local e instalações

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no Programa de Sanidade Animal EMBRAPA/UFRRJ, no período de setembro a novembro de 2000, com uma temperatura média durante este período de 22,5°C. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do DNAP do Instituto de Zootecnia – UFRRJ e, no Laboratório de Nitrogênio do Centro Nacional de Agrobiologia - EMBRAPA, Seropédica, RJ.

O ensaio de digestão foi realizado em quatro baias individuais de 3m X 3m, pé direito de 2m, de alvenaria, com piso de cimento, janelas, providas de cochos para ração e água.

3.2 - Animais

Foram utilizados quatro potros mestiços, com peso vivo médio de 200 kg, não castrados, com média de idade de 18 meses, submetidos ao mesmo manejo no período pré-experimental: imunizados contra tétano, vermifugados, pulverizados contra ectoparasitos e submetidos à doma de baixo. Durante o período experimental, os animais foram mantidos nas baias sendo exercitados, ao passo e trote, uma vez ao dia, por 30 minutos, no período da manhã.

3.3 - Composição das dietas

As dietas foram formuladas considerando-se um consumo diário de 2,0 % do peso vivo dos animais, com base na matéria seca, de acordo com as recomendações do NRC (1989), eram compostas por feno de capim *Coast-cross* como volumoso e um concentrado de modo a fornecer as proporções de volumoso e concentrado de 40:60, 60:40, 80:20 e 100:00, que compuseram os tratamentos 1, 2, 3 e 4, com níveis de FDN de 37,1; 50,0; 63,0 e 75,7% e de FDA de 19,1; 26,6; 33,7 e 40,6%, respectivamente. Os concentrados foram formulados a base de milho, farelo de soja, suplementados com premix mineral-vitamínico e sal comum iodado. O feno de *Coast-cross* foi fornecido picado, duas vezes ao dia, às 7:00 e às 19:00 horas, simultaneamente com o concentrado, em quantidades iguais, exceto no Tratamento 4. O suplemento mineral foi fornecido a vontade.

A composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais é apresentada no Quadro 1. A composição das dietas, os teores de energia bruta (EB) e os

percentuais de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 1 - Composição bromatológica, expressa na matéria seca, dos alimentos utilizados nas dietas experimentais.

Ingrediente	EB (Mcal/kg)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	Ca (%)	P (%)
Feno de capim <i>Coast-cross</i>	4,56	7,31	75,68	36,97	0,28	0,18
Milho grão	3,80	8,22	10,10	3,98	0,02	0,25
Farelo de soja	3,49	45,46	14,53	10,21	0,35	0,55

Quadro 2 - Composição percentual dos ingredientes, teores de energia bruta (EB) e percentuais de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), expressos na matéria seca, nas dietas experimentais.

Ingredientes / Nutrientes	Proporção volumoso : concentrado			
	40:60	60:40	80:20	100:00
Feno de capim <i>Coast-cross</i>	40	60	80	100
Milho – grão	43,5	26,4	7,0	0
Farelo de soja	14,5	12,0	11,2	0
Premix*	1,0	0,8	0,8	0
Sal	1,0	0,8	1,0	0
Total	100	100	100	100
MS (%)	90,1	89,6	90,4	91,1
EB (Mcal/kg)	4,6	4,6	4,4	4,6
PB (%)	12,5	13,3	12,1	7,3
FDN (%)	37,1	50,0	63,0	75,7
FDA (%)	19,1	26,6	33,7	40,6

* Premix mineral-vitamínico – Aminomix®

3.4 - Coeficiente de Digestibilidade dos Nutrientes

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas foram estimados através do método da coleta total de fezes e com o uso de indicadores internos.

3.4.1 - Coleta total de fezes

A coleta total de fezes foi realizada durante cinco dias, após um período de 14 dias de adaptação dos animais às dietas, diretamente do piso das baias, imediatamente após a defecação e armazenadas em baldes de plástico. A cada período de seis horas, as fezes de cada animal foram pesadas, retirada amostra referente a 10% do peso total das fezes coletadas. As quais foram mantidas sob refrigeração. Ao término de cada dia, as quatro amostras de cada animal foram homogeneizadas, e retirada uma amostra composta diária com aproximadamente 300g, sendo esta armazenada a -10°C . Ao término de cada período, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, posteriormente moídas e acondicionadas em frascos plásticos etiquetados. Amostras de feno e dos três concentrados utilizados foram coletadas durante os quatro períodos experimentais e, armazenadas a -10°C , ao final do último período experimental estas amostras foram descongeladas e homogeneizadas, apenas a amostra de feno foi moída, sendo retirada para as análises laboratoriais uma amostra de aproximadamente 300g do feno e dos concentrados, estas foram acondicionadas em frascos plásticos devidamente etiquetados.

Nas amostras dos ingredientes, feno, concentrado e fezes foram efetuadas análises para a determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta

(EB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e Lignina (LIG), segundo metodologia descrita por SILVA (1990).

Os coeficientes de digestibilidade (CD) foram determinados pela seguinte equação:

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

(SCHNEIDER e FLATT, 1975)

3.4.2 – Indicadores

Os coeficientes de digestibilidade aparente das dietas foram estimados de forma indireta com o uso dos indicadores internos FDN indigestível (FDNi), FDA indigestível (FDAi), celulose indigestível (CELi) e lignina (LIG).

As amostras de fezes foram coletadas durante cinco dias, pelo método da coleta total de fezes, após um período de 14 dias de adaptação dos animais às dietas, diretamente do piso das baias, imediatamente após a defecação e armazenadas em baldes de plástico. A cada período de seis horas, as fezes de cada animal foram pesadas, retirada amostra referente a 10% do peso total das fezes coletadas. As quais foram mantidas sob refrigeração. Ao término de cada dia, as quatro amostras de cada animal foram homogenizadas, e retirada uma amostra composta diária com aproximadamente 300g, sendo esta armazenada a -10 °C. Ao término de cada período, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65 °C por 72 horas, posteriormente moídas e acondicionadas em frascos plásticos etiquetados. Amostras de feno e dos três concentrados utilizados foram coletadas durante os quatro períodos experimentais e, armazenadas a -10

°C, ao final do último período experimental estas amostras foram descongeladas e homogeneizadas, apenas a amostra de feno foi moída, sendo retirada para as análises laboratoriais uma amostra de aproximadamente 300g do feno e dos concentrados, estas foram acondicionadas em frascos plásticos devidamente etiquetados.

Os indicadores foram obtidos após incubação *in vitro* das amostras de feno, concentrado e fezes, por via anaeróbica e fermentativa, a 39 °C por um período de 144 horas, segundo metodologia descrita por COCHRAN et al. (1986). A incubação *in vitro* foi conduzida em tubos de ensaio em quatro repetições, com 0,5 g de amostra em cada tubo. As amostras foram umedecidas com 2 ml de água destilada a 100° C. No preparo da saliva artificial (solução tampão de McDougall), foi adicionada uréia na concentração de 0,5 g/l e glicose, em seguida bombeou-se CO₂ para a correção do pH. A mistura da solução final consistiu em misturar líquido ruminal e saliva artificial, na proporção 1:4. O líquido ruminal foi coletado, por sonda esofágica, de bovino alimentado com dieta mista de concentrado e volumoso, sendo adicionados 40ml desta solução final em cada tubo, junto com as amostras já umedecidas. Antes de tampar os tubos com a rolha de borracha, foi bombeado CO₂ na boca de cada tubo para que o ambiente ficasse anaeróbico. Os tubos foram colocados em banho-maria a 39 °C, por 144 horas. Ao final do processo de digestão foi adicionado a cada tubo 1 ml de tolueno, em seguida estes armazenados a 5 °C, até a execução das análises bromatológicas.

Os conteúdos dos tubos foram transferidos para *beakers* de 600ml. Nos *beakers* com conteúdo para a determinação da FDNi foi adicionado detergente neutro em volume de 60 ml e, nos *beakers* com conteúdo para a determinação da FDAi foi adicionado detergente

ácido em volume de 60 ml e dando sequência neste procedimento para a determinação da lignina e celulose, segundo metodologia descrita por SILVA (1990), para determinação de FDN, FDA, lignina e celulose.

As equações utilizadas para as estimativas dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas com os indicadores internos e dos índices de recuperação dos indicadores foram propostas por CHURCH (1979) e estão demonstradas a seguir:

$$\text{CD Matéria Seca (\%)} = 100 - \left(100 \times \frac{(\% \text{ Indicador na dieta})}{(\% \text{ Indicador nas fezes})} \right)$$

$$\text{CD (\%)} = 100 - \left(100 \times \frac{(\% \text{ Indicador na dieta}) \times (\% \text{ Nutriente nas fezes})}{(\% \text{ Indicador nas fezes}) \times (\% \text{ Nutriente na dieta})} \right)$$

$$\text{Recuperação do Indicador (\%)} = 100 \times \frac{(\text{Indicador nas fezes (g)})}{(\text{Indicador ingerido (g)})}$$

(CHURCH, 1979)

3.5 - Cinética de Passagem da Digesta

A avaliação da cinética de passagem da digesta em todo o trato digestivo foi feita através da estimativa do tempo médio de retenção da digesta (TMR), da taxa de passagem (TxP) e do tempo de trânsito (TT). Foram utilizados dois indicadores externos, o cromo fixado como mordente na fibra em detergente neutro (Cr-FDN), utilizado na estimativa da

cinética de passagem da fase sólida da digesta e o complexo cobalto-EDTA (Co-EDTA), utilizado na estimativa da cinética de passagem da fase líquida da digesta.

O Cr-FDN e o Co-EDTA, foram preparados segundo método descrito por ÚDEN et al. (1980), modificado por GOMES (1991). Na marcação da fibra com o cromo utilizou-se o seguinte procedimento: foi fervido 2,5 kg do feno de capim *Coast-cross* em 30 litros de água contendo 500 ml de detergente, por duas horas, misturando-se freqüentemente. Em seguida, o material foi colocado em saco de algodão limpo e enxaguado em água corrente até a retirada de todo o detergente, em seguida foi colocado em estufa de ventilação forçada a 65 °C, por 24 horas. Após seco foi posto em bandejas, adicionando-se 2,4 litros de solução de dicromato de sódio, com a imersão total do material. As bandejas foram cobertas com folhas de alumínio e colocadas em estufa de ventilação forçada a 100 °C, por 24 horas. Após este período, o material foi colocado em saco de algodão e lavado em água corrente para a retirada do excesso de solução, até a observação da coloração laranja claro na água. Novamente o material foi colocado em bandejas, adicionando-se 600 ml de solução de ácido ascórbico, misturando-se ocasionalmente durante uma hora. Enxaguou-se novamente o material em água corrente até a remoção total da solução de coloração verde. Por fim, o material foi colocado em estufa a 65 °C, por 24 horas.

No preparo do Co-EDTA, pesou-se 25 g de Cobalto (II) acetato $4H_2O$, 29,2 g EDTA e 4,0 g NaOH em *beaker* de 1 litro. Foram acrescentados 200 ml de água destilada, homogeneizando a solução sob aquecimento. A solução foi colocada para esfriar em temperatura ambiente e então, adicionando-se 20 ml peróxido de hidrogênio 30%, deixando a solução em descanso por 2 a 3 horas e, em seguida adicionando-se 300 ml de etanol 95%

v/v, deixando a solução em descanso, sob refrigeração, por uma noite. No dia seguinte, a solução foi filtrada e lavada com etanol a 80% v/v e, em seguida, levada para secagem em estufa a 100 °C, por 24 horas.

Os indicadores foram fornecidos aos animais no 15º dia de cada período experimental. O Cr-FDN foi fornecido em dose única de 30 g e o Co-EDTA, em dose única de 3 g, junto com a dieta fornecida às 7:00 horas. Amostras de fezes, de aproximadamente 200 g, foram coletadas diretamente do reto dos animais às 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, 72 e 78 horas após o fornecimento dos indicadores, segundo metodologia descrita por CUDDEFORD et al. (1992).

As amostras de fezes foram armazenadas a -10 °C até o término do período experimental, quando então foram descongeladas em temperatura ambiente, secas em estufa de ventilação forçada a 65 °C, por 48 horas, moídas e acondicionadas em embalagens plásticas até as análises químicas posteriores.

Os teores de Cr e Co foram determinados nas amostras de fezes segundo metodologia descrita por KIMURA e MILLER (1957) e BOLIN e KING (1952). Foi pesada 0,5 g de cada amostra, em duplicata, e colocadas em tubos de ensaio. Nos tubos foram adicionados 6 ml de ácido nítrico, para uma pré-digestão durante 12 horas, e em seguida adicionado 5 ml de ácido perclórico. Os tubos foram colocados em bloco digestor em capela de exaustão, até a temperatura de 500 °C, observando-se o momento de viragem da solução para a coloração amarela. As amostras foram deixadas em repouso até esfriar, então o conteúdo de cada tubo foi transferido para balão volumétrico de 50 ml, e o volume total completado com água deionizada. A leitura da concentração do Cr foi feita por

colorimetria em espectrofotômetro (HITACHI U – 100; Spectrophotometer), com um comprimento de onda de 440 nm, e a leitura da concentração do Co, por espectrofotometria de absorção atômica.

O tempo médio de retenção da digesta em todo o trato digestivo foi calculado pela equação proposta por FAICHNEY (1975):

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

onde:

m_i = quantidade de indicador excretado no i intervalo de tempo;

t_i = intervalo de tempo entre o fornecimento do indicador e i tempo de coleta fecal.

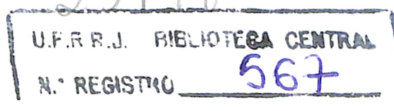
A taxa de passagem da digesta em todo o tubo digestivo foi estimada como o inverso da TMR:

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

O tempo de trânsito da digesta foi considerado com sendo o intervalo de tempo entre o fornecimento do indicador aos animais e o aparecimento inicial nas fezes.

3.6 – Balanço Hídrico e de Nitrogênio

A água foi fornecida em recipiente de volume conhecido, renovada quatro vezes ao dia e as sobras medidas diariamente, para o cálculo do consumo médio diário. No 19º dia de cada período experimental, a urina foi coletada durante 24 horas, com o auxílio de coletores de urina para eqüinos (TASKER, 1965), em baldes de plástico contendo 25 ml de ácido clorídrico como conservante. A quantidade total de urina excretada por cada animal foi



medida e retiradas amostras de aproximadamente 300 ml, armazenadas a -10°C para posterior análise de nitrogênio.

O balanço hídrico foi avaliado utilizando as seguintes equações:

$$\text{Consumo Total de Água (litros/dia)} = \text{Água consumida} + \text{Água consumida na dieta}$$

$$\text{Excreção Total de Água (litros/dia)} = \text{Água urina (\% MS)} + \text{Água fezes (\% MS)}$$

$$\text{Balanço Hídrico (litros/dia)} = \text{Consumo total água} - \text{Excreção total água}$$

(CYMBALUK, 1989)

O balanço de nitrogênio foi avaliado de acordo com as quantidades diárias de compostos nitrogenados consumidos e excretados nas fezes e urina. Os teores de nitrogênio (N) nas dietas, fezes e urina, foram determinados pelo método de KJELDAHL, segundo SILVA (1990). As quantidades de compostos nitrogenados retidos e absorvidos foram calculadas utilizando as seguintes equações:

$$\text{N retido (g/dia)} = \text{N consumido (g)} - \text{N fecal (g)} - \text{N urinário (g)}$$

$$\text{N absorvido (g/dia)} = \text{N consumido (g)} - \text{N fecal (g)}$$

(ALMEIDA, 1997)

3.7 - Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

Foi utilizado o delineamento experimental em quadrado latino 4 X 4, sendo quatro tratamentos (dietas com diferentes níveis de fibra), quatro animais, sendo o animal na repetição considerado como unidade experimental. O período experimental teve duração de 19 dias, com 14 dias de adaptação às dietas e 5 dias de coleta de fezes. No último dia de coleta fecal foi feita, também, a coleta total de urina.

O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + A_j + D_k + e_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} = corresponde à observação relativa à dieta k, no período i, para o animal j;

μ = a média geral;

P_i = o efeito do período i, sendo i = 1 a 4;

A_j = o efeito do animal j, sendo j = 1 a 4;

D_k = o efeito da dieta k, sendo k = 1 a 4; e

e_{ijk} = o erro experimental associado a cada observação

Os valores obtidos foram submetidos a análise de variância e regressão, utilizando o programa SAEG - Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997), e os modelos foram escolhidos com base no teste dos coeficientes de regressão, adotando o nível de 5% de probabilidade, pelo teste de t, e do coeficiente de determinação. Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes estimados com os indicadores internos e coleta total de fezes foram comparados pelo teste de Tukey e os valores médios

de TMR, TxP e, TT das fases sólida e líquida da digesta, foram comparadas entre si em cada variável pelo teste de F, adotando o nível de 5% de probabilidade.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Consumo de nutrientes

O consumo de matéria seca, expresso em percentual de peso vivo (%PV), kg/dia, g/kg de peso vivo (g/kg PV) e g/kg de peso metabólico (g/kg PM), proteína bruta (g/dia), fibra em detergente neutro (g/dia) e fibra em detergente ácido (g/dia) das dietas em função do nível de volumoso, são apresentados no Quadro 3.

O consumo de MS pelos animais, expresso em Kg/dia, g/kgPV e g/kgPM, apresentou aumento linear positivo em função do nível de volumoso nas dietas, indicando que maiores proporções de volumoso na dieta aumenta o consumo dos animais. Segundo a equação $\hat{y} = 3,24 + 0,0046X$, $r^2 = 88,0$, onde X significa a proporção de volumoso na dieta.

Quadro 3 – Média e equações de regressão (ER) do consumo médio diário de matéria seca (MS) expresso em percentual de peso vivo (% PV), kg/dia, g/kg PV, g/kg de peso metabólico (g/kg PM) e proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) em função do nível de volumoso nas dietas.

Item	Proporção volumoso:concentrado				ER
	40:60	60:40	80:20	100:00	
MS (% PV)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
MS (kg/dia)	3,47	3,46	3,61	3,72	1
MS (g/kg PV)	17,58	18,10	18,28	18,40	2
MS (g/kg PM)	65,53	66,96	68,24	69,07	3
PB (g/dia)	349,59	363,81	395,04	271,98	345,10
FDN (g/dia)	1290,56	1768,72	2253,24	2756,85	4
FDA (g/dia)	614,99	864,28	1102,39	1346,74	5
1 - $\hat{Y} = 3,24 + 0,0046 * X$		$r^2 = 88,0$			
2 - $\hat{Y} = 17,16 + 0,0132 * X$		$r^2 = 89,0$			
3 - $\hat{Y} = 63,28 + 0,0595 * X$		$r^2 = 99,0$			
4 - $\hat{Y} = 3,29 + 51,34 * X$		$r^2 = 99,0$			
5 - $\hat{Y} = 1,62 + 25,55 * X$		$r^2 = 99,0$			
X = Nível de volumoso na dieta					
* (P < 0,05)					

De acordo com o NRC (1989), o consumo esperado para cavalos com média de 18 meses de idade, é de 1,0 a 1,5% PV em alimentos volumosos e de 1,0 a 1,5% PV em alimentos concentrados, totalizando uma ingestão média diária de matéria seca de 2,0 a 2,5% PV. Segundo MEYER (1995), a capacidade de ingestão diária de alimentos para potros de raças de médio porte em fase de manutenção, é de 2,0 kg de MS para cada 100 kg de peso vivo.

PEREIRA et al. (1989), forneceram dietas compostas por feno de aveia e concentrado para eqüinos, nas proporções de 100:00, 80:20, 60:40 e 40:60 e, observaram maior consumo voluntário de MS de 84,96 g/kg PV quando o nível de feno na dieta era de 60%. KARLSSON et al. (2000), utilizando as mesmas proporções de volumoso e concentrado, sendo a aveia utilizada exclusivamente como alimento concentrado,

observaram o maior consumo voluntário de MS, de 15,5 g/kg PV, quando o nível de feno na dieta era de 100%. No presente trabalho, o maior consumo voluntário de MS, de 18,4 g/kg PV, foi também observado com o nível de 100% de feno na dieta.

Para equinos com peso vivo médio de 265 kg, 18 meses de idade e, com um ganho diário de 0,4 kg, a exigência de proteína bruta é de 752g/dia (NRC, 1989).

HINTZ (1994), baseado no conteúdo fibroso dos alimentos volumosos fornecidos aos equinos, sugere que a dieta de animais desta espécie deve ser composta de, no mínimo, 120g de fibra bruta (FB) para cada 100 kg de PV, equivalente a um percentual de 20% de FDN e 12% de FDA. Nas dietas utilizadas no presente experimento, os níveis de FDN e FDA variaram de 37,1 a 75,7% e de 19,1 a 40,6%, respectivamente. O consumo de FDN variou de 1,29 a 2,75 kg/dia e de FDA de 0,61 a 1,35 kg/dia, apresentando para ambos os nutrientes resposta linear crescente de acordo com o nível crescente de fibra nas dietas.

4.2- Coeficientes de Digestibilidade

Os coeficientes médios de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB), fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) em função dos níveis de volumoso nas dietas e determinados pelo método da coleta total de fezes, são apresentados no Quadro 4.

Foi observado efeito linear negativo nos valores de CDMS de 67,25; 57,22; 50,64 e 42,54 em função do nível crescente de volumoso nas dietas em 40, 60, 80 e 100%. Estes valores são inferiores aos obtidos por HINTZ et al. (1971), que observaram valor de 69,7% em dietas constituídas por feno de alfafa e ração concentrada, na proporção de 60:40, e por FARLEY et al. (1995), que também observaram valores de digestibilidade da MS próximos

de 80,0% em dietas com nível de concentrado acima de 60% na dieta. Entretanto, são semelhantes aos obtidos por PEREIRA et al. (1989), que relataram valores de 43,6; 55,2; 62,0 e 68,1% para CDMS em dietas constituídas por feno de aveia e concentrado nas proporções de 100:00, 80:20, 60:40 e 40:60, respectivamente.

Quadro 4 – Médias e equações de regressão (ER) dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB), fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA), em função dos níveis de volumoso nas dietas.

Item	Proporção volumoso:concentrado				ER
	40:60	60:40	80:20	100:00	
CDMS (%)	67,3	57,2	50,6	42,5	1
CDPB (%)	64,0	69,2	62,3	44,5	2
CDEB (%)	71,2	61,1	54,5	48,6	3
CDFDN (%)	44,6	51,3	43,4	47,4	46,7
CDFDA (%)	33,6	42,9	32,6	38,8	36,9
1 - $\hat{Y} = 82,67 - 0,40* X$		$r^2 = 99,0$			
2 - $\hat{Y} = 19,67 + 1,68* X - 0,014* X^2$		$R^2 = 100,0$			
3 - $\hat{Y} = 84,85 - 0,37* X$		$r^2 = 98,0$			
X - Nível de volumoso na dieta.					
* (P < 0,05)					

PEREIRA et al. (1989) forneceram para equínos dietas compostas por feno de aveia e concentrado nas proporções 100:00, 80:20, 60:40 e 40:60, e observaram para os valores de coeficiente digestibilidade da MS, PB, EB FDN um comportamento linear positivo em função do aumento dos níveis de concentrado nas dietas. Os valores de CDMS e CDEB foram semelhantes aos observados no presente experimento, mas diferentes dos valores de CDPB, em que os autores observaram crescimento linear em função da inclusão de concentrado nas dietas.

DARLINGTON e HERSHBERGER (1968) observaram que a digestão da matéria seca, proteína bruta e energia bruta foi inversamente relacionada com a porcentagem de

fibra bruta na dieta. Também VANDER NOOT e GILBRAITH (1970), alimentando equinos com diferentes volumosos, verificaram uma relação inversa entre o conteúdo de fibra bruta do alimento e a digestibilidade dos nutrientes.

MARTIN ROSSET e DULPHY (1987), alimentando equinos *ad libitum* com dietas mistas de feno de gramínea e concentrado, nas proporções de 0, 30, 60 e 90% de volumoso, não observaram efeito significativo do nível de ingestão na digestibilidade dos nutrientes nas dietas, e que a digestibilidade da forragem não foi afetada pela inclusão do concentrado.

O aumento no consumo de fibras pode ter interferido na digestibilidade da MS e da EB da dieta. Resultados semelhantes aos observados no presente experimento, foram relatados por PEREIRA et al. (1989). Os valores encontrados e resposta nos comportamento dos dados dos CD, podem ser explicados por argumentação de WOLTER (1975) na qual o autor citou que níveis elevados de fibra na dieta podem promover aumento na motilidade intestinal prejudicando a digestibilidade dos nutrientes no intestino delgado. Observou-se redução linear ($P < 0,05$) no CDEB com o aumento na proporção de volumoso na dieta, com valores de 71,17% para a dieta com 40% de volumoso até 48,61%, para a dieta com 100% de volumoso. Comportamento semelhante foi observado por PEREIRA et al. (1989) quando utilizaram proporções semelhantes de volumoso.

Não foram observados efeitos dos níveis de volumoso nas dietas sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da FDN e FDA, estimando-se valores médios de 46,65 e 36,96%, respectivamente. HINTZ et al. (1971) não observaram efeitos associativos entre os níveis de concentrado e volumoso nas dietas e os coeficientes de digestibilidade das frações fibrosas, entretanto, PAGAN et al. (1998) observaram que os CDFDN e

CDFDA em dietas mistas foram menores do que em dietas exclusivas com alimentos volumosos.

REZENDE et al. (1998), comparando a digestibilidade da FDA e FDN em equinos submetidos a diferentes formas de arraçãoamento recebendo dietas nas proporções de 50:50 de volumoso e concentrado, obtiveram valores médios de 40,4 e 21,8%, para o CDFDN e CDFDA, respectivamente. Os valores de CDFDN observados pelos autores foram inferiores àqueles observados neste trabalho e, também, àqueles observados por HINTZ et al. (1971), mas semelhantes aos encontrados por HINTZ et al. (1972). A média dos valores de CDFDA observada foi de 36,96%, inferior àquelas observadas por HINTZ et al. (1972), de 44,42%, e por PEREIRA et al. (1989), de 44,42%, mas superior àquela relatada por REZENDE et al. (1998).

FOMBELLE et al. (1999) utilizaram dietas para pôneis com proporções de volumoso de 100, 70 e 50% e cevada como alimento exclusivo no concentrado, constataram diferenças significativas entre as dietas com 100 e 50% volumoso, onde a adição do concentrado resultou em aumento significativo da digestibilidade da matéria orgânica e redução no CDFDA e, o CDFDN foi significativamente menor na dieta contendo 100% de volumoso quando comparada às dietas com cevada.

PAGAN (2001), avaliando trinta diferentes dietas para equinos, com vários tipos de alimentos volumosos e combinações entre eles nas dietas, observou valores médios de digestibilidade da PB em 86,1%, da FDA em 40,2% e da FDN em 45,0%. O valor de CDPB é muito superior ao maior valor relatado no presente trabalho que foi de 69,19% na dieta com 60% de volumoso, mas os valores de CDFDA e CDFDN observados no presente trabalho são similares aos obtidos pelo autor.

ALMEIDA et al. (1999), alimentando eqüinos com dieta exclusiva de capim *Coast-cross*, observaram valores médios para os coeficientes de digestibilidade aparente de 49,80% para a MS, 47,90% para a EB, 56,10% para a PB e 63,30% para a FDN, superiores aos valores de CDMS, de 42,54%, de CDEB, de 48,61%, de CDPB, de 44,53% e de CDFDN, de 47,40% obtidos com o feno de *Coast-cross* no presente trabalho.

ALMEIDA (1999) observou valor médio da digestibilidade aparente total da MS, de 64,0%, para dietas exclusivas de volumosos, sendo 6,6% superior aos resultados médios observados por ALVARENGA (1996) e 20% superiores aos observados por OLIVEIRA (1995), de 60,0 e 52,0%, respectivamente.

Avaliando o feno de gramíneas na alimentação de eqüinos, CYMBALUCK e CHRISTENSEN (1996), TOSI et al. (1989), FERREIRA et al. (1995), PEARSON e MERRITT (1991), CLUTTER e RODIEK (1992), CUDDERFORD et al. (1992) e FURTADO et al. (1999) relataram valores de CDMS variando de 29,8 a 68%, CDPB de 29,0 a 67%, CDFDN de 32,7 a 62,5% e CDFDA de 25,0 a 55,75%.

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade da PB apresentaram resposta quadrática em função do nível de volumoso nas dietas (Figura 1). HINTZ et al. (1971), que ao utilizarem feno de gramínea e concentrado nas proporções de 100:00, 80:20 e 50:50, obtiveram valores de digestibilidade para a proteína com resposta linear de 42,6; 64,9 e 80,5%, respectivamente. PEREIRA et al. (1989) observaram efeito linear com o acréscimo de concentrado nas dietas, nas proporções de 0, 20, 40 e 60% nos valores de digestibilidade para a proteína bruta, de 62,3; 66,0; 70,4 e 72,0%, respectivamente. No presente experimento os valores de CDPB variam de 64,0 a 44,5% nas dietas com percentuais de

volumoso variando de 40 a 100%, e resposta máxima esperada no nível de 60,0% de volumoso na dieta.

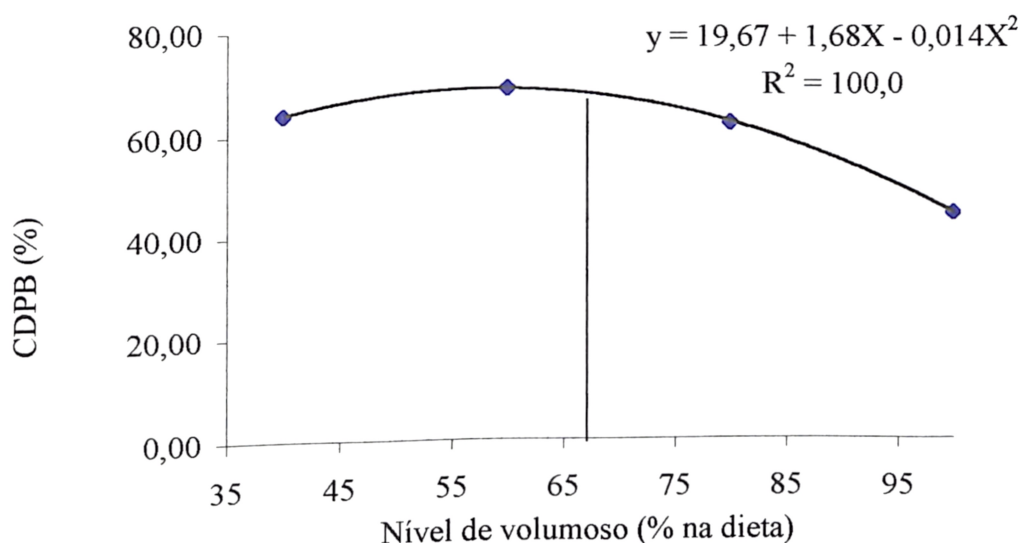


Figura 1 - Estimativa do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB) em função do nível de volumoso nas dietas.

O consumo diário de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED), fibra em detergente neutro digestível (FDND) e fibra em detergente ácido digestível (FDAD) podem ser observados no Quadro 5.

O consumo de MSD e ED apresentaram redução linear, enquanto o consumo de FDND e FDAD nas dietas apresentaram aumento linear ($P < 0,05$), em função do nível crescente de volumoso nas dietas. Foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) do nível de volumoso nas dietas sobre o consumo de proteína digestível (PD), expresso pela equação $\hat{Y} = -0,12 + 0,012 * X - 0,00009 * X^2$, $R^2 = 96,0$, onde X significa a proporção de volumoso na dieta, sendo o consumo máximo estimado quando o nível de volumoso na dieta for de 66,67% (Figura 2).

Quadro 5 – Equações de regressão (ER) do consumo diário de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED), fibra em detergente neutro digestível (FDND) e fibra em detergente ácido digestível (FDAD), em função do nível de volumoso nas dietas.

Item	Proporção volumoso : concentrado				ER
	40:60	60:40	80:20	100:00	
MSD (kg/dia)	2,3	1,97	1,82	1,59	1
PD (kg/dia)	0,22	0,25	0,25	0,12	2
ED (Mcal/dia)	10,98	9,37	8,43	8,24	3
FDND (kg/dia)	0,57	0,88	0,99	1,31	4
FDAD (kg/dia)	0,20	0,36	0,36	0,52	5

$$1 - \hat{Y} = 2,73 - 0,0117 * X \quad r^2 = 98,0$$

$$2 - \hat{Y} = -0,120 + 0,012 * X - 0,00009 * X^2 \quad R^2 = 96,0$$

$$3 - \hat{Y} = 12,47 - 0,0458 * X \quad r^2 = 89,0$$

$$4 - \hat{Y} = 0,12 + 0,0117 * X \quad r^2 = 97,0$$

$$5 - \hat{Y} = 0,025 + 0,0048 * X \quad r^2 = 90,0$$

X = Nível de volumoso na dieta

* (P < 0,05)

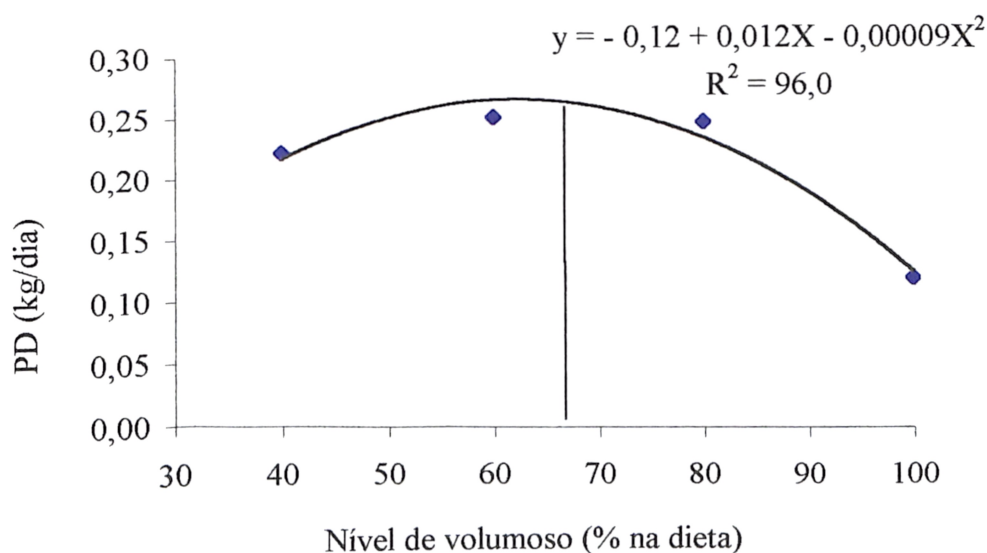


Figura 2 - Estimativa do conteúdo de proteína digestível (PD) em função do nível de volumoso nas dietas.

PEREIRA et al. (1989), forneceram para eqüinos dietas compostas por feno de aveia e concentrado nas proporções 100:00, 80:20, 60:40 e 40:60, encontrando consumo de energia digestível de 41,26; 84,85; 145,16 e 113,60 Mcal/dia, respectivamente, crescente até o nível de 60% do feno na dieta.

ANDERSSON e LINDBERG (1997), observaram redução na energia digestível de dietas em suínos em crescimento, com o aumento da inclusão de forragem, indicando queda da energia digestível com o aumento de FDN nas dietas. Resultados semelhantes foram observados no comportamento da energia digestível do presente experimento.

Os valores de consumo diário de FDN digestível e FDA digestível variaram de 0,57 a 1,31kg e 0,20 a 0,52kg para os animais alimentados com o menor e maior percentual de volumoso na dieta, respectivamente.

4.3 – Cinética de passagem

Os valores da cinética de passagem da digesta, em suas fases sólida e líquida, avaliadas através do tempo médio de retenção, taxa de passagem e o tempo de trânsito ao longo do trato digestivo em função do nível de volumoso nas dietas podem ser observados no Quadro 6.

Não houve efeito significativo do nível de volumoso na dieta na TMR e TxP nas fases sólida e líquida da digesta. E no TT da fase sólida da digesta no entanto, houve redução linear ($P < 0,05$) no TT na fase líquida da digesta com o aumento do nível de volumoso na dieta, indicando que o tempo de trânsito da digesta líquida reduz com o aumento no nível de fibra na dieta.

Quadro 6 – Valores médios da cinética de passagem das fases sólida e líquida da digesta, estimadas através do tempo médio de retenção (TMR), taxa de passagem (TxP) e tempo de trânsito (TT), em função dos níveis de volumoso nas dietas.

Variável		Proporção volumoso : concentrado				Médias
		40:60	60:40	80:20	100:00	
TMR (horas)	Fase sólida	45,79	42,38	40,28	42,29	42,69 ^a
	Fase líquida	37,66	33,15	31,51	32,75	33,78 ^b
TxP (%/hora)	Fase sólida	2,21	2,36	2,49	2,37	2,36 ^b
	Fase líquida	2,79	3,08	3,20	3,09	3,04 ^a
TT (horas)	Fase sólida	27,00 ^a	25,50 ^a	23,00 ^a	27,00 ^a	25,63
	Fase líquida	14,00 ^b	12,00 ^b	6,00 ^b	4,00 ^b	1

Médias seguidas de letras distintas na coluna, para cada variável, diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$).

1- $\hat{Y} = 21,6 - 0,18X$ $r^2 = 95,0$

X = Nível de volumoso

DROGOUL et al. (2000) utilizaram na alimentação de pôneis feno moído e peletizado e observaram entre as duas formas de apresentação do feno, um significativo aumento no tempo médio de retenção da digesta na fase sólida, que foi de 42,2 horas para o feno moído e de 50,4 horas para o feno peletizado. Este fenômeno pode ser resultado de uma menor atividade celulolítica sobre a digestão da dieta peletizada.

FOMBELLE et al. (1999), trabalhando com dietas exclusivas de volumosos e mistas, e utilizando indicadores externos das fases sólida e líquida da digesta, observaram diferenças significativas do TMR entre os tratamentos com 100% feno e com a adição de 50% de grãos, onde a passagem pelo trato digestivo foi mais rápida para a dieta exclusiva de volumoso, de 30,1 horas, que para a dieta mista, de 42,2 horas. Não observaram diferenças significativas entre o TMR das fases sólida e líquida, com valores de 34,9 e 30,1 horas para a dieta exclusiva em volumoso, e de 42,9 e 42,2 horas para a dieta mista, respectivamente.

A taxa de passagem da digesta na fase sólida medida através do cromo mordante para cada dieta é apresentada na Figura 3, e da fase líquida da digesta medida através do cobalto EDTA para cada dieta em função do nível de volumoso é apresentada na Figura 4.

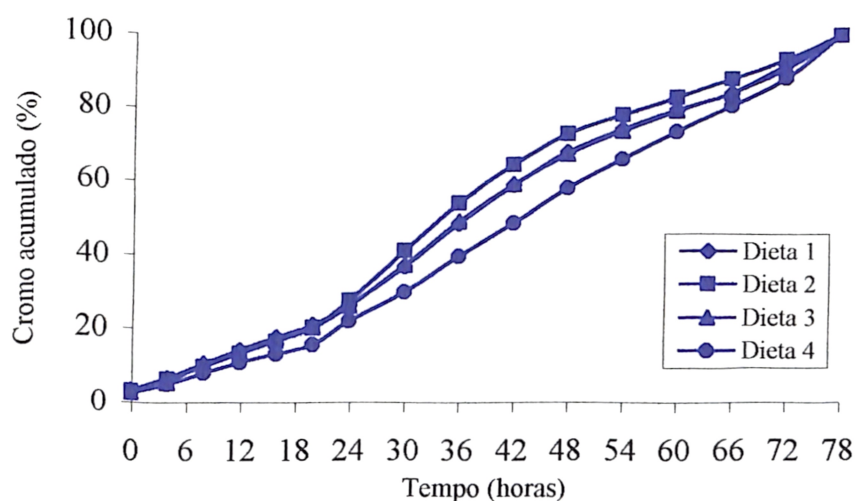


Figura 3 - Taxa média de recuperação cumulativa do Cromo em dietas para equínos com diferentes níveis de volumoso

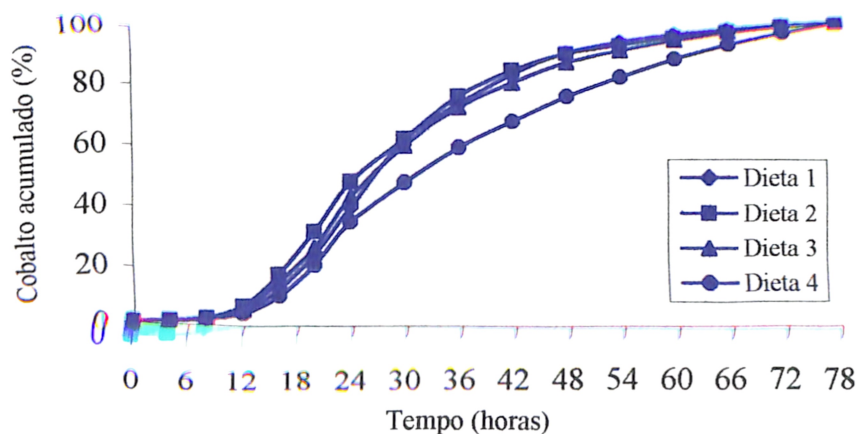


Figura 4 - Taxa média de recuperação cumulativa do Cobalto em dietas para equínos com diferentes níveis de volumoso

PEARSON e MERRITT (1991), alimentando pôneis com dietas exclusivas de feno ou palha e, avaliando a cinética de passagem da digesta através dos indicadores das fases sólida (Cr-FDN) e líquida (Co-EDTA) da digesta, observaram valores de 29,9 e 34,8 horas para TMR da fase sólida, e de 31,3 e 34,1 horas para TMR da fase líquida nos animais consumindo feno e palha, respectivamente.

PAGAN et al. (1998), observaram TMR de 32,3 e 41,6 horas em eqüinos alimentados com dietas contendo apenas volumoso ou mistas com volumoso e concentrado, respectivamente. YONDER et al. (1997), observaram que eqüinos alimentados com dietas contendo alto nível de volumoso tiveram TMR menor (42,8 horas) que aqueles alimentados com dietas com baixo nível de fibra. Estes resultados estão de acordo com os obtidos no presente trabalho.

CUDDEFORD et al. (1995) utilizando dietas mistas de alfafa e palha de aveia para eqüinos, observaram valores para TMR de 44,2 e 45,4 horas para as fases sólida e líquida da digesta, estimadas com os indicadores Cr-FDN e Co-EDTA, respectivamente. Enquanto que TOOD et al. (1995), utilizando alfafa em cubos na alimentação de eqüinos, estimaram a cinética de passagem através do disprósio, fornecido diariamente, e observaram o TMR da fase líquida da digesta de 24,6 horas. No presente trabalho, o TMR observado foi de 32,75 horas para fase líquida, superior àqueles observados pelos autores citados anteriormente.

Geralmente, o aumento no tempo médio de retenção das partículas contribui para melhor digestão da fibra. No presente experimento, observou-se que, com a elevação do percentual de volumoso nas dietas, não resultou em aumento significativo no TMR da digesta, sem alteração na degradação da fibra, o que pode ser explicado pelos valores dos

coeficientes de digestibilidade de FDN e FDA, que não apresentarem diferenças significativas em função do nível de volumoso nas dietas.

HAENLEIN et al. (1966) utilizaram a alfafa em três formas diferentes na alimentação de eqüinos: picada, peletizada e prensada, medindo a taxa de passagem através do óxido crômico em dose única. E observaram taxas de passagem do óxido crômico diferentes em função da forma física da alfafa.

WANDERLEY et al. (1992) utilizando o Cr-FDN e o Co-EDTA em dose única como indicadores de passagem da digesta em eqüinos, estimaram a TxP em 10,8% por hora para a fase sólida da digesta e, 10,6% por hora para a fase líquida da digesta, valores muito superiores aos observados no presente experimento, de 2,36% por hora para a fase sólida e, de 3,04% por hora para a fase líquida.

Alimentos peletizados têm taxa de passagem menor, ou seja, mais rápida, que o alimento volumoso fenado moído ou inteiro (HINTZ et al., 1973; HAENLEIN et al., 1966), o alimento volumoso verde tem taxa de passagem menor pelo trato gastrointestinal, que o alimento volumoso fenado (OLSSON e RUUDVERE, 1955).

MURRAY et al. (1995), avaliando eqüinos em pastejo, utilizaram o óxido crômico, como indicador do TT, observaram a primeira aparição do indicador nas fezes 8 horas após a administração e o pico de excreção do indicador entre 17 e 19 horas após a ingestão. WANDERLEY et al. (1992) utilizando o Cr-FDN e o Co-EDTA em dose única como indicadores de passagem da digesta em eqüinos, estimaram o TT da fase sólida da digesta em 12 horas e, de 8 a 12 horas, para a fase líquida.

HOLLAND et al. (1998) alimentaram eqüinos com duas dietas, uma exclusiva de feno de alfafa e a outra composta de feno de alfafa e concentrado peletizado. A cinética de

passagem foi estimada através do indicador externo óxido crômico fornecido em doses diárias. O TT da digesta foi estimado em 32,7 horas na fase sólida, para a dieta exclusiva de feno e em 18,1 horas na fase sólida, para a dieta mista. Segundo os autores o TT é maior para a dieta exclusiva de volumoso e, o valor de TT para a dieta mista é menor do que os valores de TT encontrados para as dietas mistas no presente trabalho.

Segundo TOOD et al. (1995), que utilizaram alfafa em cubos na alimentação de equinos, estimaram a cinética de passagem através do disprósio, fornecido diariamente, o TT observado para a fase líquida da digesta foi de 7,6 horas. Os valores de TT estão próximos daqueles observados para a fase líquida da digesta no presente trabalho, que foram de 14, 12, 6 e 4 horas, para dietas com proporção de volumoso de 40, 60, 80 e 100%, respectivamente.

4.4 – Balanço Hídrico

O total de água consumida foi calculado pela ingestão livre de água mais a água ingerida com o alimento. Os valores médios diários do consumo total e da excreção urinária e fecal de água e, o balanço hídrico são apresentados no Quadro 7.

Não houve diferença significativa no consumo diário de água, expresso em litros ou em litros por kg de MS ingerida, com médias de 13,82 litros/dia e 3,88 litros/kg de MS ingerida. Assim, o nível de volumoso na dieta não influenciou na ingestão de água, discordando de MEYER (1987), que observaram que cavalos alimentados com dietas exclusivas de feno ingeriam mais água do que aqueles alimentados com dietas mistas.

Quadro 7 – Médias e equações de regressão (ER) dos valores diários de consumo médio de água, excreção fecal de água, excreção urinária de água, excreção total de água e balanço hídrico em equinos alimentados com diferentes níveis de volumoso na dieta.

Água	Proporção volumoso:concentrado				ER
	40:60	60:40	80:20	100:00	
Consumo água (l/dia)	13,78	14,53	14,22	12,73	13,82
Consumo água (l/kg MS/dia)	3,97	4,20	3,93	3,42	3,88
Excreção fecal de água (l/dia)	3,76	4,80	5,88	7,57	1
Excreção urinária de água (l/dia)	2,18	4,64	3,13	3,37	3,33
Excreção total de água (l/dia)	5,94	9,44	9,01	10,93	2
Balanço hídrico (l/dia)	7,85	5,09	5,22	1,80	3

1- $\hat{Y} = 1,12 + 0,063 \cdot X$ $r^2 = 98,0$

2- $\hat{Y} = 2,99 + 0,079 \cdot X$ $r^2 = 97,0$

3- $\hat{Y} = 12,03 - 0,096 \cdot X$ $r^2 = 94,0$

X = Nível de volumoso na dieta

* ($P < 0,05$)

A ingestão de água está relacionada com a matéria seca ou o total de alimento ingerido. O consumo também pode variar com o tipo e o processamento do volumoso e da ração concentrada ingerida, isso porque o conteúdo mineral, fibroso, e de outros componentes são diferentes entre os alimentos, afetando o consumo de água (CUNHA, 1991).

Segundo o NRC (1989), animais consumindo dietas exclusivas de feno consomem uma proporção de 3,6:1 em água, enquanto que animais consumindo dietas compostas por feno e concentrado esta proporção é de 2,9:1, recomendando o consumo de 2 a 3 litros de água/kg de MS consumida.

O consumo médio diário de água, expresso em litros/kg MS, observado neste trabalho foi de 3,88 litros, dentro do intervalo recomendado por FRAPE (1998), de 2 a 4 litros/kg MS, entretanto, foi superior ao observado por PEARSON e MERRITT (1991), de 1,92 litros/kg MS. O valor de 3,42 litros de água ingeridos por equinos consumindo dieta

com 100% de feno é ligeiramente superior ao consumo observado por CYMBALUK (1989), de 3,2 l/kg MS, para animais consumindo dietas exclusivas de feno de gramíneas.

FONNESBECK (1968) constatou que cavalos consumindo apenas forragem ingeriram 3,6 litros de água/kg MS, e 2,9 litros de água/kg MS quando recebiam dietas compostas por forragens e grãos. Observou que o total de água excretada por animais consumindo dietas exclusivas de volumosos foi de 27,2 litros, sendo 18,3 litros excretados nas fezes e 8,9 litros na urina, enquanto nos cavalos consumindo dietas mistas, o total de água excretada foi menor, de 14,5 litros de água, sendo 8,8 litros excretados nas fezes e 5,7 litros excretados na urina.

CYMBALUK (1989) observou que cavalos mantidos em baias sob temperaturas moderadas, ingerem de 2,7 a 5,5 litros de água/100 kg de peso vivo, e que cavalos consumindo dietas exclusivas de volumosos, ingeriram 3,2 litros de água/kg de MS enquanto os animais que consumiram dietas mistas ingeriram apenas 2,0 litros de água/kg de MS. A excreção fecal de água foi maior nos animais ingerindo feno de gramínea do que nos animais ingerindo dietas mistas de 1,74 litros e de 0,83 litros de água/kg de MS ingerida, respectivamente.

Observou-se aumento linear ($P < 0,05$) na excreção de água nas fezes com aumento do nível de volumoso na dieta. CYMBALUK (1989), obteve resultados semelhantes, quando avaliou com equinos alimentados com dietas constituídas exclusivamente por feno de gramínea ou leguminosa ou, associados a ração concentrada. Assim, pode-se deduzir que o teor de fibra da dieta interfere na excreção fecal de água. No entanto, a excreção de água através da urina não foi afetada ($P > 0,05$) pelo nível de volumoso na dieta. Por outro lado, a excreção total de água aumentou linearmente ($P < 0,05$). Assim, o efeito observado

na excreção total pode ser atribuído à excreção fecal, uma vez que a excreção de água na urina não alterou.

NYMAN e DAHLBORN (2000) observaram a ingestão de água em equinos alimentados com dietas mistas de feno e aveia entre 43 e 58 ml/kg de peso vivo.

Observou-se uma redução linear ($P < 0,05$) no balanço hídrico (BH) com o aumento do nível de volumoso na dieta, indicando que animais alimentados com dietas com maior proporção de concentrado, retém mais água no organismo que aqueles, alimentados com dietas com maior proporção de volumoso.

4.5 – Balanço de Nitrogênio

Os valores dos compostos nitrogenados ingeridos (NI), fecal (N fecal), urinário (Nurina), absorvido (NA) e retido (NR) e suas equações de regressão ajustadas em função do nível de volumoso nas dietas, são apresentados no Quadro 8.

Observou-se efeito quadrático do nível de volumoso na dieta sobre a quantidade diária de NI de acordo com a equação $\hat{Y} = -11,934 + 2,345X - 0,01738X^2$ e $R^2 = 82,0$, como pode ser observado na Figura 5, ocorrendo um aumento máximo estimado no NI quando o nível de volumoso na dieta for de 67,46%.

Observou-se aumento linear positivo ($P < 0,05$) na quantidade de N fecal com o aumento no nível de volumoso na dieta, considerando-se que na dieta exclusiva em volumoso, ocorreu menor consumo de N em relação às demais dietas. Em vários estudos de balanço de nitrogênio foi observado aumento do N fecal em função do aumento do N ingerido (SLADE et al., 1970; HINTZ e SCHRYVER, 1972; PRIOR et al., 1974).

Quadro 8 – Médias e equações de regressão (ER) dos compostos nitrogenados (N) ingerido (NI), N fecal (NF), N urinário (NU), N urina (% NI), N retido (NR), N absorvido (NA), N retido (% NI) e N retido (% NA) em função do nível de volumoso nas dietas.

Nitrogênio	Proporção volumoso:concentrado				ER
	40:60	60:40	80:20	100:0	
N ingerido (g/dia)	55,93	62,24	69,69	48,19	1
N fecal (g/dia)	20,31	18,69	24,42	27,07	2
N urina (g/dia)	25,63	32,54	26,24	13,87	3
N urina (% NI)	44,54	54,59	36,84	31,24	4
N retido (g/dia)	10,00	11,01	19,04	7,24	11,82
N absorvido (g/dia)	35,63	43,54	45,27	21,11	5
N retido (% NI)	19,47	16,69	27,70	14,87	19,68
N retido (% NA)	28,98	23,72	43,24	33,91	32,46
1 - $\hat{Y} = -11,934 + 2,345*X - 0,01738*X^2$					$R^2 = 82,0$
2 - $\hat{Y} = 13,51 + 0,13*X$					$r^2 = 77,0$
3 - $\hat{Y} = -13,89 + 1,479*X - 0,01205*X^2$					$R^2 = 99,0$
4 - $\hat{Y} = 61,97 - 0,2881*X$					$r^2 = 54,0$
5 - $\hat{Y} = -37,19 + 2,5976*X - 0,02004*X^2$					$R^2 = 95,0$
X = Nível de volumoso					
* (P < 0,05)					

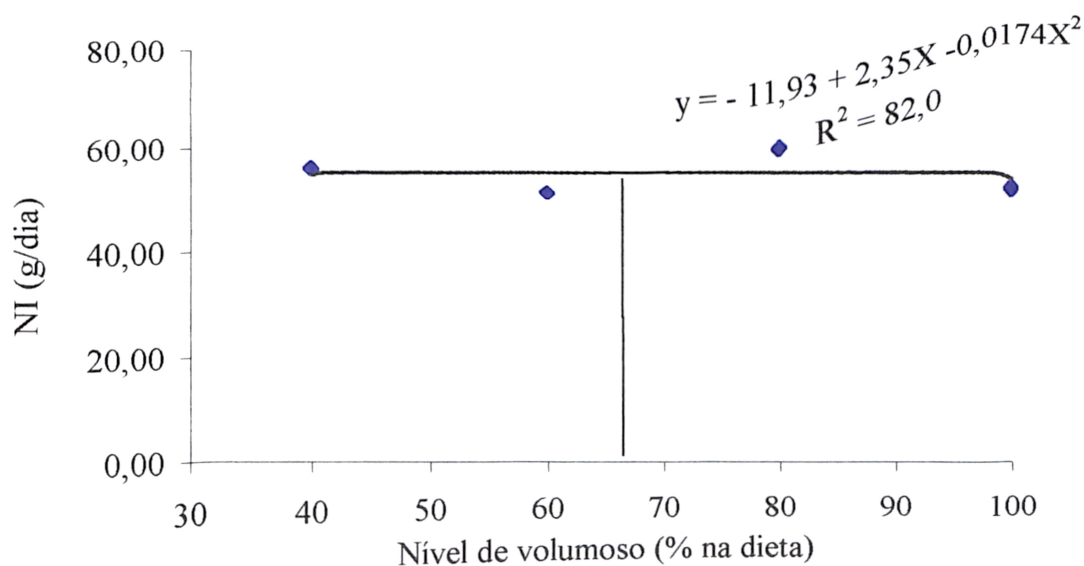


Figura 5 - Estimativa dos compostos nitrogenados ingeridos (NI) em função do nível de volumoso nas dietas.

Observou-se efeito quadrático do nível de volumoso na dieta sobre a excreção urinária de N, de acordo com a equação $\hat{Y} = -13,89 + 1,479X - 0,01205X^2$ e $R^2 = 99,0$ ($P < 0,05$), como pode ser observado na Figura 6, ocorrendo aumento máximo no NU quando o nível de volumoso for de 61,37% na dieta. Este comportamento esteve concordante com a NI diária, que também apresentou comportamento quadrático, parecendo haver uma proporcionalidade entre a quantidade ingerida e a quantidade excretada de nitrogênio através da urina, havendo, assim, um equilíbrio no balanço de nitrogênio corporal.

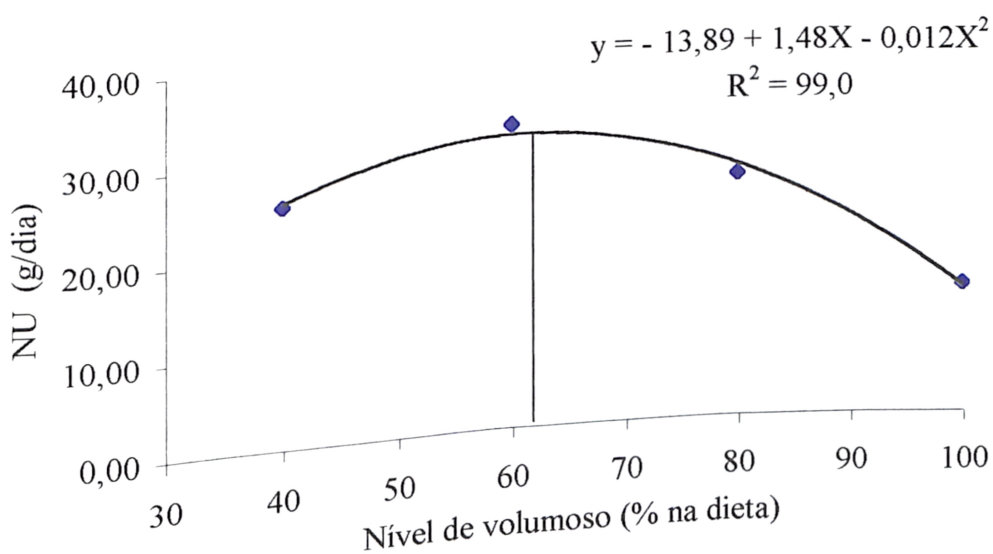


Figura 6 - Estimativa dos compostos nitrogenados excretados na urina (NU) em função do nível de volumoso nas dietas.

Resultados diferentes foram observados por REITNOUR e TREECE (1971), PRIOR et al. (1972) e ALMEIDA et al. (1998), avaliando níveis crescentes de inclusão de

proteína nas dietas, constataram maior excreção de compostos nitrogenados na urina quando houve aumento do nível protéico nas dietas, observando aumento. Segundo MEYER et al. (1985), o metabólito de maior excreção de nitrogênio na urina é a uréia proveniente do metabolismo hepático da amônia absorvida no intestino grosso e, também oriunda do catabolismo dos aminoácidos.

FREEMAN et al. (1988), avaliando o balanço de nitrogênio em cavalos em exercício, observaram aumento da excreção urinária de N quando a quantidade de N ingerido foi aumentada, semelhante ao observado no presente trabalho. O aumento nas perdas de N urinário também foi reportado por SLADE et al. (1970) com cavalos em manutenção e alimentados com níveis dietéticos crescentes de nitrogênio.

Observou-se redução linear ($P < 0,05$) no NU, expresso em percentual do NI, com o aumento do nível de volumoso da dieta, segundo a equação $\hat{Y} = 61,97 - 0,2881 \cdot X$ ($r^2 = 54,0$), onde o menor valor observado foi de 31,24% em 100% de volumoso na dieta e, o maior valor observado foi de 54,59% em 60% de volumoso na dieta.

Não houve efeito significativo do nível de volumoso na dieta sobre a quantidade diária de N retido, observando-se menor retenção de N de 7,24g/dia em equinos alimentados com dieta exclusiva de volumoso e, a maior retenção de N de 19,04 g/dia para os animais alimentados com a dieta contendo 80% de volumoso.

Observou-se um efeito quadrático ($P < 0,05$) do nível de volumoso na dieta sobre a quantidade de NA, de acordo com a equação $\hat{Y} = -37,19 + 2,5976X - 0,02004X^2$ ($R^2 = 95,0$) como pode ser observado na Figura 7, ocorrendo absorção máxima estimada de N quando o nível de volumoso atingir a proporção de 64,8%.

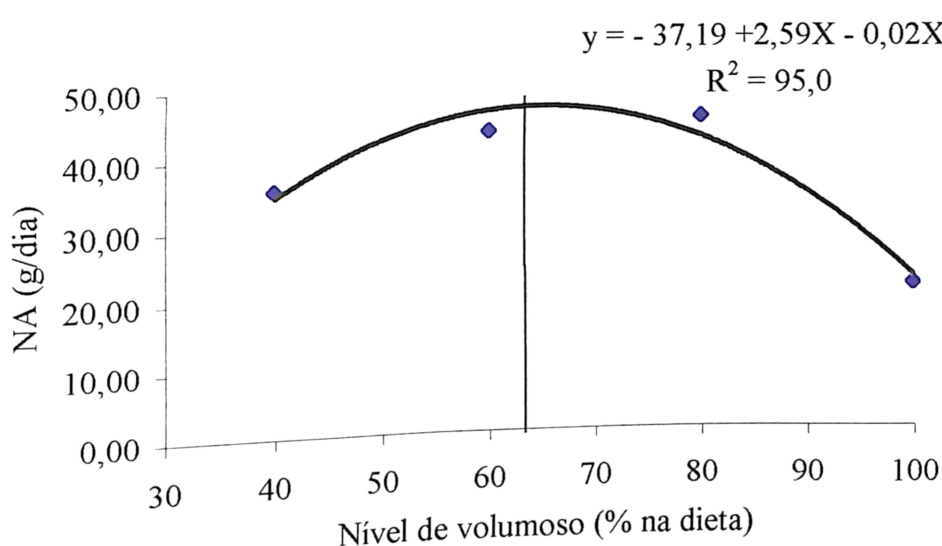


Figura 7 - Estimativa dos compostos nitrogenados absorvidos (NA), em função do nível de volumoso nas dietas.

Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) no N retido, expresso em percentual do NI e do NA, com o aumento no nível de volumoso na dieta, entretanto, pode-se observar que, para ambos os parâmetros, na proporção de volumoso: concentrado de 80:20, foram obtidos os maiores valores de nitrogênio retido.

PRIOR et al. (1974), relataram valores de N retido em equinos alimentados com dietas com 13% de PB, de 28,3% do N absorvido, semelhante ao resultado observado no presente trabalho nos animais consumindo dieta com 40% de volumoso, de 28,9%.

4.6 – Estimativa de digestibilidade com indicadores internos

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS, EB, FDN e FDA, determinados por coleta total de fezes e estimados com o uso dos indicadores internos FDN_i, FDA_i, CEL_i e LIG, são apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 – Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), determinados por coleta total de fezes e, estimados com o uso dos indicadores internos fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), celulose indigestível (CELi), lignina (LIG) e coleta total de fezes (CT).

Indicadores	Coeficiente de digestibilidade (%)			
	MS	EB	FDN	FDA
CT	54,41 ^d	58,85 ^c	46,65 ^c	36,96 ^c
FDNi	60,45 ^c	64,79 ^b	54,89 ^b	46,75 ^b
FDAi	63,81 ^b	67,74 ^a	58,73 ^{ab}	51,29 ^{ab}
CELi	55,06 ^d	60,01 ^c	48,18 ^c	38,92 ^c
LIG	67,37 ^a	70,92 ^a	62,77 ^a	56,02 ^a

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, EB, FDN e FDA obtidos com a coleta total de fezes e estimados com a CELi foram similares ($P > 0,05$), os quais diferiram dos valores estimados com a FDNi, FDAi e LIG. De outra forma, pode-se dizer que a CELi, como indicador interno fecal, foi que melhor estimou os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes quando comparado ao método da coleta total de fezes. A FDNi e a FDAi, superestimaram os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, quando comparados ao método da coleta total de fezes. Resultados semelhantes foram observados por OLIVEIRA (1995), indicando a CELi como o melhor indicador interno para estimar a digestibilidade aparente de dietas para equinos.

Observou-se interação entre o método de estimativa do coeficiente de digestibilidade e as dietas na determinação do CDPB, sendo os resultados mostrados no

Quadro 10.

Quadro 10 - Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB) estimados através dos indicadores internos fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), celulose indigestível (CELi), lignina (LIG) e coleta total de fezes (CT) em função do nível de volumoso nas dietas.

Indicadores	Proporção volumoso : concentrado			
	40:60	60:40	80:20	100:00
	CDPB (%)			
CT	64,00 ^c	69,19 ^d	62,31 ^b	44,52 ^c
FDNi	79,04 ^{ab}	77,57 ^{bc}	70,88 ^a	48,70 ^{bc}
FDAi	81,24 ^{ab}	79,78 ^{ab}	72,08 ^a	54,24 ^{ab}
CELi	73,37 ^b	74,17 ^c	68,27 ^{ab}	43,25 ^c
LIG	83,30 ^a	81,72 ^a	73,77 ^a	60,32 ^a

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Observou-se que a CELi foi o indicador interno que melhor estimou a CDPB em dietas com até 80% de volumoso, considerando-se o método da coleta total de fezes. Os indicadores FDNi, FDAi e LIG, superestimaram a CDPB, não se mostrando adequados como indicadores da estimativa da digestibilidade de nutrientes em dietas para equínos.

PENNING e JOHNSON (1983a), utilizando alimentos volumosos para equínos, observaram valores do coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica estimados com maior precisão pelo indicador interno FDAi, quando comparado aos valores determinados pela CT, em comparação aos valores com o uso da LIG e da cinza insolúvel em ácido (CIA).

Resultados diferentes foram relatados por MAURÍCIO et al. (1996), que avaliando dietas mistas com feno *Coast-cross* e concentrado para equínos, utilizaram a lignina na estimativa dos coeficientes de digestibilidade e, observaram que os valores de CDFDN e CDFDA estimados pela LIG foram inferiores aos estimados pela coleta total de fezes. De

acordo com FAHEY e JUNG (1983), a lignina pode ser utilizada como indicador apenas quando houver evidências de não existir uma alta recuperação fecal.

MIRAGLIA et al. (1999), avaliando dietas mistas para equinos com diferentes tipos de concentrados, estimaram os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes através da coleta total de fezes e com os indicadores internos LIG e CIA. Os valores dos coeficientes de digestibilidade estimados pela CIA foram muito próximos aos próximos aos estimados pela coleta total de fezes, de 58,28 e 61,22% para o CDMS e de 61,67 e 61,13% para o CDEB, estimados com a CIA e o método da coleta total de fezes, respectivamente, sendo os dois métodos indicados em ensaios de digestão para equinos. Já os valores dos coeficientes de digestibilidade estimados pela LIG como indicador interno, foram muito inferiores aos estimados pela coleta total de fezes, subestimando as taxas de digestibilidade com valores de 31,35% para o CDMS e de 31,08% para o CDEB.

Os valores médios de recuperação fecal dos indicadores internos FDN indigestível (FDNi), FDA indigestível (FDAi), celulose indigestível (CELi) e lignina (LIG), podem ser observados no Quadro 11.

Quadro 11- Valores médios da recuperação fecal dos indicadores internos em função do nível de volumoso nas dietas.

Indicadores	Proporção volumoso : concentrado			
	40:60	60:40	80:20	100:00
	-----Recuperação (%)-----			
FDNi	108,31	118,37	110,80	137,87
FDAi	121,58	122,88	122,66	153,78
CELi	141,08	130,30	138,17	172,51
LIG	98,42	110,13	95,88	111,29

5 – CONCLUSÕES

- O consumo de MS, expresso em kg/dia, g/kgPV e g/kgPM, aumentou de forma linear com o aumento da proporção de volumoso nas dietas;
- O CDMS e CDEB das dietas reduziram de forma linear com a inclusão de volumos na dieta. O CDPB apresentou resposta quadrática com a inclusão de volume na dieta, com valor máximo expresso quando a inclusão de volumoso na dieta for de 60%;
- Os níveis de volumoso não influenciaram ($P>0,05$) o CDFDN e CDFDA nas dietas;
- Os conteúdos de MSD e a ED foram reduzidos com a inclusão de volumoso na dieta, enquanto que a PD apresentou resposta quadrática, com valor máximo expresso quando a inclusão de volumoso na dieta for de 66,7%;

- O nível de volumoso nas dietas não afetou a TMR e a TxP da digesta, enquanto o TT da fase líquida da digesta reduziu de forma linear com o aumento do nível de volumoso na dieta;
- Os valores de TMR e TT foram maiores na fase sólida da digesta em comparação a fase líquida da digesta, para todas as dietas;
- O nível de volumoso na dieta não afetou a TMR da digesta e também não afetou a degradação da fibra, o que pode ser explicado pelos valores dos coeficientes de digestibilidade de FDN e FDA, que não foram alterados em função do nível de volumoso nas dietas;
- O nível de volumoso na dieta não afetou o consumo de água, no entanto, a excreção de água nas fezes foi aumentada com a inclusão de volumoso nas dietas, influenciando no balanço hídrico cujos valores foram reduzidos com a inclusão de volumoso nas dietas;
- No balanço de nitrogênio, as quantidades de compostos nitrogenados ingeridos, excretados na urina e absorvido no trato digestivo foram afetadas em função do nível crescente de volumoso nas dietas, com valores máximos esperados quando a inclusão de volumoso na dieta for de 67,7; 61,4 e 64,8%, respectivamente;
- A CELi mostrou-se adequada como indicador interno na estimativa da digestibilidade aparente dos nutrientes em dietas para equinos.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN HORSE COUNCIL - AHC. Economic study of horse industry. *J. Eq. Vet.Sci.*, v.16, n.12, p.559-560, 1996.
- ALMEIDA, F.Q. *Fluxo de matéria seca ileal, perdas endógenas e digestibilidade pré-cecal e total da proteína e aminoácidos em eqüinos*. Viçosa: UFV, 120p. 1997. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- ALMEIDA, F.Q., VALADARES FILHO, S.C., LEÃO, M.I. et al. Digestibilidade aparente pré-cecal, pós-ileal e total da proteína do milho e do farelo de soja em eqüinos. *Rev. Bras. Zoot.*, v. 27, n. 3, p. 530-537, 1998a.
- ALMEIDA, F.Q., VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Digestibilidade aparente e verdadeira pré-cecal e total da proteína em dietas com diferentes níveis protéicos em eqüinos. *Rev. Bras. Zoot.*, v. 27, n. 3, p. 521-529, 1998b.
- ALMEIDA, M.I.V.; FERREIRA, W.M.; ALMEIDA, F.Q. et al. 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.) Pers.) para eqüinos. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 28, n. 4, p. 743-752, 1999a.

- ALMEIDA, M.I.V. *Predição da energia digestível de dietas para equinos a partir de seu conteúdo fibroso*. Belo Horizonte, UFMG: 1994. 104p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1994.
- ALVARENGA, R.C. *Fluxo de matéria seca ileal, metodologias de coleta de digesta e digestibilidade aparente total e parcial em eqüinos*. Viçosa: UFV, 59p. 1996. Dissertação (Mestrado em Nutrição de monogástricos) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- ANDERSON, C. e LINDBERG, E. Nutrient apparent digestibilities and partition of nutrient digestion in barley-based diets including red-clover and perennial ryegrass meal. *Animal Science*. v. 65, p. 493-500, 1997.
- ARAUJO, L.O.D. *Comparação da digestibilidade aparente em eqüídeos submetidos a dietas compostas de concentrado e volumoso, fornecidos com diferentes intervalos de tempo*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1992, 45p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1992.
- ARGENZIO, R. A; LOWE, J.E.; PICKARD, D.W.; et al. Digesta passage and water exchange in the equine large intestine. *Am. J. Physiol.* v. 226, p. 1035-1042, 1974.
- BOLIN, D.W. e KING, R.P. A simplified method for determination of Cr_2O_3 when used as an indicator. *Science*. v. 116, p. 634, 1952.
- BONHOMME-FLORENTIN, A. Degradation of hemicellulose and pectin by horse caecum contents. *Brit. J. Nutr.*, v. 60, p. 185-192, 1988.
- CHURCH, D.C. *The Ruminant Animal - Digestive Physiology and Nutrition*. 2^a Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1979, 564 p.
- CLUTTER, S.H. e RODIEK, A.V. Feeding value of diets containing almond hulls. *J. Eq. Vet. Sci.*, v. 12, n. 2, p.99-102, 1992.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. *J. Anim. Sci.*, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- CUDDEFORD, D.; PEARSON, R.A.; ARCHIBALD, R.F. et al. Digestibility and gastrointestinal transit time of diets containing different proportions of alfafa and oat straw in Thoroughbreds, Shetland ponies, Highland ponies and donkeys. *Anim. Sci.*, v. 61, p.407-417, 1995.
- CUDDEFORD, D.; WOODHEAD, A.; MUIRHEAD, R. A comparison between the nutritive value of short-cutting cycle, high temperature-dried alfafa and tymothy hay for horses. *Eq. Vet. J.*, v. 24, n. 2, p.84-89, 1992.

- CUNHA, T.J. *Horse feeding and nutrition*. 2^a Ed. Academic Press, Inc. San Diego, California, 1991, 445 p.
- CYMBALUK, N.F. e CHRISTENSEN, D.A. Nutrient utilization of pelleted and unpelleted forages by ponies. *Can. J. Anim. Sci.*, v.66, p.237-244, 1986.
- CYMBALUK, N.F. Water balance of horses fed various diets. *Eq. Practice*, v. 11, n. 1, p. 19-24, 1989.
- DARLINGTON, J.M. e HERSHBERGER, T.V. Effect of forage maturity on digestibility, intake and nutritive value of alfafa, timothy and orchardgrass by equine. *J. Anim. Sci.*, v. 27, n. 6, p.1572-1576, 1968.
- DROGOUL, C.; TISSERAND, J.L.; PONCET, C. Feeding ground and pelleted hay rather than chopped hay to ponies. 2 - Consequences of fibre degradation in the cecum and the colon. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.87, p. 131-145, 2000.
- EGGUM, B.O. The influence of dietary fibre on protein digestion in monogastrics. *Arch. Anim. Nutr.*, v. 48, p. 89-95, 1994.
- FAHEY, G.C. e JUNG H.G. Lignin as a marker in digestion studies: a review. *J. Anim. Sci.*, v. 57, n. 1, p. 220-225. 1983.
- FAICHNEY, G.J. The use of markers to partition digestion within the gastrointestinal tract of ruminants. In: **DIGESTION AND METABOLISM IN RUMINANT**. MACDONALD, I.W., WARNER, A.I.C. (Eds). The University of New England Publishing Unit, Armidale, NSW, p.277-291, 1975.
- FARLEY, E.B.; POTTER, G.D.; GIBBIS, P.G. et al. Digestion of soybean meal protein in the equine small and large intestine at various levels of intake. *J. Eq. Vet. Sci.*, v.15, n.9, p.391-397, 1995.
- FERREIRA, S.C.; GONÇALVES, L.C.; REZENDE, A.S.C. et al. Avaliação do consumo e da digestibilidade do capim elefante (*Pennisetum purpureum*) picado e do feno de guandu (*Cajanus cajan*) desintegrado em eqüinos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 47, n. 2, p.239-248, 1995.
- FERREIRA, L.M.A.; FONTES, C.M.G.A.; FERNANDES, T.H. A fibra em nutrição animal. *Rev. Port. Ciências Vet.*, v. XCIV, n. 531, p. 119-129, 1999.
- FOMBELLE, A.; JACOTOT, E.; DROGOUL, C. et al. Effect of the hay: grain ratio on digestive physiology and microbial ecosystem in ponies. In: **EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SYMPOSIUM**. 16. North Caroline. *Proceedings ... North Carolina:ENPS*, 1999, p. 151.

- FONNESBECK, P.V. Digestion of soluble and fibrous carbohydrate of forage by horses. *J. Anim. Sci.*, v. 27, n. 5, p.1336-1344, 1968.
- FONNESBECK, P.V. Estimating digestible energy and TDN for horses with chemical analysis of feeds. *J. Anim. Sci.*, v. 53 (Suppl. 1), p. 241, 1981. (Abstract).
- FONNESBECK, P.V. Partitioning the nutrients of forages for horses. *J. Anim. Sci.*, v.28, n. 3, p. 624-633, 1969.
- FONNESBECK, P.V.; LYDMAN, R.K.; VANDER NOOT, G.W. et al. Digestibility of the proximate nutrients of forages by horses. *J. Anim. Sci.*, v. 26, n. 5, p. 1039-1045, 1967.
- FRAPE, D.L. Equine Nutrition and Feeding. Harlow, Longman Scientific Technical, 1992. 373p.
- FREEMAN, D. W.; POTTER, G.D.; SCHELLING G. T.; et al. Nitrogen metabolism in mature horses at varying levels of work. *J. Anim. Sci.* v. 66, p. 407-412, 1988.
- FURTADO, C.E.; CABRERA, L.; OLIVEIRA, C.A.A. Avaliação da digestibilidade aparente de fenos de gramíneas e de leguminosas para eqüinos. *Acta Scientiarum*, v. 21, n.3, p. 651:655, 1999.
- GILL, A.M. e LAWRENCE, L.M. Effect of feeding frequency on digestion in ponies. In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SIMPOSIUM. 17. Kentuck. *Proceedings...Kentucky; ENPS*, 2001, p.85-87.
- GLADE , M.J. e BELL, P.I. Lower digestive tract fermentation rates and nitrogen utilization in horses. In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SYMPOSIUM.. *Proceedings ...:ENPS*, 1981.
- GLADE, M.J. Nitrogen partitioning along the equine digestive tract. *J. Anim. Sci.*, v.57, n.4, p.943-953, 1984a.
- GLADE, M.J. The influence of dietary fiber digestibility on the nitrogen requirements of mature horses. *J. Anim. Sci.*, v.58, n.3, p.638-646, 1984b.
- GOMES, B.V. *Influência das características químicas e físicas das forragens sobre o consumo, degradação e cinética da digesta ruminal*. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1991. 115p. Tese (Doutorado em Zootecnia).
- GONÇALVES, L.C.; REZENDE, A.S.C.; CARVALHO, M.A.G. et al. Digestibilidade aparente em eqüídeos submetidos a três condutas de arraçamento. I. Matéria seca, proteína bruta e energia. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 50, p. 421-427, 1998.

- HAENLEIN, G.F.W.; SMITH, R.C.; YOON, Y.M. Determination of the fecal excretion rate of horses with chromic oxide. *J. Anim. Sci.*, v. 25, n. 3, p. 1091-1095, 1966.
- HAKANSSON, J.; MALMLÖF, K. The nutritive value of grass-clover and pea crop meals for growing pigs. *Swedish J. Agric. Res.* v. 14, p. 45-51, 1984.
- HINTZ, H.F., SCHRYVER, H.F., LOWE, J.E. Digestion in the horse. *Feedstuffs*, v. 45, n. 27, p.25-26, 1973.
- HINTZ, H.F. *Horse nutrition*. New York, Arco Publishing, 1983. 228p.
- HINTZ, H.F. Effect of level of intake on digestibility. *Eq. Practice*, v. 10, n. 3, p. 5-6, 1988.
- HINTZ, H.F. Fiber for horses. *Eq. Practice*, v. 16, n. 6, p. 7-8, 1994.
- HINTZ, H.F. e CYMBALUK, N.F. Nutrition of the horse. *Annu. Rev. Nutr.*, v.14, p.243-267, 1994.
- HINTZ, H.F.; HOGUE, D.E.; WALKER, E.F. et al. Apparent digestion in various segments of the digestive tract of ponies fed diets with varying roughage - grain rations. *J. Anim. Sci.*, v.32, n.2, p.245-248, 1971.
- HINTZ, H.F. e SCHRYVER, H.F. Nitrogen utilization in ponies. *J. Anim. Sci.*, v.34, n.4, p.592-595, 1972.
- HOLLAND, J. L.; KRONFELD, D.S.; SKLAN, D.; et al. Calculation of fecal kinetics in horses fed hay or hay and concentrate. *J. Anim. Sci.* v.76, p. 1937-1944, 1998.
- HOUP, K.A. Ingestive behavior. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, v.6, n.2, 319-337, 1990.
- JACKSON, S.G. e PAGAN, J.D. Growth management of young horses. A key to future success. *J. Eq. Vet. Sci.*, v.13, n.1, p.10-11, 1993.
- KARLSSON, C.P.; LINDBERG, J.E.; RUNDGREN, M. Associative effects on total tract digestibility in horses fed different ratios of grass hay and whole oats. *Liv. Prod. Sci.* 65: 143-153. 2000.
- KASS, M.L.; VAN SOEST, P.J.; POND, W.G.; et al. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. 1 - Apparent digestibility of diet components in specific segments of the gastrointestinal tract. *J. Anim. Sci.* v. 50, p. 175-191, 1980.
- KERN, D.L.; SLYTER, L.L.; LEFFEL, E.C.; et al. Pony vs. Steers: microbial and chemical characteristics of intestinal ingesta. *J. Anim. Sci.*, v. 38, n. 3, p. 559-564, 1974.

- KIMURA, F.T. e MILLER, V.L. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. *Agric. Food Chem.*, v.5, p.216-217, 1957.
- KOTB, A.K. e LUCKEY, T.D. Markers in nutrition. *Nutr. Abstr. Rev.* v. 42, p. 813-845, 1972.
- LEWIS, L.D. *Alimentação e cuidados do cavalo*. 1ª Ed. Livraria da Roca Ltda, Inc. São Paulo, São Paulo, 1985, 248 p.
- MANZANO, A.; NOVAES, N.J.; HADDAD, C.M.; et al. Comparação entre coeficientes de digestibilidade de rações com feno de capim de Rhodes e capim elefante variedade napier verde picado, em eqüídeos. *Rev. Bras. Zoot.*, v. 9, n.4, p. 673-690, 1980.
- MARTIN-ROSSET, W. *La alimentation des chevaux*. Paris: INRA, 1990, 232 p.
- MARTIN-ROSSET, W.; ANDRIEU, J.; VERMOREL, M et al. Valeur nutritive des aliments pour le cheval. In: *Le Cheval. Reproduction, sélection, alimentation, exploitation*. Paris: INRA, 1984. p. 209-238.
- MARTIN-ROSSET, W. e DULPHY, J.P. Digestibility interactions between forages and concentrates in horses: influence of feeding level - comparison with sheep. *Liv. Prod. Sci.*, v. 17, p. 263-276, 1987.
- MAURICIO, R.M.; GONÇALVES, L.C.; RESENDE, AC.; et al. Determinação da digestibilidade aparente em eqüídeos através do óxido crômico, da lignina e da coleta total das fezes. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 48, n. 6, p. 703-711, 1996.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F.; et al. *Animal Nutrition*. Ed. 7. McGraw-Hill, New York, p. 44-46., 1979.
- MELO, I.M.P. Prediction of digestibility of feedstuffs using cell wall constituents and enzymatic solubilities. *World Rev. Anim. Prod.*, v. 25, n. 1, p. 83-88, 1990.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações: In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. *Anais...* Lavras: SBZ, 1992, p.188-219.
- MEYER, H.; VON STEIN, S.; SCHMIDT, M. Investigations to determine endogenous faecal and renal losses in horses. In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SIMPOSIUM. East Lansing, ENPS, 1985. p.68-72.
- MEYER, H. Nutrition of the equine Athlete. In: EQUINE EXERCISE PHYSIOLOGY, 2 Ed. Davis, 1987. *Proceedings...* California, USA, 1987, p. 644-673.
- MEYER, H. *Alimentação de cavalos*. São Paulo, Ed. Varela, 1995. 303p.

- MEYER, H.; RADICKE, S.; KIENZLE, E. et al. Investigations on preileal digestion of oats, corn, and barley starch in relation to grain processing. In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SIMPOSIUM. 13. Gainesville, 1993. *Proceedings...* Gainesville; ENPS, 1993, p.92-97.
- MINSON, D.J. Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. *Nutr. Abstr. Rev.*, Series B, v. 52, p. 591-615, 1982.
- MIRAGLIA, N.; BERGERO, D.; BASSANO, B. et al. Studies of apparent digestibility in horses and the use of internal markers. *Liv. Prod. Sci.* v. 60, p. 21-25, 1999.
- MITCHELL, H.H. *Comparative nutrition of man and domestic animals.* v. 1, Academic Press, New York, 1962.
- MURRAY, A.; BROPHY, P.O.; SMITH, F.H., CAFFREY, P. e CALLAN, J.J. Fecal excretion rate of chromium by horses at pasture. In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SIMPOSIUM. 15. Ontario, 1995. *Proceedings...* California; ENPS, 1995, p.258.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of horses.* Washington, D.C., 5. Ed., 1989. 100p.
- NYMAN, S. e DAHLBORN, K. Effect of water supply method and flow rate on drinking behavior and fluid balance in horses. *Physiol. Behav.*, v.73, p. 1-8, 2001.
- OLIVEIRA, A.A.M.A. *Digestão total e pré-cecal dos nutrientes em potros fistulados no íleo.* Viçosa: UFV, 92p. 1995. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Monogástricos) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- OLSSON, N. e RUUDVERE, A. The nutrition of the horse. *Nut. Abst. Rev.*, v. 25, n. 1, p.1-18, 1955.
- OTT, E.A. Influence of level of feeding on digestion efficiency of the horse. In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SIMPOSIUM. 7. *Proceedings...* Virginia: ENPS, 1977, p.258.
- PAGAN, J.D. Forages for horses: More than just filler. *Kentucky Equine Research*, Inc., Versailles, Kentucky, USA, p.13- 28, 2001.
- PAGAN, J.D. Forages for horses. In: BAIN-FALLON MEMORIAL LECTURES. EQUINE NEUROLOGY AND NUTRITION, 18, 1996, Glenelg. *Proceedings...* Glenelg: Australian Equine Veterinary Association, 1996, p.189-205.
- PAGAN, J.D.; HARRIS, P.A.; BREWSTER-BARNES, T. et al. Exercise affects digestibility and rate of passage of all-forrage and mixed diets in thoroughbreds horses. *J. Nutr.* v. 128, p. 2704S-2707S, 1998.

- PEARSON, R.A. e MERRIT, J.B. Intake, digestion and gastrointestinal transit time in resting donkeys and ponies and exercised donkeys given *ad libitum* hay and straw diets. *Eq. Vet. J.*, v.23, n.5, p.339-343. 1991.
- PENNING, P.D. e JOHNSON, R.H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 1- Potentially indigestible cellulose and acid insoluble ash. *J. Agric. Sci.*, 100, 127-131. 1983a.
- PENNING, P.D. e JOHNSON, R.H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 2- Indigestible acid detergent fibre. *J. Agric. Sci.*, 100, 133-138. 1983b.
- PEREIRA, J.C.; CARMO, M.B.; MOTTA, W.A.F.; et al. Feno de aveia (*Avena bisantyna*) associado ao concentrado em diferentes proporções na alimentação de equinos. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, v. 18, n. 5, p. 359-366, 1989.
- PEREIRA, J.C.; QUEIROZ A.C.; CARMO, M.B. Avaliação de métodos para determinação da digestibilidade aparente em equinos. *Rev. Soc. Bras. Zootec.* v. 24, n. 3, p. 382- 390. 1995.
- POTTER, G.D.; ARNOULD, F.F.; HOUSEHOLDER, D.D.; et al. Digestion of starch in the small or large intestine of the equine. In: EUROPEAN KONF. Ü. ERNÄHRUNG DES PFERDES, 1 Ed. p.107-111, 1992.
- PRIOR, R.L.; HINTZ, H.F.; LOWE, J.L. et al. Urea recycling and metabolism of ponies. *J. Anim. Sci.*, v.38, n.3, p.565-571, 1974.
- REIS, R.A. e RODRIGUES, L.R.A. *Valor nutritivo de plantas forrageiras*. FCAVJ - UNESP-FUNEP, Jaboticabal, 1993. 26p.
- REITNOUR, C.M. Effect of cecal administration of corn starch on nitrogen metabolism in ponies. *J. Anim. Sci.*, v.49, n.4, p.987-991, 1979.
- REITNOUR, C.M. e TREECE, J.M. Relationship of nitrogen source to certain blood components and nitrogen balance in the equine. *J. Anim. Sci.*, v.32, n.3, p.487-490, 1971.
- RESENDE, A.S.C.; GONÇALVES, L.C.; CARVALHO, M.A.G. et al. Digestibilidade aparente em equinos submetidos a três condutas de arraçãoamento. II Frações fibrosas. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v 50, n. 4, p. 429-434, 1998.
- ROBINSON, D.W. e SLADE, L.M. Nitrogen metabolism in nonruminant herbivores. II Comparative aspects of protein digestion. *J. Anim. Sci.* 30: 761-763. 1970.
- SCHNEIDER, B.H., FLATT, W.P. *The evaluation of feeds through digestibility experiments*. The University of Georgia Press. Athens, Georgia, 423p, 1975.

- SCHURG, W.A. Compilation of data evaluating various techniques for determining digestion of equine rations. In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SIMPOSIUM. 7. Tucson, 1981. *Proceedings...* Arizona: ENPS, 1981, p.1-2.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos*. Viçosa, UFV: Imprensa Universitária, 2.ed., 1990, 166p.
- SLADE, L.M.; ROBINSON, D.W. e CASEY, K.E. Nitrogen metabolism in nonruminant herbivores. 1- The protein influence of nonprotein nitrogen and protein quality on the nitrogen retention of adult mares. *J. Anim. Sci.*, v. 53, n. 3, p. 753. 1970.
- SMOLDERS, E.A.A.; STEG, A.; HINDLE, V.A. Organic matter digestibility in horses and its prediction. *Netherlands J. Agric. Sci.*, v. 38, p. 435-447, 1990.
- SNOW, D.H.; KERR, M.G.; NIMMO, M.A.; et al. Alterations in blood, sweat, urine and muscle composition during prolonged exercise in the horse. *Vet. Rec.*, 110:377-384. 1982.
- TAMMINGA, S.; SCHULZE, H.; VAN BRUCHEM, J. et al. The nutritional significance of endogenous n-losses along the gastro-intestinal tract of farm animals. *Arch. Anim. Nutr.*, v.48, n.1, p.9-22, 1995.
- TASKER, J.B. Fluid and electrolyte studies in the horse. II. An apparatus for the collection of total daily urine and faeces from horses. *Cornell Vet.*, v.56, n.1, p.77-84, 1966.
- THOMPSON, K.N.; JACKSON, S.G.; BAKER, J.P. Apparent digestion coefficients and associative effects of varying hay:grain ratios fed to horses. *Nutr. Rep. Int.*, v.30, n. 1, p. 189-197, 1984.
- TISSERAND, J.L. Non-ruminant herbivores; Part III.3, Horses and Rabbits. *Liv. Prod. Sci.*, v. 19, p. 279-88, 1988.
- TODD, K.L.; SAUER, W.C.; CHRISTOPHERSON, R.J. et al. The effect of level feed of intake on nutrient and energy digestibilities and rate of feed passage in horses. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, v. 73, p. 140-148, 1995.
- TOSI, H.; FAVORETTO, V.; JESUS, W.R. et al. Valor nutritivo de feno de gramíneas e de leguminosas forrageiras através de ensaio de digestibilidade com equinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 19, Piracicaba, 1982. *Anais...* Piracicaba: SBZ, 1982, p. 260-262.
- UDEN, P. e VAN SOEST, P.J. Comparative digestion of timothy (*Phleum pratense*) fibre by ruminants, equines and rabbits. *Br. J. Nutr.*, v. 47, p. 267-272, 1982.

- UDEN, P.; ROUNSAVILLE, T.R.; WIGGANS, G.R. et al. The measurement of liquid and solid ingesta retention in ruminants, equine and rabbits given timothy (*Phleum pratense*) hay. *Br. J. Nutr.*, v.48, n.2, p.329-339, 1982.
- UDEN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta rate of passage studies. *J. Sci. Food. Agric.*, v. 31, p. 625-632, 1980.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. SAEG - *Sistema de análises estatísticas e genéticas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. Manual do usuário, 150p. (versão 7.0).
- VAN ES, A.J.H. e VAN DER MEER, J.M. Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals. LELYSTAD, Ed. A.J.H. VAN ES, J.M. VAN DER MEER, 1980, p.46-55p.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2^a. ed. Ithaca, Cornell University Press, 1994, 476p.
- VANDER NOOT, G.W.; GILBRAITH, E.B. Comparative digestibility of components of forages by geldings and steers. *J. Anim. Sci.*, v.31, p. 351-355, 1970.
- VANDER NOOT, G.W.; SYMONS, L.D.; LYDMAN, R.K. et al. Rate of passage of various feedstuffs through the digestive tract of horses. *J. Anim. Sci.*, v.26, n.6, p.1309-1311, 1967.
- VERMOREL, M.; MARTIN-ROSSET, W.; VERNET, J. Energy utilization of two diets for maintenance by horses; agreement with the new French net energy system. *J. Equine Vet. Sci.* v. 11, n. 1, p. 33-35, 1991.
- VERMOREL, M.; JARRIGE, R.; MARTIN-ROSSET, W. Metabolisme et besoins énergétique du cheval. Le système des UFC. In: LE CHEVAL, REPRODUCTION, SELECTION, ALIMENTATION, EXPLOITATION. p. 239-276. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris. 1984.
- WANDERLEY, R.C.; MANZANO, A; ESTEVES, S.N. et al. Cinética da passagem da digesta em equinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras. *Anais...* Lavras: SBZ, 1992, p.284.
- WARNER, A.C.I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. *Nutr. Abstr. Rev.*, Series B, v.51, n.12, p.789-820, 1981.
- WOLTER, R. *Alimentacion del caballo*. 2.ed. Zaragoza: Ed. Acribia, 1975. 172p.

YODDER, D.E.; MILLER, E.;ROOK, J.E. et al. Fibre level and form: effects on digestibility, digesta flow and incidence on gastrointestinal disorders. In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SIMPOSIUM. 15. Forth Worth, 1997. *Proceedings...* Texas: ENPS, p.122-127, 1997.

APÊNDICE

Quadro 12 – Resumo das análises de variância e regressão do consumo diário de matéria seca (MS) expresso em kg MS, em g por kg de Peso Vivo (g/kgPV), em g por kg de Peso Metabólico (g/kgPM) e coeficientes de variação (CV).

FV	GL	Quadrado médio		
		MS (kg)	MSPV (g/kg)	MSPM (g/kg)
Tratamento	3	0,0641*	0,5240*	9,5627*
Animal	3	3,0448	0,0512	73,3989
Período	3	0,4443	0,6391	0,9916
Regressão Linear	1	0,1693*	1,3954*	28,3194*
Resíduo	8	0,0053	0,0466	0,3252
CV (%)	-	2,1	1,2	0,8

*(P < 0,05)

Quadro 13 – Resumo das análises de variância e regressão do consumo diário de fibra em detergente neutro (FDN) expressa em kg (FDN kg), kg por kg do Peso Vivo (FDNPV kg), em kg por kg do Peso Metabólico (FDNPM kg) e de fibra em detergente ácido (FDA) expresso em kg (FDA kg), kg por kg do Peso Vivo (FDAPV kg), em kg por kg do Peso Metabólico (FDAPM kg) e coeficientes de variação (CV).

FV	GL	Quadrado médio					
		FDNkg	FDNPVkg	FDNPMkg	FDAkg	FDAPVkg	FDAPMkg
Tratamento	3	1,765*	40,5589*	581,35*	0,436*	10,0699*	144,18*
Animal	3	0,9515	0,0138	22,7413	0,2254	0,0033	5,3842
Período	3	0,0183	0,2259	1,0729	0,0044	0,0543	0,2603
Regressão Linear	1	5,271*	121,66*	1742,96*	1,306*	30,2074*	432,52*
Resíduo	8	0,0282	0,0122	0,3203	0,0701	0,0029	0,0804
CV (%)	-	8,3	1,1	1,5	8,6	1,1	1,5

*(P < 0,05)

Quadro 14 – Resumo das análises de variância e regressão da matéria seca digestível (MSD kg), proteína digestível (PD kg), energia digestível (ED Mcal), fibra em detergente neutro digestível (FDND kg), fibra em detergente ácido digestível (FDAD kg) e coeficientes de variação (CV).

FV	GL	Quadrado médio				
		MSD kg	PD kg	ED kg	FDND kg	FDAD kg
Tratamento	3	0,3709*	0,0154*	6,2825*	0,3766*	0,0676*
Animal	3	0,7486	0,0139	14,7353	0,2279	0,0274
Período	3	0,0908	0,0009	291,17	0,0099	0,0055
Regressão Linear	1	1,0866*	0,0191*	16,8258*	1,0915	0,1834
Regressão Quadrática	1	0,0112	0,0223*	2,0203	0,0002	0,00000023
Resíduo	7	0,0151	0,0005	38,5963	0,0149	0,0051
CV (%)	-	6,4	10,4	6,7	13,0	19,7

*(P < 0,05)

Quadro 15 – Resumo das análises de variância e regressão do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA) e coeficientes de variação (CV).

FV	GL	Quadrado médio				
		CDMS	CDPB	CDEB	CDFDN	CDFDA
Tratamento	3	437,3421*	460,4612*	374,4944*	49,14997	92,28745
Animal	3	54,99459	35,92278	58,12964	103,2347	144,3601
Período	3	21,8570	43,9566	45,6681	71,1240	123,19
Regressão Linear	1	1303,307*	852,98*	1104,652*	0,0581552	5,954911
Regressão Quadrática	1	3,742281	690,5615*	17,37548	6,802974	9,085969
Resíduo	7	6,5319	9,5129	16,0970	15,7204	30,0019
CV (%)	-	4,7	5,1	6,8	8,5	14,8

*(P < 0,05)

Quadro 16 – Resumo das análises de variância e regressão do tempo médio de retenção (TMR), taxa de passagem (TxP) e tempo de trânsito (TT) das fases sólida e líquida da digesta no trato digestivo em função das dietas e coeficientes de variação (CV).

FV	GL	Quadrado médio					
		TRM		TxP		TT	
		Fase sólida	Fase líquida	Fase sólida	Fase líquida	Fase sólida	Fase líquida
Tratamento	3	20,92	28,89	0,0536	0,1252	14,25	90,67*
Animal	3	0,296	31,25	0,0017	0,1562	8,25	8,00
Período	3	21,09	110,64	0,0572	0,7855	20,25	24,0
Regressão Linear	1	31,86	53,45	0,0781	0,2152	1,25	259,2*
Resíduo	8	10,37	6,69	0,0239	0,0226	4,25	10,67
CV (%)	-	7,55	7,66	6,55	4,95	8,05	36,29

*(P < 0,05)

Quadro 17 – Resumo das análises de variância do tempo médio de retenção (TMR), taxa de passagem (TxP) e tempo de trânsito (TT) em função das fases sólida e líquida da digesta no trato digestivo e coeficientes de variação (CV).

FV	GL	Quadrado médio		
		TMR	TxP	TT
Tratamento (T)	3	49,07*	0,1696*	62,46*
Animal	3	15,19	0,0467	16,49*
Período	3	5,51	0,0129	11,15*
Fase (F)	1	635,71*	3,7282*	2211,13
Interação T * F	3	0,7375	0,0092	42,46*
Residuo	18	29,21	0,1689	10,62
CV (%)	-	14,14	15,24	18,82

*(P < 0,05)

Quadro 18 – Resumo das análises de variância e regressão do consumo diário de água (A) expressos em litros/dia (AI), em litros/kg MS do alimento (AA), ingestão total de água em litros/dia (AIT), água excretada na urina em litros/dia (AU), água excretada nas fezes em litros/dia (AF), excreção total de água em litros/dia (AET), balanço hídrico (BH) e coeficientes de variação (CV).

FV	GL	Quadrado médio						
		AI	AA	AIT	AU	AF	AET	BH
Tratamento	3	2,19913	0,01349	2,46505	4,1168	10,592*	17,105*	24,5307*
Animal	3	33,1496	0,04674	35,4401	4,2988	11,2085	11,8911	6,4889
Período	3	0,18565	0,00124	0,17889	3,4509	0,2321	3,4301	2,7149
Regr Linear	1	1,83618	0,03641	2,38971	0,8385	31,2973*	42,3809*	64,8981*
Resíduo	8	1,8826	0,0004	1,8764	2,8419	0,2921	4,3247	8,2458
CV (%)	-	10,3	4,3	9,9	50,7	9,8	23,6	57,6

*(P < 0,05)

Quadro 19 – Resumo das análises de variância e regressão da ingestão diária de nitrogênio (NI), nitrogênio fecal (NF), nitrogênio urinário (NU), nitrogênio urinário em percentual de NI (NUNI), nitrogênio retido (NR), nitrogênio absorvido (NA), nitrogênio retido em percentual de NI (NRNI), nitrogênio retido em percentual de NA (NRNA) e coeficientes de variação (CV).

FV	GL	Quadrado médio							
		NI	NF	NU	NUNI	NR	NA	NRNI	NRNA
Tratamento	3	334,80*	58,42*	242,44*	409,51*	102,70	485,41*	128,51	275,65
Animal	3	269,40	32,53	90,75	35,74	16,52	147,06	34,46	29,14
Período	3	73,04	9,02	43,94	46,06	6,16	47,72	20,75	50,74
Regr Linear	1	49,88	135,41*	345,55	664,30*	0,0122	349,67	1,5349	235,30
Regr Quadrática	1	773,32*	18,22	371,54*	244,97	163,88	1028,94*	100,87	16,54
Resíduo	7	24,36	10,91	41,21	101,33	54,72	7,53	154,21	326,25
CV (%)	-	8,36	14,59	26,13	24,08	62,58	7,54	63,09	55,65

*(P < 0,05)

Quadro 20 – Resumo das análises de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB), fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA), estimados através dos indicadores internos fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), celulose indigestível (CELi), lignina (LIG) e da coleta total de fezes e os coeficientes de variação (CV).

FV	GL	Quadrado médio				
		CDMS	CDPB	CDEB	CDFDN	CDFDA
Tratamento (T)	3	359,26*	3051,71*	2169,97*	177,03*	241,88*
Animal	3	11,4705	26,4373	54,3679	45,1291	171,8443
Período	3	1,9625	20,0228	88,3417	15,0312	72,8823
Método (M)	4	4109,79*	544,47*	415,31*	750,88*	1043,36*
Interação T x M	12	51,6631*	25,2972*	10,9709	27,8922	40,4452
Resíduo	54	5,4784	10,5789	12,2851	21,3547	25,7451
CV (%)	-	2,8	4,8	5,4	8,5	11,0

*(P < 0,05)