

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TESE

**Proteína Dietética para Equinos
de Concurso Completo de Equitação**

Chiara Albano de Araujo Oliveira

2013



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

Proteína Dietética para Equinos de Concurso Completo de Equitação

Chiara Albano de Araujo Oliveira

Sob a Orientação do Professor
Fernando Queiroz de Almeida

e Co-orientação do Professor
Véronique Julliand

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

Seropédica, RJ

Julho de 2013



É permitida a cópia parcial ou total desta Tese, desde que seja citada a fonte.

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

Chiara Albano de Araujo Oliveira

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Zootecnia** no Programa de Pos-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal.

TESE APROVADA EM 29/ 07 / 2013

Quero um dia poder dizer às pessoas que nada foi em vão... que o AMOR existe, que vale a pena se doar às amizades e às pessoas, que a vida é bela sim, e que eu sempre dei o melhor de mim... e que valeu a pena!

(Luís Fernando Veríssimo)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me conceder a oportunidade de trilhar este caminho e me manter firme até o fim.

Ao meu querido orientador Professor Fernando Queiroz de Almeida, mestre exigente e eficiente, especialmente pelo seu apoio e amizade.

À minha mãe Maryelza, aos meus irmãos Antônio e Felipe e as minhas sobrinhas Maria Clara e Lara, que me apoiaram incondicionalmente em todas as fases, compreendendo minha ausência muitas vezes em datas e acontecimentos importantes da família.

Ao meu pai, pelo incontestável apoio para a realização deste sonho..

Ao amigo, colega e professor Vinícius Pimentel, por seus ensinamentos e ajuda intelectual e física, por sua participação efetiva durante o experimento e análise dos dados.

À Julianna Azevedo que trabalhou duro durante todo o experimento.

Ao Major Migon, ao Capitão Schlup e aos Sargentos Lima Gomes e Moreno, que se empenharam para a realização do experimento com os cavalos.

Ao meu amigo Jean Alex Martins, pelo apoio e companhia durante longos dias e noites.

Aos meus amigos Márcia Ramos e Frank Sarubi pela ajuda, apoio e amizade.

Aos colegas que por muitas vezes perderam noites de sono nas coletas e ensaios de digestibilidade, Marcos Barreto, Ana Cláudia, Agnaldo, Aline, Luana e Fernanda Taran.

À amiga Fernanda Godoi, por suas preciosas orientações e apoio.

À professora Cristiane Baldani, por seu apoio na execução das análises clínicas.

Aos técnicos do Laboratório de Bromatologia do Instituto de Zootecnia, Marcos Pessoa, Felipe Dilelis e Evandro, pela sua atenção e ajuda.

Aos professores Augusto Vidal, Alexandre Herculano, Antônio Assis Vieira, Fernando Curvelo, Pedro Malafaia e Robert Macedo, que por muitas vezes me foram solícitos.

À Escola de Equitação do Exército Brasileiro, ao Major Cerqueira, aos veterinários, oficiais, aos alunos e instrutores do ano de 2010.

Aos cavalos da Escola de Equitação do ano de 2010, em especial Centurião, Zeibim, Júpter, Oficial da Tropa, Bela, Íris, Duple, Garantilha, Gartok, Big Bem, Jaspers, Jaz, Janone, Gaitasso, Hugo, Tomate, Januária, Inca, Garimpeiro, Nababo, Quantum, Hermes e Ilma.

À professora Véronique Julliard que me recebeu em sua equipe em Dijon, França, com apoio e carinho.

À toda equipe ENESAD/Agrosup: Anne-Gaelle, Stephane, Sophie, Claire, Bernard e Thomas. E em especial as minhas queridas amigas Carolina, Marine, Letícia e Agathe, que fizeram ainda melhor minha estada em Dijon.

À Fundação Carlos Chagas de Apoio à Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

À todos os colegas e amigos, que de maneira direta ou indireta, contribuíram para que eu pudesse completar a minha tarefa.

BIOGRAFIA

Chiara Albano de Araujo Oliveira, natural de Itajubá-MG, nascida em 05 de julho de 1976, é residente na cidade do Rio de Janeiro desde 1999.

Zootecnista graduada na Universidade Estadual de Maringá em 1998, onde foi bolsista de Iniciação Científica do CNPq na área de equinocultura.

Obteve o título de Mestre em Zootecnia na área de Produção Animal com ênfase em Nutrição de Equinos na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em fevereiro de 2001.

Trabalhou na área técnica e comercial de empresas privadas do setor de ração animal como Purina e Guabi Alimentos.

Especialização em Administração (MBA Executivo) no Instituto COPPEAD da Universidade Federal do Rio de Janeiro em julho de 2008.

Iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em julho de 2009, na área de Produção Animal. Foi bolsista da FAPERJ e participou do programa Ciências Sem Fronteiras do CNPq como bolsista de Doutorado Sanduiche no Institut National Supérieur des Sciences Agromiques - Agrosup, em Dijon na França (Universidade da Borgonha).

Atua na área de Produção e Nutrição Animal com ênfase em Nutrição de Equinos.

RESUMO GERAL

OLIVEIRA, Chiara Albano de Araujo. **Proteína dietética para equinos de concurso completo de equitação**. 2013. 112p Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Zootecnia, Seropédica, RJ, 2013.

O estudo teve como objetivo primeiramente, avaliar o impacto dos teores de proteína dietética na digestibilidade dos nutrientes, nos balanços hídrico e, de nitrogênio em equinos de concurso completo de equitação. Também, avaliou as respostas fisiológicas de testes de esforço físico em esteira de alta velocidade e, suas interações relacionadas à proteína dietética e, as concentrações de aminoácidos livres no soro sanguíneo destes animais. Foram utilizados 24 equinos da raça Brasileira Hipismo, machos e fêmeas, idade entre oito e quinze anos, peso vivo (PV) entre 432 e 560 kg e escore corporal entre 5,0 e 5,5. O treinamento semanal consistiu, em média, de 30% ao passo, 30% ao trote, 10% a galope e 30% em saltos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, com quatro tratamentos (dietas), seis repetições (equinos), dois testes de esforço. As dietas forneceram 7,5; 9,0; 11,0 e 13,0% de proteína bruta (PB). O ensaio de digestibilidade foi realizado em quatro dias de coleta parcial de fezes, seguido de 24 horas de coleta total de urina. O protocolo dos testes em esteira foi: aquecimento (6 minutos) e galope a partir dos 6,0 m/s com incremento de 1 m/s na velocidade a cada 1 minuto até 10 m/s. Durante os testes, foi mensurada a frequência cardíaca. Amostras sanguíneas foram coletadas em jejum, antes, durante e ao final do teste e, aos 10, 30, 60 minutos após os testes, para o hemograma e determinação das concentrações de lactato, uréia, ácido úrico, creatinina, glicose, hemogasometria e aminoácidos. Nas análises estatísticas, quando houve efeito da dieta, foi procedida a análise de regressão ($P < 0,05$). A média de consumo de MS foi de 1,7% do PV. Foram estimadas respostas máximas dos coeficientes de digestibilidade da PB e da FDN aos teores de 11,6% e 11,4% de PB na dieta, respectivamente. A dieta com 11,0% de PB mostrou-se mais adequada, considerando as respostas relacionadas ao consumo e absorção de N e, a estimativa de N retido em relação ao N absorvido. As variáveis de desempenho V_{200} , VL_4 e concentração de lactato não foram afetadas pelo treinamento, ou pelos teores de PB das dietas. As concentrações de uréia foram influenciadas pelo teor de proteína, mas não afetaram outras variáveis de desempenho. Os teores de proteína das dietas não afetaram o equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base dos equinos. As dietas não causaram efeito acidogênico. Os exercícios em esteira de alta velocidade, induziram alterações mensuráveis nas concentrações séricas de aminoácidos livres em equinos de de concurso completo de equitação. Concluindo, os teores de aminoácidos consumidos no presente estudo, não influenciaram as respostas metabólicas ao teste físico.

Palavras chave: Aminoácidos, equinos, exercício, nitrogênio, proteína, uréia

GENERAL ABSTRACT

OLIVEIRA, Chiara Albano de Araujo. **Dietary protein in horses eventing**. 2013. 112p Thesis (Doctor Science in Animal Science). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Zootecnia, Seropédica, RJ, 2013.

The aim of this study, first of all, was to evaluate the impact of dietary protein levels in nutrients digestibility, water and nitrogen balance in eventing training horses, and also intended to evaluate the physiological response of horses, tested for physical effort in high speed treadmill, and their interactions, related to dietary protein and free amino acid concentrations in blood serum. Were used 24 Brazilian Sport Horses, males and females, aged between eight and fifteen years old, body weight (BW) between 432 and 560 kg and body condition score between 5.0 and 5.5. The weekly training, consisted on average of 30% walk, 30% trot, 10% gallop and 30% jump. Horses were used in a randomized design, with four treatments, six repetitions and two treadmill tests. The analyzes of the results were performed in split plot scheme. Diets were composed of 7.5, 9.0, 11.0 and 13.0% crude protein (CP). A digestion assay was performed with partial feces collection, over four days, followed by one day of total urine collection. The treadmill tests were: warming up (6 minutes) and galloping from 6.0 m/s with increase 1.0 m/s in the speed every 1 minute to reach 10 m/s. During the tests, it was measured heart rate (HR). The blood samples were collected at fasting, before the test, during and at the end of the treadmill test, and at 10, 30, 60 minutes, 12 and 24 hours after the test, for analysis of lactate, urea, uric acid, creatinine, glucose, hemogasometry and acid-base balance and amino acids. Regression analysis were performed, when the diet had a significant effect ($P < 0.05$). The dry matter intake average was 1.7% of BW. Crude protein and nitrogen (N) intake showed a linear increase, as a function of increasing CP level in the diets. A quadratic response ($P = 0.01$) were observed on the CP and NDF digestibility coefficients, with maximum estimated level of digestibility at 11.6% and 11.4%, respectively, CP in diet. The 11.0% CP level diet showed more adjusting results, considering the responses related to NI, NA and the estimated NR to NA ratio. The performance variables V_{200} , VL_4 and lactate concentration, were not affected by the training or the diet. The concentrations of urea during and after the exercises were influenced by the dietary CP. Dietary CP did not affect performance variables, neither the acid-base or electrolyte balance of horses. The diets had not an acidogenic effect. The treadmill speed workout can induced measurable changes in serum concentrations of free amino acids in eventing horse training. To accomplish, the levels of amino acid intake in the present study, do not seem to influence the metabolic responses to physical test.

Key words: Amino acids, equine, exercise, nitrogen, protein, urea

LISTA DE ABREVIACOES

°C	Graus Celsius
ADP	Adenosina difosfato
AST	Aspartato aminotransferase
ATP	Adenosina trifosfato
Bpm	Batimentos por minuto
CCE	Concurso Completo de Equitao
CK	Creatina quinase
Kg	Quilograma
LDH	Lactato desidrogenase
M	Metros
m/s	Metros por segundo
mg/dL	Miligrama por decilitro
mmol/L	Milimol por litro
µmol/L	Micromol por litro
O ₂	Oxignio
U/L	Unidades por litro
V ₂	Velocidade correspondente a concentrao de 2mmol de lactato /L
V ₄	Velocidade correspondente a concentrao de 4mmol de lactato /L
V ₁₅₀	Velocidade correspondente a 150 bpm
V ₂₀₀	Velocidade correspondente a 200 bpm
pH	pH
pCO ₂	pressão de CO ₂
pO ₂	pressão de O ₂
HCO ₃	Bicarbonato
O ₂	Oxignio
TCO ₂	total de CO ₂
Na ⁺	íon sódio
K ⁺	íon potássio
Ca ²⁺	íon cálcio
Cl ⁻	on Cloro / Cloreto
DIF	Diferena de íons Fortes

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
CAPITULO I	
Tabela 1. Composição percentual dos nutrientes nos alimentos, base na matéria seca.....	24
Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e dos nutrientes das dietas experimentais, base na matéria seca: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE) e energia digestível (ED).....	25
Tabela 3. Valores médios de peso vivo (PV) e do consumo de equinos	28
Tabela 4. Valores médios de consumo de proteína bruta (PB) e de nitrogênio (N) em equinos consumindo dietas com diferentes níveis de proteína bruta.....	28
Tabela 5. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente total dos nutrientes: matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) em equinos.....	30
Tabela 6. Valores médios de consumo de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED), relação entre o consumo de proteína bruta e energia digestível e energia digestível em relação ao peso vivo em equinos	32
Tabela 7. Valores médios de consumo de água, excreção de água urinária, excreção de água nas fezes, excreção total de água e balanço hídrico em equinos consumindo dietas com diferentes teores de proteína bruta.....	34
Tabela 8. Valores médios de nitrogênio consumido, fecal, absorvido, urinário e retido em equinos consumindo dietas com diferentes teores de proteína.....	35
CAPITULO II	
Tabela 1. Protocolo do teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade.....	51
Tabela 2. Correlação do peso vivo (PV), percentual de gordura corporal (PGC), espessura de gordura na região proximal do pescoço (GBP), região medial do pescoço (GMP), na garupa (GG) e escore corporal (EC) em equinos.....	53
Tabela 3. Valores médios de V_{150} e V_{200} de equinos submetidos a testes de esforço em esteira de alta velocidade.....	53
Tabela 4. Concentração plasmática de lactato nos equinos antes e ao final dos testes em esteira de alta velocidade.....	54
Tabela 5. Concentração plasmática de lactato nos equinos após os testes em esteira de alta velocidade.....	54
Tabela 6. Concentração sérica de uréia em equinos no primeiro (T1) e no segundo (T2) teste em esteira de alta velocidade.....	54
Tabela 7. Concentração sérica de uréia em equinos ao final, aos 10 e 30 minutos após o primeiro (T1) e o segundo (T2) teste em esteira.....	55

Tabela 8. Concentração sérica de ácido úrico em equinos antes e ao final do teste em esteira de alta velocidade.....	56
Tabela 9. Concentração sérica de ácido úrico em equinos no período de recuperação, após o primeiro (T1) e o segundo (T2) teste em esteira.....	56
Tabela 10. Médias das concentrações séricas de creatinina nos equinos antes e ao final dos testes em esteira de alta velocidade.....	56
Tabela 11. Hematócrito e concentração plasmática de glicose nos equinos antes e ao final do teste em esteira de alta velocidade.....	57
Tabela 12. Concentração plasmática de proteínas totais de equinos no primeiro (T1) e o segundo (T2) teste em esteira.....	57
Tabela 13. Valores médios de pH, HCO ₃ , pressão de CO ₂ , TCO ₂ , pO ₂ , O ₂ , <i>Anion gap</i> e excesso de base (EB) sanguíneo venoso no momento pré-prandial (basal) em equinos consumindo dietas com diferentes teores de proteína.....	58
Tabela 14. Análise de correlação do pH, (pCO ₂) pressão de CO ₂ , (pO ₂) pressão de O ₂ , (HCO ₃) bicarbonato, (O ₂) oxigênio, (TCO ₂) total de CO ₂ , (Na ⁺) íon sódio, (K ⁺) íon potássio, (Ca ²⁺) íon cálcio, (CL) íon cloro, (DIF) diferença íons fortes, anion gap (AG) e excesso de base (EB).....	59
Tabela 15. Concentrações séricas de aspartato aminotransferase (AST) dos equinos ao final e após o primeiro (T1) e o segundo (T2) teste em esteira de alta velocidade.....	60
Tabela 16. Valores médios das concentrações séricas de creatinaquinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) dos equinos de CCE nos testes de esforço em esteira.....	60

CAPITULO III

Tabela 1. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e concentração de aminoácidos nos alimentos das dietas experimentais.....	73
Tabela 2. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e concentração de aminoácidos nas dietas experimentais.....	73
Tabela 3. Consumo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e aminoácidos em equinos alimentados com dietas com diferentes teores de proteína.....	76
Tabela 4. Aminoácidos consumidos nas dietas e valores estimados das exigências diárias de aminoácidos para equinos em exercício intenso.....	76
Tabela 5. Concentrações de aminoácidos no soro sanguíneo (mmol/L), nos momentos pré-prandial (8 horas jejum) e pós-prandial (5 horas) em equinos alimentados com diferentes teores de proteína.....	77
Tabela 6. Concentrações séricas de aminoácidos (mmol/L) em equinos, nos momentos antes do teste (pós-prandial 5 horas) e imediatamente ao final teste em esteira...	78

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
CAPITULO I	
Figura 1. Equação de regressão do consumo de proteína bruta (g/dia) em função do teor de proteína bruta da dieta.....	29
Figura 2. Equação de regressão do consumo de nitrogênio (g/dia) em função do teor de proteína bruta da dieta.....	29
Figura 3. Equação de regressão do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica (CDMO) em função do teor de proteína na dieta. Estimativa de máxima digestibilidade de 55,6% ao teor de 10,9% PB na dieta pela derivação da equação.....	31
Figura 4. Equação de regressão do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB) em função do teor de proteína na dieta. Estimativa de máxima digestibilidade de 77,1% ao teor de 11,6% PB na dieta pela derivação da equação.....	31
Figura 5. Equação de regressão do coeficiente de digestibilidade aparente da FDN (CDFDN) em função do teor de proteína na dieta. Estimativa de máxima digestibilidade de 45,4% ao teor de 11,4% PB na dieta pela derivação da equação.....	32
Figura 6. Equação de regressão do consumo de matéria seca digestível (MSD) em função do teor de proteína na dieta.....	33
Figura 7. Equação de regressão do consumo de proteína digestível (PD) em função do teor de proteína na dieta.....	33
Figura 8. Equação de regressão da excreção urinária (L/dia) em função do teor de proteína na dieta.....	34
Figura 9. Equação de regressão do nitrogênio absorvido (g/dia) em função do teor de proteína na dieta.....	36
Figura 10. Equação de regressão do nitrogênio urinário (g/dia) em função do teor de proteína na dieta.....	36
CAPITULO II	
Figura 1. Pontos observados na ultrassonografia para avaliação espessura de gordura: 1 - gordura na região medial do pescoço (GMP), 2 - gordura na região proximal do pescoço (GPP) e 3 - gordura na garupa (GG).....	50
Figura 2. Concentrações séricas de ácido úrico (mg/dL) durante exercício em função do teor de proteína da dieta.....	56

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO GERAL	01
2 REVISÃO GERAL	03
2.1 Métodos de Avaliação e Estudos da Digestão de Proteínas e Aminoácidos em Equinos.....	03
2.2 Fontes Protéicas na Dieta dos Equinos.....	04
2.3 Teores Protéicos em Dietas para Equinos.....	05
2.4 Metabolismo de Nitrogênio e Aminoácidos em Equinos.....	05
2.4.1 Metabolismo proteico e de aminoácidos no equino atleta.....	06
2.4.2 Deficiência e excesso de proteína em dietas para equinos.....	08
2.5 Parâmetros Fisiológicos de Equinos em Treinamento.....	08
2.6 Referências Bibliográficas	14
CAPITULO I - INFLUÊNCIA DOS TEORES DE PROTEÍNA DIETÉTICA NA DIGESTÃO DE NUTRIENTES, BALANÇO HÍDRICO E DE NITROGÊNIO EM EQUINOS EM ATIVIDADE FÍSICA.....	20
RESUMO	21
ABSTRACT	22
1 INTRODUÇÃO	23
2 MATERIAL E MÉTODOS	23
2.1 Local.....	23
2.2 Animais e Treinamento.....	24
2.3 Delineamento Experimental.....	24
2.4 Dietas Experimentais.....	24
2.5 Ensaio de Digestão.....	25
2.6 Balanço Hídrico e Balanço de Nitrogênio.....	26
2.7 Análises Bromatológicas.....	27
2.8 Análises Estatísticas.....	27
3 RESULTADOS	27
3.1 Consumo de Nutrientes.....	27
3.2 Coeficientes de Digestibilidade.....	30
3.3 Nutrientes Digestíveis.....	32
3.4 Balanço Hídrico.....	34
3.5 Balanço de Nitrogênio.....	35
4 DISCUSSÃO	37
5 CONCLUSÕES	41
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

CAPITULO II - TEORES DE PROTEÍNA DIETÉTICA E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E DE DESEMPENHO DE EQUINOS ATLETAS.....	45
RESUMO	46
ABSTRACT	47
1 INTRODUÇÃO	48
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
2.1 Local.....	49
2.2 Animais e Treinamento	49
2.3 Delineamento Experimental.....	49
2.4 Dietas Experimentais.....	49
2.5 Avaliação Corporal	50
2.6 Testes de Avaliação de Esforço Físico.....	50
2.7 Análises Sanguíneas.....	51
2.8 Avaliação dos Parâmetros de Desempenho: Frequência Cardíaca e Lactato.....	52
2.9 Análises Estatísticas.....	52
3 RESULTADOS	52
3.1 Avaliação Corporal.....	52
3.2 Frequência Cardíaca (FC).....	53
3.3 Lactato.....	53
3.3.1 VL ₂ e VL ₄	53
3.3.2 Lactato Máximo.....	53
3.4 Uréia.....	54
3.5 Ácido úrico	56
3.6 Creatinina.....	56
3.7 Hematócrito, Glicose e Proteína Total.....	57
3.8 Equilíbrio Hidroeletrólítico.....	57
3.9 Equilíbrio Ácido-Base.....	57
3.10 Marcadores Musculares: AST, CK e LDH.....	60
4 DISCUSSÃO	60
5 CONCLUSÕES.....	64
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

CAPITULO III - INTERAÇÕES DE AMINOÁCIDOS LIVRES SANGUÍNEOS COM A DIETA E TESTE DE ESFORÇO FÍSICO EM EQUINOS ATLETAS.....	68
RESUMO	69
ABSTRACT	70
1 INTRODUÇÃO	71
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	71
2.1 Local.....	71
2.2 Animais e Treinamento.....	72
2.3 Delineamento Experimental.....	72
2.4 Dietas experimentais.....	72
2.5 Testes de avaliação de esforço físico.....	74
2.5.1 Coletas sanguíneas antes e durante o teste.....	74
2.6 Análise de Aminoácidos nos Alimentos e no Soro Sanguíneo.....	74
2.7 Análises Estatísticas.....	75
3 RESULTADOS	75
3.1 Aminoácidos nas Dietas.....	75
3.2 Aminoácidos Séricos.....	77
4 DISCUSSÃO.....	79
5 CONCLUSÕES.....	82
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
3 CONCLUSÕES GERAIS.....	85
4 ANEXOS	86

1 INTRODUÇÃO GERAL

A nutrição dos equinos atletas é ponto crítico no desempenho, saúde, bem-estar e longevidade destes animais, mas apesar das diferenças entre os interesses das diferentes disciplinas (corrida, salto e enduro), várias áreas são de interesse geral, como o metabolismo glicose/insulina, o consumo proteína/energia, os tipos de alimentos, as estratégias nutricionais em relação ao desempenho e os suplementos proteicos (JULLIAND & RALSTON, 2011).

A digestão da proteína é iniciada na boca e continua no estômago via pepsina e intestino delgado através de proteases pancreáticas e de peptidases que hidrolisam as proteínas até aminoácidos. A absorção que envolve o transporte dos aminoácidos para a corrente sanguínea através da mucosa intestinal é realizada com transporte ativo, havendo gasto energético (LEHNINGER, 2009). As fontes de nitrogênio não proteicas, como aminoácidos livres e uréia, também são absorvidas no intestino delgado enquanto que, as proteínas que escapam da digestão enzimática e absorção no intestino delgado, são degradadas no ceco e cólon e utilizadas como substratos das proteínas microbianas (RODRIGUES & VIEIRA, 2011). Semelhantes a outros mamíferos, o intestino delgado dos equinos é o local no qual acontece a digestão e absorção das proteínas, lipídeos e carboidratos hidrolisáveis. O intestino grosso, especificamente o ceco e cólon, são totalmente adaptados a utilização dos alimentos ricos em fibras, as e forragens, a fermentação das fibras ocorre em função da presença de microrganismos. Pelas suas características anatômicas, o trato digestório dos equinos se mostra adaptado ao consumo contínuo de pequenas porções dos alimentos, o que torna o manejo alimentar desta espécie um desafio, principalmente, em se tratando de equinos atletas (ALMEIDA & GODOI, 2007).

O conhecimento da digestão da proteína nos equinos possibilita que as exigências proteicas possam ser expressas em termos de proteína digestível (PD) ao invés de proteína bruta (PB). Assim, as dietas podem ser balanceadas de acordo com a concentração de proteína digestível dos alimentos, sendo estas mais específicas e eficientes (NRC, 2007). De forma geral, a qualidade da proteína dietética está relacionada com o seu perfil de aminoácidos e a sua digestibilidade. A digestão aparente total da proteína no trato digestório dos equinos está baseada na sua fonte e nos componentes da dieta, alimentos concentrados ou volumosos. Nos equinos, a digestão pré-cecal da proteína irá influenciar a concentração sanguínea de aminoácidos, através da qualidade, quantidade, fonte e também pelo processamento dos alimentos, principalmente os grãos (FREEMAN et al., 1988; ALMEIDA et al., 1997; GRAHAM-THIERS & BOWEN, 2011a).

Atualmente, mesmo com o conhecimento da digestão e absorção da proteína dietética e das necessidades de aminoácidos de cada espécie, a seleção dos aminoácidos para a síntese de proteína muscular não é simples e depende de muitos fatores. Ainda, o conhecimento do metabolismo de deposição de tecido muscular e do metabolismo dos aminoácidos como fontes de energia, são ferramentas importantes nas estratégias de alimentação dos equinos atletas (BERGERO et al., 2005).

Os equinos em atividade física respondem sensivelmente à qualidade e ao perfil de aminoácido da proteína dietética, também respondem à fonte de proteína e ao local de digestão do alimento (GRAHAM-THIERS & BOWEN, 2011a). Entretanto, ainda são necessárias mais pesquisas para que estratégias nutricionais com a utilização de suplementação com aminoácidos específicos sejam comprovadas com respostas positivas no desempenho de equinos atletas (BERGERO et al., 2005).

Já está comprovado que o programa de treinamento combinado à nutrição, influencia a utilização das reservas de energia e de proteína, sugerindo que os músculos podem ser adaptados à utilização dos substratos energéticos, como carboidratos, lipídeos e proteínas de forma mais eficiente e de acordo com a exigência de cada modalidade esportiva, sendo este um grande desafio na busca de cavalos campeões (HARRIS, 2009).

Este estudo teve como objetivo avaliar a digestibilidade aparente da proteína dietética, o balanço hídrico, o balanço de nitrogênio e a influência dos níveis dietéticos de proteína nas respostas fisiológicas e do desempenho de equinos em atividade física. O texto será apresentado em capítulos denominados: Capítulo I – Influência dos teores de proteína dietética na digestão de nutrientes, balanço hídrico e de nitrogênio em equinos em atividade física; Capítulo II – Teores de proteína dietética e respostas fisiológicas e de desempenho de equinos atletas; Capítulo III – Interações de aminoácidos livres sanguíneos com a dieta e teste de esforço físico em equinos atletas.

2 REVISÃO GERAL

2.1 Métodos de Avaliação e Estudo da Digestão de Proteínas e Aminoácidos em Equinos

A digestibilidade refere-se à digestão e absorção dos nutrientes do alimento, que quando relacionados à composição química e ao consumo de matéria seca, fornecem o valor nutritivo dos alimentos. A análise química ou bromatológica dos alimentos é o primeiro passo para a avaliação das dietas. Com a mensuração do coeficiente de digestibilidade dos nutrientes é possível conhecer a quantidade digestível destes nutrientes presentes na dieta, ou seja, a porcentagem de alimento ou de seus nutrientes absorvida ao longo de todo trato gastrointestinal do animal (MARTIN-ROSSET et al., 1994).

Uma série de fatores afeta a digestão nos equinos. São eles: a individualidade do animal, a composição química do alimento, a capacidade de alimentação, o tipo de trabalho, a granulometria e conteúdo de água nos alimentos, a velocidade de trânsito dos alimentos no trato digestório e a quantidade de fibra presente na dieta (OLSSON & RUUDVERE, 1955).

Existem vários métodos para estimar os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes em equinos. Os ensaios de digestão são conduzidos com o objetivo de avaliar diferentes dietas ou alimentos, quanto à disponibilidade de nutrientes (ARAÚJO et al. 2000). Os métodos utilizados para determinar a digestibilidade dos nutrientes em equinos são: a coleta total de fezes, indicadores externos e internos, método *in vitro* e *in situ* e, recentemente, a técnica do saco de náilon móvel (*in vivo*) (ALMEIDA & SILVA, 2010). Modelos matemáticos também têm sido desenvolvidos para predição dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes nos alimentos para equinos (ALMEIDA, 1999).

A avaliação da digestão da proteína dietética pode ser realizada como digestão parcial ou total, basicamente por meio de quatro metodologias: método direto, no qual apenas o alimento teste é utilizado como fonte de proteína dietética; método por diferença, quando se utiliza uma dieta basal e uma dieta teste na qual o alimento testado é adicionado; método da regressão, no qual se utiliza uma dieta basal e o alimento testado é adicionado na dieta basal em vários níveis de inclusão, obtendo-se uma relação entre os percentuais de digestibilidade da proteína e dos aminoácidos nas várias dietas (ALMEIDA, 1999). E ainda, o método dos sacos de náilon móveis, no qual uma amostra do alimento a ser testado é colocada dentro de sacos de náilon e estes inseridos via sonda nasogástrica ou fístula em porções do trato digestório dos equinos, que depois serão recolhidos nas fezes (ARAÚJO et al., 2000).

A técnica de coleta total de fezes é conhecida como a metodologia mais tradicional, exata e confiável para estimar a produção fecal e o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes em dietas para equinos (ARAÚJO et al., 2000). A técnica da coleta parcial de fezes com a utilização de indicadores é uma adaptação, pois muitas vezes não é possível realizar a coleta fecal total, desta maneira, são realizadas duas coletas parciais por dia, diretamente da ampola retal, por quatro a cinco dias consecutivos, formando amostras compostas diárias (GOACHET et al. 2009). Ao final do ensaio de digestão, é necessário identificar o indicador fecal, que pode ser interno ou externo, para a obtenção da quantidade fecal total e, assim, proceder com os cálculos dos coeficientes de digestibilidade (OLIVEIRA et al., 2003).

Com a intenção de alterar o perfil de aminoácidos das dietas de equinos atletas e, com isso o *turnover* protéico e a deposição de proteína muscular, são realizados estudos utilizando suplementação com aminoácidos. Estes estudos avaliam a concentração de aminoácidos (plasmáticas ou séricas) antes, durante e após os exercícios e suas interações com o tipo de exercício em relação ao desempenho dos atletas (BERGERO et al., 2005). As concentrações aminoacídicas também são avaliadas em relação a carga de trabalho, e os resultados mostram influência da intensidade do exercício nas concentrações de aminoácidos na corrente sanguínea de equinos (ASSENZA et al., 2004).

Estudos relacionados a hipertrofia muscular e recuperação muscular após exercícios de alta intensidade são realizados em equinos avaliando a suplementação com aminoácidos específicos e sugerem que a energia da dieta influencia o turnover dos aminoácidos da proteína muscular (MATSUI et al., 2006). Ainda, estudos das respostas sanguíneas após suplementação com aminoácidos e glicose, também são avaliados em atletas equinos, com a intenção de maximizar a recuperação de glicogênio muscular após exercícios extenuantes (NOSTELL et al., 2012).

2.2 Fontes Protéicas na Dieta de Equinos

Os alimentos protéicos são tidos como fontes de aminoácidos, principalmente quando se trata de potros em crescimento e éguas em fase reprodutiva, a quantidade e a qualidade da proteína e sua digestibilidade são determinantes na nutrição dos equinos (GIBBS & POTTER, 2002).

Além de energia os grãos também são fontes de proteína dietética, principalmente os classificados como alimentos proteicos. O farejo de soja, subproduto da extração do óleo de soja é um alimento proteico com concentrações variando entre 40 a 46% de PB, este alimento é tradicionalmente a fonte básica de proteína nas rações de equinos no Brasil. Outra fonte de proteína para equinos estudada no Brasil é o farelo de canola, resíduo da extração do óleo de canola (42% de PB) (OLIVEIRA & FURTADO, 2001). Em uma revisão sobre coprodutos e alimentos alternativos para equinos no Brasil, Furtado et al. (2011) sugerem alguns alimentos que podem ser utilizados como fontes proteicas parciais ou totais em dietas de equinos como: farelo de girassol, linhaça ou farelo de linhaça, grão seco de triticale e ainda alimentos volumosos como fenos de leguminosas: amendoim forrageiro, desmódio, guandu, macrotiloma e estilosantes. Ainda, a rama de cenoura na forma de feno apresenta proteína digestível maior que os fenos de gramínea de boa qualidade.

A levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*), subproduto da indústria de açúcar que tem alto nível de proteína bruta (410 g/kg de levedura) e altos níveis de lisina e treonina (30,6 e 11,0 g/kg de levedura) respectivamente (WINKLER et al., 2011). Os autores citados, testaram a utilização de levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) em substituição ao farelo de soja e constataram que a levedura pode ser utilizada como a principal fonte de proteína no alimento concentrado de potros com 12 meses de idade.

O farelo de algaroba foi avaliado como proposta para utilização em dietas de equinos na região nordeste do Brasil. Os valores de proteína bruta do farelo de algaroba estão entre 9,0 a 14,6 %, dependendo da parte da planta utilizada. Os estudos indicaram o farelo de algaroba como uma boa opção de alimento proteico para equinos (STEIN et al., 2005). Perali et al. (2001) avaliaram valores nutricionais de alimentos para equinos e propuseram como fontes protéicas a sacarina (18,85% PB e 13,36% PD), a cama de frango (16,20% PB e 12,48% PD) e o resíduo de cervejaria (9,32% a 29,2% PB e 3,81% PD). No mesmo estudo os resultados para polpa cítrica foram de 6,89% PB e 4,56% PD.

Dentre os alimentos volumosos mais utilizados na alimentação equina estão as pastagens e os fenos. No Brasil as pastagens de gramíneas e os fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e feno de alfafa (*Medicago sativa*) são as fontes mais comuns de alimentos volumosos para os equinos e, o feno de alfafa é o volumoso mais comumente utilizado como fonte de proteína, com 16 a 18% PB (ALMEIDA & OLIVEIRA, 2009).

Para os equinos atletas, o fornecimento de energia e proteína através da dieta é fundamental para a manutenção do seu peso corporal, condicionamento físico, estoque e viabilidade dos substratos utilizados como combustíveis do trabalho muscular. Alterações na exigência energética, por mudanças no treinamento ou tipos de provas, exigem ajustes no fornecimento energético e proteico da dieta para que não ocorram ganhos excessivos ou perda significativa de peso e, com isso baixo desempenho nas competições (LAWRENCE, 2004).

2.3 Teores Protéicos em Dietas para Equinos

A idade e o uso do equino são considerações importantes na determinação das exigências proteicas. Além disso, existem outros fatores importantes no que diz respeito à proteína que devem ser avaliados quando uma dieta é selecionada para uma fase de vida do equino. Entre os principais fatores estão a digestibilidade da proteína, o perfil de aminoácidos da proteína, e a relação de proteína/energia da dieta (PAGAN, 2000).

Um ponto importante no que diz respeito à digestão e absorção das proteínas para animais monogástricos é o conceito de proteína ideal. A proteína ideal para os equinos ainda não foi determinada, entretanto os aminoácidos musculares têm sido investigados, fornecendo um perfil de aminoácidos que potencialmente sugere uma relação ideal entre os aminoácidos para os equinos (BRYDEN, 1991; WILSON & GRAHAM-THIERS, 2009).

O NRC (2007) indica a lisina como o primeiro aminoácido limitante para equinos, sugerindo nível mínimo de 23,22g/dia e máximo de 30,96g/dia para equinos com 500 kg de peso vivo, em manutenção. Ainda, a treonina pode ser considerada como o segundo aminoácido limitante para equinos (GRAHAM-THIERS et al., 1994).

As exigências de proteína para equinos adultos são comparativamente baixas em relação àqueles em crescimento, 10% da dieta ou menos, dependendo do nível de consumo e níveis de 11 a 12% de proteína em dietas para equinos em atividade física, acrescentando que o excesso de proteína pode reduzir o rendimento (HINEY & POTTER, 1996).

As exigências de proteína para equinos em atividade física estão baseadas no fato de que o ganho de massa muscular vai acontecer durante o condicionamento físico, assim, um valor adicional sobre as exigências de manutenção é assumido como ajuste às perdas de nitrogênio no suor baseado na intensidade do exercício, estes valores são de aproximadamente 38g de nitrogênio ou 238g de proteína bruta para um equino de 500 kg/PV. Desta maneira, as exigências de proteína para equinos em exercício podem ser calculadas por equações de acordo com a intensidade do exercício e o peso (NRC, 2007). As recomendações de ingestão diárias de proteína bruta para equinos de 500 kg/PV em atividade física são de 699, 768, 862 e 1002 g de PB/dia, nas categorias de trabalho leve, moderado, intenso e muito intenso, respectivamente (NRC, 2007).

São muitas as evidências de que equinos em atividade física têm exigências maiores de proteína por kilograma de peso vivo para a manutenção, o desenvolvimento de massa muscular e recuperação após exercício. O aumento da exigência de proteína é tipicamente obtido através da ingestão de matéria seca, exigido para o aumento da ingestão de energia. Entretanto, com o aumento da utilização de alimentos com altos níveis energéticos, este aumento de energia na dieta nem sempre resulta em aumento da ingestão de proteína, desta forma, é necessária atenção na quantidade de proteína consumida (GIBBS & POTTER, 2002). Graham-Thiers & Bowen (2011a), avaliando o fornecimento e absorção de proteínas e aminoácidos em equinos em exercício, observaram menor excreção de nitrogênio com o aumento da atividade física. Sugerindo que equinos em atividade física necessitam de maior aporte proteico.

2.4 Metabolismo de Nitrogênio e Aminoácidos em Equinos

O balanço de nitrogênio tem sido o método mais utilizado para avaliar a utilização de suplementos proteicos e de aminoácidos, entretanto, existem limitações na interpretação do balanço de nitrogênio. A aparente retenção de proteína, após ingestão de altas quantidades, pode gerar falsas estimativas de alta exigência de proteína e exagerar nos aparentes efeitos benéficos de suplementos proteicos, os erros de mensuração das perdas de nitrogênio, como perdas pelo suor, principalmente em exercícios em dias quentes, podem subestimar o balanço de nitrogênio (WOLFE, 2000). Entretanto, o balanço de nitrogênio não é uma avaliação

adequada quando se deseja mensurar exigências ou o metabolismo de aminoácidos específicos (ANTILLEY et al., 2007; MALESKY et al., 2011).

Considerado o melhor método para avaliar as exigências de proteína em equinos, o balanço de nitrogênio também é utilizado em estudos que avaliam os efeitos do exercício nas exigências proteicas e, está comprovado que o condicionamento físico influencia o ganho de massa muscular, *turnover* proteico, e isto tem reflexo no balanço de nitrogênio, ou seja, no metabolismo de nitrogênio (GRAHAM-THIERS & BOWEN, 2011b).

Os estudos de balanço de nitrogênio em equinos mostram a influencia de vários fatores para este parâmetro como: fonte de proteína, local da digestão do alimento, qualidade da proteína, perfil de aminoácidos, momento de fornecimento, objetivo do condicionamento físico, intensidade do condicionamento físico, entre outros (FURTADO et al., 2011). Estas avaliações têm sido feitas em equinos em crescimento (GIBBS & POTTER, 2002) e em equinos em atividade física (GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2005b; HACKL et al., 2009; GRAHAM-THIERS & BOWEN, 2011a; NOSTELL et al., 2012).

A taxa de crescimento dos músculos depende do *turnover* proteico, ou seja, da relação entre o metabolismo e catabolismo proteico na célula muscular, desta maneira, o conhecimento do metabolismo de deposição de tecido muscular é uma ferramenta fundamental na manipulação de dietas de equinos atletas (MATSUI et al., 2006). Estudos utilizando a suplementação de aminoácidos em equinos, com a intenção de alterar o perfil de aminoácidos das dietas e o *turnover* proteico, avaliam as concentrações sanguíneas de aminoácidos e suas interações com o exercício, medindo a influência no desempenho dos atletas e a deposição de proteína muscular (BERGERO et al., 2005).

A partir de conhecimentos bioquímicos as proteínas e os aminoácidos são estudados e utilizados há alguns anos como suplementos nutricionais em equinos (HARRIS, 2008). Atletas de alto nível, com treinamento próximo aos seus limites físicos e psicológicos, exigem grande esforço para um ganho mínimo no seu desempenho e nestes casos, pequenas variações são de grande importância e podem significar a diferença entre o primeiro e o segundo lugar em uma competição. Isso explica a procura por suplementos nutricionais que possam ajudar a melhorar o desempenho de atletas, tanto humanos como equinos (HARRIS, 2009).

2.4.1 Metabolismo proteico e de aminoácidos no equino atleta

A habilidade atlética dos equinos é altamente dependente da genética. Entretanto, além da aptidão genética, dois fatores são determinantes para o sucesso no desempenho de um equino atleta: a nutrição e o condicionamento físico sendo um dependente do outro (LAWRENCE, 2004). Cada modalidade tem diferentes exigências energéticas e musculares e, o combustível para a produção deste produto final é a energia da dieta (HARRIS, 2009). Existem vários estudos sobre as respostas metabólicas a exercícios em equinos, mas poucos examinam os efeitos da composição da dieta nestas respostas metabólicas ao exercício. A utilização dos diferentes substratos (carboidratos, gorduras e proteínas) durante o exercício é determinada por vários fatores: intensidade, duração do exercício, composição muscular, treinamento e dieta (HINCHCLIFF, 2008).

A expansão da discussão a respeito da relação entre proteína e energia na dieta dos equinos, aborda os avanços no desenvolvimento e avaliação de programas nutricionais com base na proporção nutriente:caloria, expressa em grama por megacaloria de energia digestível (ED), tal relação se aplica tanto para proteína bruta como para lisina (NRC, 2007).

O papel do balanço energético na determinação do balanço de nitrogênio é de grande importância na avaliação do efeito do exercício, porque o exercício certamente modifica o balanço energético (WOLFE, 2000). A relação entre o metabolismo proteico e metabolismo energético mostra correlação em estudos que avaliaram o fornecimento de suplementos proteicos acrescidos de suplementos energéticos e, apresentam resultados eficientes na

recuperação e deposição muscular, ou seja, no balanço proteico positivo pós-exercício em equinos (MATSUI et al., 2006; HACKL et al., 2009; GRAHAM-THIERS & BOWEN, 2011c).

Entre os treinadores de equinos é unânime a utilização de suplementos proteicos indicados para efeito ergogênico, porém, os estudos indicam não haver necessidade de ingestão de aminoácidos antes e durante o exercício físico como estratégia de melhorar o desempenho esportivo (HARRIS, 2008). Também não há evidências de que a suplementação com aminoácidos exerça algum efeito significativo sobre o rendimento físico e metabolismo de carboidratos, uma vez que os resultados dos estudos são conflitantes (CASINI et al., 2000; STEFANON et al., 2000; ASSENZA et al., 2004; BERGERO et al., 2005; HARRIS, 2008).

Entretanto, existe uma forte base teórica que espera efeitos benéficos com o uso da suplementação proteica para atletas. Estudos indicam que a ingestão de aminoácidos estimula o transporte de aminoácidos para os músculos e, existe uma relação direta entre o transporte de aminoácidos para dentro dos músculos e a síntese de proteína muscular (WOLFE, 2000; MATSUI et al., 2006). É especulado que a suplementação proteica possa ser utilizada para estimular a síntese proteica muscular, particularmente se o suplemento tiver ótima relação de aminoácidos essenciais e de aminoácidos relacionados a síntese de proteína muscular (MATSUI et al., 2006; HACKL et al., 2009; GRAHAM-THIERS & BOWEN, 2011c).

Está comprovado que durante exercícios de longa duração ocorre alteração em relação ao *turnover* proteico, diminuindo a síntese e aumentando a degradação de proteína no fígado e nos músculos. Durante os exercícios físicos, o tecido muscular captura aminoácidos da corrente sanguínea (GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2001).

Neste contexto, os equinos praticantes de enduro são alvos dos estudos de fisiologia há mais de 20 anos (HINCHCLIFF, 2008). Assenza et al. (2004) e Nery et al. (2005) identificaram alterações nas concentrações de aminoácidos de cadeia ramificada em equinos durante competições de enduro de 20, 35, 50, 60 e 72 km. Os autores constataram que a carga de trabalho influencia nas concentrações plasmáticas dos aminoácidos de cadeia ramificada, principalmente com a diminuição significativa desta concentração nas provas mais longas de 60 e 72km. Estes resultados sugerem que estes aminoácidos são utilizados como fonte de energia em exercícios de longa duração e, conseqüente depleção dos estoques de glicogênio.

Na década de 80, surgiram os primeiros estudos avaliando a relação entre as concentrações sanguíneas de aminoácidos de cadeias ramificadas e triptofano durante o exercício e a hipótese da fadiga central, bastante estudada em atletas equinos (STEFANON et al., 2000). O interesse nos estudos dos aminoácidos e, seus possíveis efeitos ergogênicos, com a intenção de influenciar no desempenho de atletas humanos são também interessantes quando pensamos em equinos atletas (BERGERO et al., 2005). Muitos conhecimentos de estudos com humanos são transferidos e muitas vezes utilizados em equinos, mas as respostas nem sempre são as mesmas. Mesmo assim, as empresas utilizam estas hipóteses e resultados de trabalhos com atletas humanos e ratos para colocar no mercado suplementos que prometem melhorar o desempenho de equinos atletas, entretanto o resultado obtido não é o esperado (HARRIS, 2009).

Relatos positivos de que a hipertrofia muscular é enfatizada com a ingestão de aminoácidos e glicose, após exercícios físicos, são observados tanto em atletas humanos como em equinos atletas, indicando efeito sinérgico entre exercício e nutrição na síntese de proteína muscular (MATSUI et al., 2006), a sinergia entre exercícios de força e nutrição também está demonstrada em equinos idosos (GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2005b).

O exercício físico influencia o metabolismo dos aminoácidos nos equinos, entretanto mais estudos são necessários para avaliar estes mecanismos (NOSTELL et al., 2012), pois, até o presente momento não há comprovação dos efeitos ergogênicos dos aminoácidos (HARRIS, 2009). Ainda são necessários estudos que apontem estratégias nutricionais e a utilização

eficiente de suplementos proteicos em equinos atletas, avaliando a suplementação nas diferentes modalidades esportivas e a eficiência do momento da utilização do suplemento, antes, durante ou após a atividade física.

2.4.2 Deficiência e excesso de proteína em dietas para equinos

A baixa ingestão de proteína resulta em menor crescimento para o potro, mesmo com uma adequada ingestão de energia, entretanto, normalmente a energia é o limitante para o crescimento (PAGAN & NASH, 2009). Além disso, a deficiência proteica resulta em perda de peso em equinos adultos, aborto em éguas prenhes e diminuição da produção de leite em éguas em lactação (GIBBS & POTTER, 2002). Em equinos em atividade física, a deficiência de proteína vai resultar em perda de massa muscular sendo também observado em equinos sedentários (GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2001a). Outros indicadores de deficiência proteica são a redução na ingestão de alimentos, queda de pelos e menor crescimento dos cascos (NRC, 2007).

Além disso, nos últimos anos têm crescido o consenso sobre a preservação do meio ambiente e, com isso, as regulamentações sobre os dejetos nas produções de bovinos e suínos. Um destes consensos é sobre a excreção de nitrogênio dos animais que consomem excesso de proteína (NRC, 2007). Lawrence et al. (2004), em uma revisão de estudos observando a excreção de nitrogênio em equinos sedentários e em exercício, com uma análise de regressão, reportou que em média equinos sedentários e em exercício excretam 89 e 99 g N/dia, respectivamente.

Segundo o NRC (2007), não há muitas evidências de consenso sobre os efeitos do consumo de proteína em excesso. Meyer (1987) observou que o excesso de proteína é degradado, resultando no aumento de uréia que é excretada através da urina, com aumento de perda de água corporal pela urina, podendo aumentar a necessidade de ingestão de água do equino. Estudos mais recentes, fornecendo altas quantidades de proteína para equinos em treinamento, resultaram em baixo pH sanguíneo em equinos após e durante exercícios, sugerindo que a ingestão de proteína em excesso pode interferir no balanço ácido-base durante o exercício (GRAHAM-THIERS & BOWEN, 2001c).

Os cuidados com os excessos e os efeitos indesejados da suplementação proteica em equinos atletas, são fundamentais, pois estes suplementos podem atuar prejudicando o desempenho destes animais (HARRIS, 2009).

2.5 Parâmetros Fisiológicos de Equinos em Treinamento

O conhecimento da fisiologia do exercício em equinos nas áreas dos sistemas cardiovascular, respiratório, metabólico, hematológico, termorregulatório, hormonal e locomotor, incluindo a cinemática foi possível devido a diversos experimentos com equinos em esteira ergométrica de alta velocidade (ROSE & HODGSON, 1994). Isso se deve a facilidade de padronização das condições onde, velocidade, superfície, temperatura, resistência do ar e umidade podem ser cuidadosamente controladas, além da facilidade de acesso aos animais nos momentos adequados, durante e após o exercício para medições cardiorrespiratórias, coletas sanguíneas e outros (GOTTLIEB & LINHOLM, 1997; BAYLY et al., 2004).

O teste de avaliação de equinos deve fornecer valores que cumpram com: repetitividade, objetividade e validade; e por isso, deve ser padronizado. As variáveis mais usadas para determinar a carga de trabalho durante testes de avaliação do desempenho em equinos são: frequência cardíaca, lactato e consumo de oxigênio, sendo esta última variável de difícil aferição em testes a campo (PERSSON, 1983).

_Frequência cardíaca - a frequência cardíaca basal dos equinos varia entre 28 a 45bpm e é facilmente aferida durante o exercício por meio da utilização de frequencímetro digital

específico para equinos, fornecendo um índice indireto da capacidade e função cardiovascular (BOFFI, 2007). A frequência cardíaca é normalmente utilizada expressando uma constante de velocidade submáxima, V_{150} ou V_{200} . Estas constantes são estimadas em testes em esteira ou a campo com a utilização de frequencímetro cardíaco, durante velocidade crescente no galope. Fisiologicamente, há aumento linear na frequência cardíaca com o aumento da velocidade do exercício no galope, podendo-se estimar a velocidade na a frequência cardíaca alcança 150 ou 200 bpm. A frequência cardíaca máxima também pode ser alcançada e é identificada quando não há mais incremento na frequência cardíaca com a aceleração da esteira (ROSE & HODGSON, 1994).

_Lactato - o lactato é um produto da glicogenólise e da glicólise anaeróbica e é uma resposta normal à exigência energética do exercício. As enzimas intracelulares produzem o lactato ao metabolizar a glicose. A produção de lactato aumenta durante o exercício quando se necessita mais energia por unidade de tempo do que a produzida pelo metabolismo oxidativo. O músculo estriado esquelético é o produtor mais importante de lactato no organismo, especialmente durante o esforço físico (BOFFI, 2007).

O lactato como marcador fisiológico tem sido usado como uma importante ferramenta para controlar a intensidade do exercício aeróbico. O acúmulo de lactato no sangue reflete um aumento do metabolismo anaeróbico e/ou uma diminuição nos mecanismos responsáveis pela remoção do lactato, ocasionando a perda do equilíbrio no organismo (CAPUTO et al., 2009). Segundo Lindner (2000), o lactato plasmático é a melhor variável fisiológica em equinos para se avaliar capacidade atlética e efeito de programas de treinamento. Ainda, a concentração de lactato é uma variável de fácil aferição, mesmo em condições de campo (GOMIDE et al., 2006).

A concentração sanguínea de lactato em equinos durante o repouso é geralmente em torno de 1,5 mmol/L (LINDNER et al., 1997). Durante a prova de *cross country*, etapa que exige bastante do condicionamento dos equinos de concurso completo de equitação, os animais apresentam concentrações plasmáticas de lactato entre 22 a 25 mmol/L (BOFFI, 2007). Segundo Lindner & Boffi (2007), o local da coleta de amostras de sangue não é importante, pois a concentração de lactato no sangue arterial, venoso ou capilar é a mesma; e os dois fatores que mais afetam a concentração de lactato no sangue são a velocidade e a duração do exercício.

Nos estudos e testes de avaliação de desempenho de equinos, o lactato é avaliado através das variáveis VL_2 ou VL_4 , que medem a velocidade na qual, a concentração de lactato atinge 2 ou 4 mmol/L de plasma (EVANS, 2004). Para a determinação desta variável é utilizado o teste de esforço progressivo que avalia a capacidade aeróbica e estima a VL_2 ou VL_4 através da curva exponencial da concentração do lactato plasmático durante o exercício em velocidade crescente, denominada de curva velocidade-lactato (VL) (FAUDE et al., 2009). Segundo Lindner (2010), a VL_4 é a melhor variável na avaliação do desempenho de equinos. A VL_4 é um parâmetro que descreve uma parte da relação entre a velocidade de exercício e a concentração do lactato no sangue durante o exercício, podendo ser considerada também como um parâmetro para medir a capacidade de resistência, apesar de não representar o limiar aeróbico-anaeróbico do lactato sanguíneo (BOFFI, 2007). As variáveis VL_2 ou VL_4 são índices funcionais que permitem, de uma forma objetiva, avaliar o condicionamento de um equino, sendo positivamente correlacionado com a capacidade física (MUÑOZ et al., 1997).

_Uréia - a uréia é um marcador fisiológico do metabolismo proteico sua formação está relacionada com o catabolismo de aminoácidos da dieta, sendo a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados do organismo de mamíferos (FRAPE, 2010). O consumo de proteína em excesso eleva a síntese e a excreção de uréia e este aumento se reflete em aumento na concentração da uréia plasmática (EGGUM, 1970). A concentração

plasmática de uréia de equinos em repouso varia entre 10,0 a 24,0 mg/dL (DUKES, 2006). Estudos avaliando equinos em exercício e sedentários, consumindo dietas com diferentes níveis de proteína bruta verificaram a concentração plasmática de uréia significativamente mais baixa nos equinos que consumiram níveis mais baixos de proteína bruta (GRAHAM-THIERS et al., 1999; GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2005).

_Ácido úrico – semelhante ao lactato, a concentração plasmática do ácido úrico é um bom indicador da intensidade do exercício, pois o ácido úrico provém da degradação do ADP quando este se acumula na célula por aumento da hidrólise do ATP para obtenção de energia durante exercício muito intenso (CASTEJÓN et al., 2007). Além disso, a redução do pH como consequência do exercício favorece o processo de desaminação do ADP a AMP, IMP, inoxantina, xantina e ácido úrico (ESSÉN-GUSTAVSSON et al., 1999). O aumento das concentrações plasmáticas de ácido úrico tem importância quando o balanço energético é crítico e este é o metabólito que apresenta os maiores aumentos quando a via metabólica é sobrecarregada nos exercícios submáximos (ESSÉN-GUSTAVSSON et al., 1999). Estudos demonstram que em equinos, a concentração plasmática de ácido úrico determinada em exercício máximo esta correlacionada com a concentração do lactato plasmático, apresentando correlação negativa com índices de desempenho (KIRSCHVINK et al., 2002). A concentração plasmática de ácido úrico de equinos em repouso varia entre 0,5 a 1,0 mg/dL (DUKES, 2006).

_Creatinina - a creatinina é um derivado normal do metabolismo muscular que também é excretado por via renal. Durante atividade física observa-se elevação das concentrações de creatinina como consequência de alterações fisiológicas, tais como o maior uso de fosfocreatinina, gliconeogênese mais elevada e a redução da taxa de filtração glomerular (BAYLY & KLINE, 2007). A creatinina sérica também sofre influência de condições pré-renais, estando aumentada em situações nas quais há intensa atividade física ou na hipovolemia, que acarreta uma diminuição da filtração glomerular, estas variações são também utilizadas na avaliação das funções renais (DUKES, 2006). A concentração plasmática de creatinina de equinos em repouso varia entre 1,0 a 2,0 mg/dL (DUKES, 2006). Aumento na concentração sérica de creatinina entre 14 e 16% foram observados ao final de competições de concurso completo de equitação, em relação a concentração basal (SANTIAGO et al., 2013).

_Hematócrito - nos equinos, como em outras espécies, o baço atua como um reservatório de eritrócitos e essa reserva pode ser mobilizada para a circulação quando as necessidades por transporte de oxigênio aumentam. Esse fenômeno é mediado por uma contração esplênica induzida por adrenérgicos e ocorrem em casos de hemorragias, excitação e exercícios resultando em alterações substanciais no hematócrito (HT), que é composto pela massa eritrócitária, leucócitos e plasma (PERSSON, 1983). O baço tem a capacidade de armazenar cerca de 50% do volume de eritrócitos do organismo e a liberação desses eritrócitos na corrente sanguínea ocorre como resposta ao estímulo simpático ou ao aumento da adrenalina circulante (KINGSTON, 2004; McGOWAN, 2008). Um dos fatores limitantes para o condicionamento atlético é a capacidade de transporte de oxigênio pelo sangue e o condicionamento físico induz o aumento da massa eritrocitária (ROSE & HODGSON, 1994).

A concentração do hematócrito de equinos em repouso varia entre 34 a 45% (DUKES, 2006). Segundo Babusci & López (2007), a contração esplênica eleva o hematócrito de 32 a 42% no repouso para valores de 60 a 70% e a concentração de hemoglobina de 15 g/dL para 22 g/dL. O hematócrito pode variar com a idade, a raça e o nível de condicionamento e, o exercício físico contribui com a redução do volume plasmático através da sudorese, resultado também em aumento do hematócrito (KINGSTON, 2004).

_Proteína total - as proteínas plasmáticas são identificadas como albumina, globulinas e o fibrinogênio e, a concentração de proteínas totais plasmáticas em equinos em repouso é de 6,0

a 8,0 g/dL (DUKES, 2006). Durante exercícios máximos e submáximos há aumento na concentração plasmática das proteínas totais e da albumina, como resultado da troca de fluidos entre os compartimentos do organismo (HARGREAVES et al., 1999). O aumento na concentração plasmática das proteínas totais durante exercícios de curta duração geralmente é acompanhado de redução após exercício, alcançando valores próximos aos basais, em torno de 30 minutos após o exercício. Em exercícios de longa duração como nas provas de enduro ou durante sudorese intensa, as alterações dos fluidos corporais podem ser mais severas e prolongadas (HARGREAVES et al., 1999).

_Glicose - a glicose é importante fonte de energia para a atividade muscular. Com o aumento da intensidade do exercício, grande parte da energia é gerada através da glicólise anaeróbia, com consequente produção de ácido láctico (EATON, 1994). O aporte energético durante o exercício é proveniente da integração do metabolismo aeróbio, anaeróbio alático e láctico (BOFFI, 2007). O conhecimento sobre a forma de utilização de energia em diferentes atividades esportivas permite estratégias específicas de treinamento, visando à maximização das adaptações em vários sistemas do organismo (ROSE & HODGSON, 1994).

_Enzimas musculares - o maior desafio na vida atlética dos equinos são as lesões causadas pelo exercício e, os sinais clínicos das diversas alterações musculares são semelhantes e bastante inespecíficos. Portanto têm limitado valor no diagnóstico quando avaliados de forma isolada sendo necessários exames laboratoriais complementares (ROSE & HODGSON, 1994). Entre os principais exames bioquímicos importantes nas determinações de lesões musculares estão as enzimas aspartato aminotransferase (AST), a creatinaquinase (CK) e a lactato desidrogenase (LDH) que são utilizadas como marcadores bioquímicos (DA CÁS et al., 2000). As causas de uma mudança na atividade sérica dessas enzimas estão relacionadas a alterações na permeabilidade da membrana celular, necrose celular, bloqueio ou diminuição na excreção da enzima, aumento da síntese, assim como diminuição da sua produção (HARRIS & MAYHEW, 1998). O efeito do exercício sobre as atividades enzimáticas no tecido muscular têm sido estudado em equinos antes e após a atividade física (CÂMARA & SILVA et al, 2007).

A aspartato aminotransferase (AST) é uma enzima citoplasmática e mitocondrial, presente no fígado, músculo esquelético, músculo cardíaco, eritrócitos e rins (DUNCAN & PRASSE, 1986) e, é responsável por catalisar a transaminação de L-aspartato e alfa-cetoglutarato em oxalacetato e glutamato (CAMARA & SILVA et al., 2007). A AST necessita uma lesão extensa para ser liberada na corrente sanguínea e é considerada um indicador inespecífico de necrose tecidual (HINCHCLIFF, 2008). Equinos sadios mantidos a campo apresentaram a concentração sérica de AST de 229 ± 47 U/L, semelhante a muarens (220 ± 42 U/L) e asininos (223 ± 33 U/L) (GUL et al., 2007). Em animais de alto desempenho atlético o padrão de normalidade da enzima AST em equinos da raça Brasileiro de Hipismo é de 277 ± 67 U/L; na raça Puro Sangue Inglês de 286 ± 83 U/L; e na raça Criolo de 357 ± 255 U/L (LACERDA et al., 2006). A meia-vida da AST, após um evento de mionecrose, no equino é de 7 a 10 dias, bem mais longa que as 11,8 horas no homem (HARRIS & MAYHEW, 1998).

A creatinaquinase (CK) catalisa a fosforilação da adenosina difosfato (ADP) do fosfato de creatina, tornando a adenosina trifosfato (ATP) disponível para a contração muscular (CAMARA & SILVA et al., 2007) e após ser liberada da célula muscular não entra na corrente sanguínea diretamente, sendo transportada por via linfática para o líquido intersticial. A reação catalisada pela CK, embora não forneça grandes quantidades de energia, é extremamente rápida, pois envolve apenas uma reação que é capaz de ressintetizar ATP, além de não depender do oxigênio para sua função catalítica, sendo de grande importância para eventos curtos e de alta intensidade (KANEKO et al., 1997).

A CK é a enzima mais sensível na indicação de lesão muscular, logo, a magnitude do aumento da CK sérica é considerada como um marcador quantitativo da lesão muscular causada pelo exercício. Está presente, principalmente, no músculo esquelético, miocárdio e cérebro (KANEKO et al., 1997), mas como não há uma troca significativa dessa enzima entre o fluido cerebrospinal e o sangue, os aumentos na atividade plasmática total da CK se devem à lesão muscular esquelética ou cardíaca (HARRIS & MAYHEW, 1998). Em equinos da raça Puro sangue inglês os valores médios de CK são de 129 ± 62 U/L, menores que equinos da raça Brasileiro de Hipismo de 209 ± 112 U/L e do que equinos da raça o Criolo de 276 ± 263 U/L (LACERDA et al., 2006). A meia vida plasmática da CK no equino é de 108 minutos, relativamente mais curta do que a AST. O aumento de três a cinco vezes na atividade de CK corresponde à miólise aparente de aproximadamente 20g de músculo (VOLFINGER et al., 1994). A atividade enzimática muscular e a concentração destas enzimas no sangue estão relacionadas com a intensidade e duração do exercício e, ainda com a raça, idade e nível de treino dos animais (KINGSTON, 2004).

A lactato desidrogenase (LDH) é uma enzima citoplasmática que catalisa a reação reversível de L-lactato para piruvato. Sua atividade é alta em vários tecidos corporais e existem cinco isoenzimas de LDH sendo a LDH5 a forma predominante na musculatura esquelética, com meia vida plasmática de 6 horas. O aumento nas concentrações plasmáticas de LDH pode indicar lesão de hepatócitos, lesão muscular ou hemólise (HINCHCLIFF, 2008).

_Osmolalidade plasmática, concentração de eletrólitos e equilíbrio ácido-base - o funcionamento normal das células é estreitamente relacionado à manutenção dos fluidos, eletrólitos e ao balanço ácido-base e, a chave para a manutenção do equilíbrio interno é a regulação da concentração osmótica plasmática ou osmolalidade, assim como a concentração dos principais eletrólitos: sódio, potássio e cloreto (HINCHCLIFF, 2008). Todos os eletrólitos contribuem com a concentração osmótica dos fluidos corporais, impedindo a desidratação ou inchaço celular (DUKES, 2006).

O único método capaz de avaliar o equilíbrio ácido-base é através de análises físico químicas, associando análises das concentrações sanguíneas de íons e a análise dos gases sanguíneos. Esta análise pode ser realizada por processo simples através de um analisador de pH e gases sanguíneos, ficando limitada apenas pelo custo do investimento do equipamento (HINCHCLIFF, 2008). Na avaliação do equilíbrio ácido-base são utilizadas as análises de pH, pCO_2 , tCO_2 , HCO_3^- , excesso de base e *Anion gap*. O excesso de base representa o acúmulo sanguíneo de ácido/base não volátil, com excessão da $[HCO_3^-]$ e da concentração de hemoglobina. O *Anion gap*, é um termo tradicional definido pela equação: $([Na^+] + [K^+]) - ([Cl^-] + [HCO_3^-])$. Nas avaliações do equilíbrio hidroeletrolítico são avaliadas as concentrações sanguíneas de Na^+ , K^+ e Cl^- com o cálculo do balanço iônico (íons fortes), estimado a partir da equação: $([Na^+] + [K^+]) - [Cl^-]$ (HINCHCLIFF, 2008).

A osmolalidade plasmática é o número total de partículas dissolvidas na solução, independente da espécie do elemento dissolvido na solução. A osmolalidade plasmática pode ser obtida por mensuração direta do soro ou plasma, utilizando-se um osmômetro (osmolalidade mensurada) ou pela determinação da concentração das principais substâncias osmoticamente ativas presentes no sangue: o Na^+ , o K^+ , a glicose e a uréia (ANDREWS & GRINDEM, 2000),

O sódio (Na^+) é o cátion que mais contribui na osmolalidade e o que está em maior concentração no espaço extracelular, sendo o principal determinante das alterações na tonicidade plasmática (HINCHCLIFF, 2008). Durante exercício observa-se redução nas concentrações extracelulares de Na^+ , podendo ser explicado pelo aumento da concentração muscular Na^+ , a qual pode chegar a duplicar-se, devido a ativação do contratransportador

H^+/Na^+ (BAYLY & KLINE, 2007). As concentrações plasmáticas de sódio de equinos em repouso são de 132 a 152 mmol/L (DUKES, 2006).

O potássio (K^+) é o principal cátion intracelular, nos equinos, as concentrações plasmáticas de potássio durante repouso são de 2,5 a 5,0 mmol/L (DUKES, 2006). Durante exercício de intensidade máxima, o fluxo transmembrana de K^+ a partir do interior da célula resulta em marcada hiperpotassemia e a concentração intracelular de K^+ pode reduzir em até 20%. A concentração extracelular de K^+ é proporcional a intensidade do exercício, a contração muscular e a concentração plasmática de lactato. As variações extremas nas concentrações de K^+ provocadas pelo exercício de alta intensidade podem exercer efeitos cardíacos arritmogênicos, podendo causar danos a função cardíaca (BAYLY & KLINE, 2007).

Entre os principais ânions estão o cloreto (Cl^-), o bicarbonato (HCO_3^-) e os fosfatos ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}). O Cl^- é o principal ânion encontrado no líquido extracelular (100 mmol/L) e no suor (150 mmol/L) dos equinos, a concentração plasmática de HCO_3^- em equinos em repouso é em média de 25 mmol/L (HINCHICLIFF, 2008). Durante exercício intenso observa-se redução nas concentrações extracelulares de Cl^- , acompanhado pelo aumento na concentração intracelular de Cl^- nos eritrócitos, podendo ser explicado pelo intercâmbio entre Cl^- e bicarbonato, com objetivo de reduzir a acidose plasmática (BAYLY & KLINE, 2007). A concentração plasmática de cloreto em equinos em repouso varia de 99 a 109 mmol/L (DUKES, 2006).

Considerando o exercício físico, o cálcio (Ca^{++}) é outro importante cátion intracelular, encontrado no músculo e retículo sarcoplasmático, tendo papel fundamental no processo de contração muscular (HINCHICLIFF, 2008).

Os valores do pH sanguíneo arterial de equinos em repouso variam de 7,32 a 7,44 (DUKES, 2006). Estudos de equilíbrio ácido-base em equinos relatam que a acidose sanguínea, resultado da redução do pH e aumento de lactato no sangue, é induzida pelo exercício e pelo nível de proteína na dieta (GRAHAM-THIERS et al., 1999). Equinos em atividade física moderada, submetidos a testes de esforço progressivo em esteira, apresentaram pH mais alto (em média 0,03 unidade de pH) quando consumiram dieta com 7,5% PB do que quando consumiram dieta com 14% de PB (GRAHAM-THIERS et al., 2001). Resultados semelhantes também foram observados em equinos sedentários (GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2005). Ainda, nos mesmos estudos não foram observadas influência da proteína dietética nas concentrações de lactato, HCO_3^- , Na^+ , K^+ e Cl^- nos animais durante os testes ou no período de recuperação após os testes em esteira.

2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. Q.; GODOI, F. N. Exigências Nutricionais de Equinos: Energia. In: Simpósio Mineiro de Equinocultura. 1, 2007, Viçosa. **Anais... I Simpósio Mineiro de Equinocultura.** Viçosa:Imprensa Universitária, p.109-142, 2007.
- ALMEIDA, F. Q.; OLIVEIRA, C. A. A. Palestra: Fibras dietéticas: implicações nutricionais e clínicas em equinos. In: Simpósio Mineiro de Equinocultura. 2, 2009, Viçosa. **Anais... Simpósio Mineiro de Equinocultura.** Viçosa : Imprensa Universitária, p.24-29, 2009.
- ALMEIDA, F. Q.; SILVA, V. P. Progresso científico em equideocultura na 1ª década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.119-129, 2010 (supl. especial).
- ALMEIDA, F.Q.; FILHO, S.C.V.; CECON, P.R.; LEÃO, M.I.; DONZELE, J.L.; SILVA, J.F.C.; QUEIROZ, A.C. Compostos nitrogenados endógenos pré-cecal, pós-ileal, fecal e urinário em equino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.3, p.538-545, 1997.
- ALMEIDA, M.I.V.; FERREIRA, W.M.; ALMEIDA, F.Q.; GONÇALVES, L.C.; REZENDE, A.S.C. Composição química e predição do valor nutritivo de dietas para equino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1268-1278, 1999.
- ANDREWS, J.; GRINDEM, C. Symposium on interpreting laboratory values-Interpreting electrolyte, anion gap, and total carbon dioxide data-Are you getting the most out of that lab report? By truly understanding. **Veterinary Medicine**, v.95, n.7, p.548-554,2000.
- ANTILLEY, T. J.; POTTER, G. D.; GIBBIS, P. G.; SCOTT, B. D.; CLABORN, L. D. Evaluating the technique of using nitrogen retention as a response criterion for amino acid studies in the horse. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 27, n.12, p.525-530, 2007.
- ARAÚJO, K.V.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T.; MIYAGI, E.S. Comparação entre os indicadores internos e o método de coleta total na determinação da digestibilidade dos nutrientes de alimentos volumosos em equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n.3, p.745-751, 2000.
- ASSENZA, A.; BERGERO, D.; TARANTOLA, M.; PICCIONE, G.; CAOLA, G. Blood serum branched chain amino acids and tryptophan modifications in horses competing in long-distance rides of different length. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v.88, n.3-4, p.172-177. 2004.
- BABUSCI, M.; LÓPEZ, E. F. Sistema cardiovascular. In: BOFFI F. M. **Fisiologia del Ejercicio em Equinos**. 1ª ed., Inter-Médica. Buenos Aires, Argentina. cap.8, p.123 - 132, 2007.
- BAYLY, W.; GEOR, R. J.; HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J. **Equine Sport Medicine and Surgery: basic and clinical sciences of the equine athlete**. Saunders Company, Philadelphia USA ,1st ed. 2004, p. 27- 56 .
- BAYLY, W.; KLINE, K. A. Hematología y bioquímica. In: BOFFI F. M. **Fisiologia Del Ejercicio em Equinos**. 1ª ed., Inter-Médica. Buenos Aires, Argentina. Cap.10, p.145 – 151, 2007.
- BERGERO, D.; ASSENZA, A.; SCHIAVONE, A.; PICCIONE, G.; PEROAN, G.; CAOLA, G. Amino acid concentrations in blood serum of horses performing long lasting low-intensity exercise. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v.89, n. 3-6, p.146-150, 2005.
- BOFFI, F. **Fisiologia del Ejercicio em Equinos**. 1ª ed. Buenos Aires : Inter-Médica, 2007, 320p.

- BRYDEN, W. L. Amino acid requirements of horses estimated from tissue composition. [Conference paper]. In: **Proceedings** of the Nutrition Society of Australia. The Society, 1991.
- CÂMARA E SILVA, I. A.; DIAS R. V. C.; SOTO-BLANCO, B. Determinação das atividades séricas de creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase em equinos de diferentes categorias de atividade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.250-252, 2007.
- CAPUTO, F.; OLIVEIRA, M.F.M.; GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Exercício aeróbio: Aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.11, n.1, p.94-102, 2009.
- CASINI, L.; GATTA, D.; MAGNI, L.; COLOMBANI, B. Effect of prolonged branched-chain amino acid supplementation on metabolic response to anaerobic exercise in Standardbreds. **Journal of Equine Veterinary Science**. v.20, n.2, p.120-123. 2000.
- CASTEJÓN, F.; RUBIO, M. D.; AGÜERA, E. I.; ESCRIBANO, B. M.; REQUENA, F., VIVO, R. Respuesta hematológica y plasmática al ejercicio em cinta rodante. In: LÓPEZ, G. E. V. **Valoración morfofuncional e la selección de reproductores del Caballo de Pura Raza Española**. 1ª ed., Caja Rural. Córdoba, Espanha. p. 169 – 196, 2007.
- DA CÁS, E.L.; ROSAURO, A.C.; SILVA, C.A.M.; BRASS, K.E. Concentração sérica das enzimas creatinoquinase, aspartato aminotransferase e desidrogenase láctica em equinos da raça Crioula. **Ciência Rural**, v.30, n.4, p.625-629, 2000.
- DUKES, H.H. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 12ª ed., Ed. William O. Reece. Guanabara Koogan, 2006.
- DUNCAN, J.R.; PRASSE, K.W. **Veterinary laboratory medicine, clinical pathology**. 2.ed. Ames: Iowa State University. 285p. 1986.
- EATON, M. D. Energetics and performance. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. 1ª ed. Saunders. Philadelphia, USA. cap. 4, p.49 – 62, 1994.
- EGGUM, B. O. Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. **British Journal of Nutrition**, v. 24, n. 04, p. 983-988, 1970.
- ESSÉN-GUSTAVSSON, B.; GOTTLIEB-VEDI, M.; LINDHOLM, A. Muscle adenine nucleotide degradation during submaximal treadmill exercise to fatigue. **Equine Veterinary Journal**, v. 31, n. S30, p. 298-302, 1999.
- EVANS, D. L. Exercise testing in the field. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. **Equine Sports Medicine and Surgery**. 1ª ed., Saunders. Philadelphia, EUA. Cap. 3, p.19 – 31, 2004.
- FAUDE, O.; KINDERMANN, W.; MEYER, T. Lactate Threshold Concepts: How valid are they? **Sports Medicine**, v.39, n.6, p.469-490, 2009.
- FRAPE, D. **Equine nutrition and feeding**. 4ª ed. Wiley-Blackwell, 2010, 498p.
- FREEMAN, D. W.; POTTER, G. D.; SCHELLING, T. G.; KREIDER, J. L. Nitrogen metabolism in mature horses at varying levels of work. **Journal of Animal Science**. v.66, n.2, p.407-412, 1988.
- FURTADO, C. E.; BRANDI, R. A.; RIBEIRO, L. B. Uso de coprodutos e demais alimentos alternativos para dietas de equinos no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.214-223, 2011.

- GIBBS, P. G.; POTTER, G. D. Concepts in protein digestion and amino acid requirements of young horses. **Professional Animal Science**. v.18, n.4, p.295-301. 2002.
- GOACHET, A. G.; PHILIPPEAU, C.; VARLOUD, M.; JULLIAND, V. Adaptations to standard approaches for measuring total tract apparent digestibility and gastro-intestinal retention time in horses in training. **Animal Feed Science Technology**. 152:141-151, 2009.
- GOMIDE, L. M. W.; MARTINS, C. B.; OROZCO, C. A. G.; SAMPAIO, R. C. L.; BELLI, T.; BALDISSERA, V.; LACERDA NETO, J.C. Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p. 509-513, 2006.
- GOTTLIEB-VEDI. M.; LINHOLM, A. Comparison of Standardbred trotters exercising on a treadmill and a race track with identical draught resistances. **The Veterinary Record**, v.140, n. 20, p. 525-528,1997.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; BOWEN, L. K. Effect of protein source on nitrogen balance and plasma amino acids in exercising horses. **Journal of Animal Science**. v.89, n.3, p.729-735. 2011a.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; BOWEN, L. K. The effect of conditioning on nitrogen balance in exercising horses. **Journal of Equine Veterinary Science**. v.31, n.5, p.230-356. 2011b.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; BOWEN, L. K. The effect of time of feeding on plasma amino acids during exercise and recovery. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.31, n.5, p.281-282. 2011c.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; KRONFELD, D. S. Dietary protein restriction and fat supplementation diminish the acidogenic effect of exercise during repeated sprints in horses. **The Journal of Nutrition**. v.131, n.7, p.1959-1964, 2001.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; KRONFELD, D. S.; KLINE, K. A. Dietary protein influences acid-base responses to repeated sprints. **Equine Veterinary Journal**. v.31, n.S30, p.463-467, 1999.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; KRONFELD, D. S.; KLINE, K. A.; SKLAN; D. J. Dietary protein restriction and fat supplementation diminish the acidogenic effect of exercise during repeated sprints in horses. **Journal of Nutrition**. v.131, n.7, p.1959-1964, 2001.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; KRONFELD, D.S. Dietary protein influences acid-base balance in sedentary horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.25, n.10, p.434-438, 2005a.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; OTT, E. A.; BRENDemuHL, J. H.; TENBROECK, S. H. The effect of supplemental lysine and threonine on growth and development of yearling horses. **Journal of Animal Science**. v.72, n.2, p.380–386, 1994.
- GRAHAM-THIERS, P.M.; KRONFELD, D. S. Amino acid supplementation improves muscle mass in aged and young horses. **Journal of Animal Science**. v. 83, n.12, p.2783-2788, 2005b.
- HACKL, S.; VAN DEN HOVEN, R.; ZICKL, M.; SPONA, J.; ZENTEK, J. The effects of short intensive exercise on plasma free amino acids in Standardbred Trotters. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v.93, n.2, p.165-173. 2009.
- HARGREAVES B. J.; KRONFELD D. S.; NAYLOR J. R. Ambient temperature and relative humidity influenced packed cell volume, total plasma protein and other variables in horses during an incremental submaximal field exercise test. **Equine Veterinary Journal**. v. 31, n. 4, p. 314-318, 1999.

- HARRIS, P. A.; MAYHEW, I. G. Musculoskeletal disease. In: REED, S. M.; BAYLY, W. M. (Eds.). **Equine Internal Medicine**. Philadelphia: W.B. Saunders, p. 371-426, 1998.
- HARRIS, P.A. Feeding management of elite endurance horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**. v.25, n.1, p. 137-153, 2009.
- HARRIS,P.A. Ergogenic aids in the performance horse. Nutrition of the exercising horse. Nutrition of the exercising horse. **EAAP publication**, n. 125, p. 373-398, 2008.
- HINCHCLIFF, K. W.; GEOR, R. J.; KANEPS, A. J. **Equine Exercise Physiology**. 1a ed. Elsevier, 2008, 463p.
- HINEY, H. M.; POTTER, G. D. A review of recent research on nutrition and metabolism in the athletic horse. **Nutrition Research and Reviews**, v.9, p.149-173. 1996.
- JULLIAND, V.; RALSTON, S. Practical news on advances in nutrition for performance horses and ponies between 2009-2011. In: Applied Equine Nutrition and Training Conference: Equine Nutritional and Training Conference (ENUTRACO) 2011. IV, **Proceedings**... Waegeningen, Netherlands, p.135-157, 2011.
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Appendixes. IN: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of domestic animals**. London: Academic Press. 5^aed., p.885-906, 1997.
- KINGSTON,J.K. Hematologic and serum biochemical responses to exercise and training. IN: HINCHCLIFF,K.W.; KANEPS,A.J.;GEOR, R. J. **Equine Sports Medicine and Surgery: Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete**, Philadelphia: W.B.Saunders. p.940-948, 2004.
- KIRSCHVINK, N.; ART, T.; MOFFARTS, B.; SMITH, N.; MARLIN, D.; ROBERTS, C.; LEKEUX, P. Relationship between markers of blood oxidant status and physiological variables in healthy and heaves affected horses after exercise. **Equine Veterinary Journal**, v.34, n.34, p.159-164, 2002.
- LACERDA, L.1; CAMPOS, R.2; SPERB, M.2; SOARES, E.2; BARBOSA, P.1; GODINHO, E.1; FERREIRA, R.3; SANTOS, V.2; GONZÁLEZ, F.D.1 Hematologic and biochemical parameters in three high performance horse breeds from southern brazil. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 2, p. 40-44, 2006.
- LAWRENCE, L.A. **Feeding the performance horse**. Washington State University Extention. p.2-9, 2004.
- LEHNINGER, A. **Principios de Bioquímica**. Autor: NELSON, D.L.; COX, M.M. 5a ed. Sarvier, 2009, 1274p.
- LINDNER, A. E. Relationships between racing times of Standardbreds and v4 and v200. **Journal of Animal Science**, v.88, n.3, p.950-954, 2010.
- LINDNER, A. E.; BOFFI F. M. Pruebas de ejercicio. In: BOFFI F. M. **Fisiología del Ejercicio en Equinos**. 1^a ed., Inter-Médica. Buenos Aires, Argentina. Cap.17, p.243 – 254, 2007.
- LINDNER, A. Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of port horses in practice. **Revue de Médecine Vétérinaire**, v. 151, p. 611-618, 2000.
- LINDNER, A.; BARREY, E.; FAZIO, E.; FERIAZZO, A.; RIVERO, J.L.L. **Performance diagnosis of horses**. Wageningen Pers, Netherlands. Cap. 2, p.8-28, 1997.
- MALESKY, S. M.; CHEN, L.; LÖEST, C. A.; TURNER, J. L. Plasma amino acid response in

mature geldings fed three concentrations of lysine. **Journal of Equine Veterinary Science**. v.31, n.5, p. 255-256, 2011.

MARTIN ROSSET, W.; VERMOREL, M.; DOREOAU, M.; TISSERAND, J. L.; ANDRIEU, J. The French horse feed evaluation systems and recommended allowances for energy and protein. **Livestock Production Science**. v.40, n.1, p.37-56, 1994.

MATSUI, A.; OHMURA, H.; ASSAIT, Y.; TAKAHASHI, T.; HIRAGA, A.; OKAMURA, K.; TOKIMURA, H.; SUGINO, T.; OBITSU, T.; TANIGUCHI, K. Effect of amino acid and glucose administration following exercise on turnover of muscle protein in the hindlimb femoral region of Thoroughbreds. **Equine Veterinary Journal**. v.38, n. S36, p.611-616, 2006.

McGOWAN, C. Clinical Pathology in the Racing Horse: The Role of Clinical Pathology in Assesing Fitness and Performance in the Racehorse. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.24, p.405 – 421, 2008.

MEYER, H. Nutrition of the equine Athete. In: EQUINE EXERCICE PHYSIOLOGY, 2 Ed. Davis, 1987. **Proceedings...**California, USA, 1987, p. 644-673.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; SANTIRTEBAN, R.; RUBIO, M.B.; AGUERA E.I.; CASTEJÓN, F.M. Cardiovascular and Metabolic Adaptations in Horses Competing in *Cross-Country* Events. **Journal of Veterinary Medical Science**, v.61, n.1, p.13-20, 1999.

MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M. D.; VIVO, R.; AGÜERA, E. I.; ESCRIBANO, B. M.; CASTEJÓN, F. M. Functional evaluation indices in the Andalusian horse. **Journal of Veterinary Medicine Science**, v.59 p. 745-750, 1997.

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

NERY, J.; ASSENZA, A.; PINNA, W.; SFUNCIA, A.; BERGERO, D. A study of horse's blood constituents and weight variations during endurance competitions. In Equine Nutrition Conference. Hannover, Germany. **Proceedings...**ENUCO. p.103-104, 2005.

NOSTELL, K.; ESSÉN-GUSTAVSSON, B.; BRÖJER, J.T. Repeated post-exercise administration with a mixture of leucine and glucose alters the plasma amino acid profile in Standardbred trotters. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 54, n. 1, p. 7, 2012.

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

OLIVEIRA, K.; FURTADO, C. E. Digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de farelo de canola para cavalos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.181-186, 2001.

OLSSON, N., RUUDVERE, A. The nutrition of the horse. **Nutrition of Abstracts and Reviews**, London, v. 25, n.1, p.1-18, 1955.

PAGAN, J.; NASH, D. Nutrition of the Young Equine Athlete. In: PAGAN, J.D. (Ed.) **Advances In Equine Nutrition IV**, Versailles: Kentucky Equine Research, 2009. p.161-171.

PAGAN, J.D. Protein requirements and digestibility: a review. In: PAGAN, J.D. (Ed.) **Advances In Equine Nutrition I**. Lexington: Kentucky Equine Research, 2000. p. 43-50.

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

- PERSSON, S. G. B.: The significance of haematological data evaluation of soundness and fitness in horses IN: SNOW, D. H., PERSSON, S. G.B., ROSE, J. R.: **Equine Exercise Physiology**. Burlington Press, Cambridge. p. 151 -153, 1983.
- RODRIGUES, M. T.; VIEIRA, R. A. M. Metodologias aplicadas ao fracionamento de alimentos. In: Telma Teresinha Berchielli; Alexandre Vaz Pires; Simone Gisele de Oliveira. (Org.). **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, v.1, p. 29-59, 2011.
- ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. An overview of Performance and Sports Medicine. In: HODGSON, D. R. and ROSE, R. J. **The athletic horses: principles and practice of equine sports medicine**. 1^a ed., Saunders. Philadelphia, EUA. Cap. 4, p.3 – 25, 1994.
- SANTIAGO, J.M.; ALMEIDA, F. Q.; SILVA, L. L. F.; MIRANDA, A. C. T.; AZEVEDO, J. F.; OLIVEIRA, C. A. A.; CARRILHO, S. S. Hematologia e bioquímica sérica de equinos de concurso completo de equitação em treinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v.65, n.2, p.383-392, 2013.
- STEFANON, B.; BETTINI, C.; GUGGIA, P. Administration of branched-chain amino acids to Standardbred horses in training. **Journal of Equine Veterinary Science**. v.20, n.2, p.115-119, 2000.
- STEIN, R. B. S.; TOLEDO, L. R. A.; ALMEIDA, F. Q.; ARNAUT, A. C.; PATITUCCI, L. T.; NETO, J. S.; COSTA, V. T. M. Uso do Farelo de Vagem de Algaroba (*Prosopis juliflora*) em dietas para equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34, n.4, p.1240-1247, 2005.
- VOLFINGER, L., LASSOURD, V., MICHAUX, J. M., BRAUN, J. P., TOUTHAN, P. L., Kinetic evaluation of muscle damage during exercise by calculation of amount of creatine Kinase released. **American Journal of Physiology**, v. 351, p. 434-442, 1994.
- WILSON, J. A.; GRAHAM-THIERS, P. M. Muscle and plasma amino acids in pregnant/lactating mares and their weanling foals. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.29, n.5, p. 370-371, 2009.
- WINKLER, B; TOSI, H.; WEBSTER, A. J. F.; RESENDE, F. D.; OLIVEIRA, A. A. M. A.; VILLELA, L. C. V. Dried yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a protein source for horses. **Livestock Science**, v.137, n.1, p.168-177, 2011.
- WOLFE, R. R. Protein supplements and exercise. **American Journal of Clinical Nutrition**. v.72, n.2, p.551-557, 2000.

CAPÍTULO I

INFLUÊNCIA DOS TEORES DE PROTEÍNA DIETÉTICA NA DIGESTÃO DE NUTRIENTES, BALANÇO HÍDRICO E DE NITROGÊNIO EM EQUINOS EM ATIVIDADE FÍSICA

RESUMO

O estudo teve como objetivo avaliar o impacto dos teores da proteína dietética na digestibilidade dos nutrientes e nos balanços hídrico e de nitrogênio em equinos da modalidade concurso completo de equitação. Foram utilizados vinte e quatro equinos da raça Brasileiro de Hipismo, machos e fêmeas (8 a 15 anos; 488 ± 32 kg PV), em desenho experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos (dietas) e seis repetições (equinos). As dietas forneceram 7,5; 9,0; 11,0 e 13,0% de proteína bruta (PB). O ensaio de digestibilidade foi executado com quatro dias de coleta parcial de fezes, seguido de um dia de coleta total de urina. Os dados foram submetidos a análise de regressão e ajustados ao modelos linear e quadrático ($P < 0,05$). Não foram observadas diferenças nos valores de ingestão de matéria seca (MS), matéria orgânica, extrato etéreo, fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro em função do nível de proteína das dietas. A média de ingestão de MS foi de 1,7% do PV. A ingestão de PB e nitrogênio (N) apresentaram crescimento linear em função do nível crescente de PB nas dietas. Foi observada resposta quadrática ($P = 0,01$) nos coeficientes de digestibilidade da PB e FDN, com respostas máximas estimadas nos teores de 11,6% e 11,4% de proteína na dieta, respectivamente. Foi observada resposta linear nos coeficientes de digestibilidade da FDA, no consumo de MS e proteína digestível e na relação PB/ED em função dos teores de PB das dietas. Não houve impacto dos níveis de proteína dietética na ingestão diária de água, no total de água ingerido ou na excreção fecal de água. Os valores de excreção urinária, apresentaram crescimento linear ($P < 0,01$) em resposta ao aumento da proteína dietética, mas não houve impacto no balanço hídrico, com média de 8,4 L/dia. O N consumido, N absorvido (NA) e o N urinário, aumentaram linearmente ($P < 0,001$) em função dos teores de proteína dietética. Houve impacto dos teores de proteína no N retido (NR), com maior retenção de N nos equinos que consumiram 171 e 204 g N/dia, nas dietas com 11 e 13% PB. A digestibilidade da MS, MO, PB, FDN e FDA e o consumo de MS e de proteína digestível foram influenciados pelos teores de PB das dietas. Os resultados do CDFDN e CDFDA indicam resposta da digestão da fibra com o aumento do aporte de nitrogênio no trato digestório. Considerando as exigências de N, a excreção urinária de N e, a eficiência de retenção de N em relação ao nitrogênio absorvido, os equinos que consumiram 171 g N/dia e 753 g PD/dia, foram os animais que tiveram o balanço de nitrogênio mais equilibrado.

Palavras chave: Digestibilidade, equinos, exercício, nitrogênio, proteína

ABSTRACT

This study was performed to evaluate the impact of dietary protein levels on nutrients digestibility, water and nitrogen balances in exercising eventing horses. Twenty four horses, Brazilian Sport Horses, males and females (8.0 to 15.0 yr; 488 ± 32 kg BW) were used in a randomized design with four levels of crude protein (CP) diets: 7.5, 9.0, 11.0 and 13.0%. A digestion assay was performed with partial feces collection over four days, followed by one day of total urine collection. Data were submitted to regression analysis and adjusted to linear and quadratic models ($P < 0.05$). No differences were observed in the intake of dry matter (DM), organic matter (OM), ether extract, acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) as a function of dietary protein levels. DM intake average was 1.7% of BW. CP and nitrogen (N) intake showed a linear increase as a function of increasing protein level in diets. A quadratic response ($P = 0.01$) was observed on the CP and NDF digestibility coefficients, with the maximum estimated level of digestibility at 11.6% and 11.4%, respectively, CP in the diet. There was a linear effect on ADF digestibility coefficients, digestible DM and protein intake and CP/DE ratio to according to dietary protein levels. There was no impact of dietary protein levels on daily water intake, total water intake, nor on fecal water excretion. Urinary excretion values showed a linear increase ($P < 0.01$) in response to increased dietary protein levels, but impact wasn't observed on water balance, with average of 8.4 L/day. N intake (NI), N absorption (NA) and urinary N increased linearly ($P < 0.001$) as a function of increasing dietary protein levels. There was a impact of dietary protein levels on N retention (NR), N retention was higher in horses that intake 171 and 204 g N/d in diets with 11 and 13% of CP. There was an impact of dietary protein levels on digestibility coefficient of CP, NDF, ADF and digestible protein intake on intense exercising horses. The NDF and ADF responses indicate a fiber digestion response with the increase in the amount of nitrogen in the digestive tract. Considering the N requirements, N urinary excretion and N retention related to N absorbed, horses who intaked 171 g N/d and 753 g DP/d, were the animals that had the best equilibrium in nitrogen balance.

Key words: Digestibility, equine, exercise, nitrogen, protein

1 INTRODUÇÃO

O consumo de uma dieta adequada em proteínas e energia é fundamental quando se tratam de atletas, já que os aminoácidos são necessários para a síntese de proteínas e os aminoácidos essenciais não são produzidos ou não são produzidos em quantidades suficientes pelos animais, existe a necessidade de ingestão regular através dos alimentos (BERGERO et al., 2005).

Vários estudos mostram que os equinos são sensíveis à qualidade da proteína dietética e que a qualidade está diretamente relacionada à sua digestibilidade, assim, fica claro a importância da qualidade dos alimentos fornecidos a esta espécie (GIBBS & POTTER, 2002; GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2005). De acordo com Freeman et al. (1988), a digestibilidade total ou pré-cecal da proteína varia de acordo com a fonte e com a concentração de proteína da dieta. Além disso, outros fatores importantes no que diz respeito aos nutrientes devem ser avaliados quando uma dieta é selecionada para uma determinada fase da vida do equino, entre os principais fatores estão a digestibilidade da proteína, o conteúdo de aminoácidos da proteína e a relação proteína/energia da dieta (PAGAN, 2000).

Graham-Thiers & Bowen (2011b) avaliando equinos em treinamento, alimentados com dietas com quantidade constante de proteína bruta, observaram que os animais se adaptam a ingestão de proteína reduzindo sua excreção, indicando que a proteína seria utilizada na reposição de massa muscular ou que o organismo se adaptasse ao nível de proteína ingerida e, que a fonte e o local de digestão da proteína, afetam sensivelmente a absorção de proteína nos equinos.

O balanço de nitrogênio é o método básico utilizado para avaliar as exigências de proteína em equinos e, a metodologia que avalia o balanço de nitrogênio com a utilização do nitrogênio excretado através das fezes e urina, é adequada para a estimativa das exigências e da qualidade da proteína para equinos em atividade física (GRAHAM-THIERS & BOWEN, 2011c). As perdas nitrogenadas estão associadas a processos digestivos, com a utilização ineficiente dos aminoácidos absorvidos para a síntese proteica e com a utilização dos aminoácidos absorvidos como fonte energética em lugar da síntese proteica, ainda a urina é a principal via de excreção dos compostos nitrogenados consumidos excessivamente (ALMEIDA et al., 1997).

A avaliação do balanço de nitrogênio de equinos em atividade física indica aumento no balanço de nitrogênio, aumento da excreção urinária de nitrogênio e de água com o aumento da ingestão de nitrogênio (FREEMAN et al., 1988; GRAHAM-THIERS & BOWEN, 2011b). O aumento da excreção de nitrogênio urinário eleva a excreção de água por esta via, indicando que os equinos consumindo dietas com maiores teores de proteína bruta aumentam a excreção de nitrogênio e água pela urina (BRETAS et al., 2007).

Este estudo teve como objetivo avaliar a digestibilidade de nutrientes, o balanço hídrico e de balanço de nitrogênio em equinos atletas consumindo dietas com diferentes teores de proteína.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento foi conduzido no Laboratório de Avaliação do Desempenho de Equinos (LADEq) na Escola de Equitação do Exército, Rio de Janeiro, RJ e no Laboratório de Pesquisas em Saúde Equina (EQUILAB) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

(UFRRJ), Seropédica, RJ. As análises bromatológicas foram procedidas no Laboratório de Bromatologia do Instituto de Zootecnia da UFRRJ.

2.2 Animais e Treinamento

Foram utilizados 24 equinos, machos e fêmeas, com idade entre oito e quinze anos, peso vivo (PV) entre 432 e 560 kg, escore corporal (EC) entre 4,5 e 5,5, da raça Brasileira Hipismo, em atividade física diária de treinamento na modalidade de Concurso Completo de Equitação (CCE), do curso de instrutores da Escola de Equitação do Exército, caracterizada como atividade física intensa. Os animais foram distribuídos em quatro grupos experimentais, com quatro machos e duas fêmeas em cada grupo. O sorteio dos animais foi realizado distribuindo em cada grupo animais com dois níveis de experiência: Nível 1 e 1 estrela.

As atividades semanais com duração diária de 40 a 60 minutos com exercícios de flexionamento, adestramento e saltos em pista de areia e grama. A cada 15 dias, exercícios de salto, galope e treinamento de fôlego (galope forte) na pista de cross. O trabalho semanal, em média, consistiu em 30% ao passo, 30% ao trote, 10% a galope e 30% em saltos.

2.3 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (dietas) e seis repetições (equinos). Foi realizado um ensaio experimental de 150 dias, no período de junho a novembro de 2010. Os equinos foram distribuídos aleatoriamente em baias individuais, providas de bebedouro, comedouro e cama de cepilha.

2.4 Dietas Experimentais

Os equinos foram alimentados com dietas com diferentes teores de proteína bruta de 7,5; 9,0; 11,0 e 13,0%, definidas como dietas I, II, III e IV. As dietas experimentais foram compostas por farelo de soja (como principal fonte de PB), aveia grão laminado (*Avena sativa*), ração concentrada comercial extrusada, óleo de soja e feno de capim coast-cross (*Cynodon dactylon*) em proporção de concentrado:volumoso de 50:50, base na matéria seca (Tabela 1). As dietas experimentais foram formuladas com base nas exigências nutricionais de equinos adultos em atividade intensa segundo recomendações do NRC (2007) (Tabela 2).

Tabela 1. Composição percentual dos nutrientes nos alimentos, base na matéria seca

Nutrientes	Farelo Soja	Aveia laminada	Concentrado comercial	Óleo soja	Feno <i>Coast cross</i>
Proteína Bruta (%)	40,5	10,0	13,1	-	5,3
Lisina (%)	2,98	0,16	0,22	-	0,23
Energia Bruta (Mcal/kg)	3,56	4,64	3,62	9,33	3,75
Extrato Etéreo (%)	0,9	3,9	4,8	99,6	1,0
FDN (%)	15,3	26,2	28,5	-	66,4
FDA (%)	10,7	13,6	11,1	-	45,0

A ração concentrada foi oferecida três vezes ao dia, às 4:00, 13:00 e 20:00h e o volumoso duas vezes ao dia, às 11:00 e 16:00h. O óleo de soja, previamente pesado e

calculado para cada animal, foi adicionado diretamente ao alimento concentrado no cocho, no momento do fornecimento de cada refeição. Todos os alimentos fornecidos e as eventuais sobras foram pesados separadamente e analisados para os cálculos de consumo dos nutrientes.

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e dos nutrientes das dietas experimentais, base na matéria seca: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE) e energia digestível (ED)

Itens	Dietas			
	I	II	III	IV
Farelo de Soja (%)	1,5	7,0	12,5	17,5
Aveia grão laminado (%)	28,3	23,0	19,5	15,8
Concentrado comercial (%)	10,0	10,0	8,0	7,0
Óleo de Soja (%)	7,0	7,0	7,0	6,7
Sal mineral (%)*	2,0	2,0	2,0	2,0
Carbonato de cálcio (%)	1,0	1,0	1,0	1,0
L-lisina (%)	0,15	-	-	-
Feno de <i>coast-cross</i> (%)	50	50	50	50
Total	100	100	100	100
MS (%)	88,1	88,0	87,9	87,9
Proteína Bruta (%)	7,5	9,0	11,0	13,0
Lisina (%)	0,35	0,36	0,50	0,62
Relação PB/PV (g/kg)	1,8	2,1	2,2	2,3
Extrato Etéreo (%)	9,0	8,9	8,7	8,3
FDN (%)	43,7	43,1	42,5	42,0
FDA (%)	27,6	27,5	27,3	27,2
Energia Digestível (Mcal/dia)	33,0	33,1	31,2	29,5
ED (Mcal/kgMS)	2,8	2,8	2,8	2,8
Relação PB/ED (g/Mcal)	26,8	32,9	39,3	46,4

* Omolene-fós: Ca (Max) 150g, P (Min) 70g, S 10g, Mg 10g, Na 150g, Fe 2.500mg, Cu 820mg, Zn 2500mg, Mn 2124mg, I 20 mg, Se 12,5mg, Co 20mg, Cr 6mg.

2.5 Ensaio de Digestão

No ensaio de digestão os animais permaneceram nas baias, saindo duas vezes ao dia para exercício leve, ao passo, em exercitador automático, por trinta minutos nos períodos da manhã e da tarde. O período de adaptação dos equinos às dietas foi de 21 dias e, no 43º dia foi realizado o ensaio de digestão consistindo de coletas parciais de fezes durante quatro dias (GOACHET et al., 2009), seguido de um dia de coleta total de urina (CYMBALUK, 1989).

No ensaio de digestão foi realizada a coleta parcial de fezes, sendo coletadas amostras com aproximadamente 200g, diretamente da ampola retal, duas vezes ao dia durante quatro dias (GOACHET et al., 2009). A produção fecal total foi estimada de forma indireta com a

utilização do indicador interno fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) (OLIVEIRA et al, 2003).

As amostras de fezes coletadas foram imediatamente armazenadas em sacos plásticos e congeladas a -18°C. Ao término de cada período de coleta, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas e retirada uma amostra composta por animal. Durante o período de coleta fecal foram também coletadas amostras dos alimentos e armazenadas à -18°C. Ao término do período experimental as amostras de fezes e de alimentos foram descongeladas à temperatura ambiente, pré-secas em estufa de ventilação forçada à 55°C, por 72 horas. Após o término da pré-secagem, as amostras foram moídas a 1mm e acondicionadas em frascos plásticos devidamente identificados para análises bromatológicas.

Os teores do indicador interno foram obtidos após a incubação *in vitro* das amostras de alimentos, sobras e de 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 frascos de 100 ml em duas repetições, com 0,5 g de amostra em cada frasco. A solução tampão utilizada foi a descrita por Theodorou et al. (1994). O líquido ruminal foi coletado, através de sonda nasogástrica, em dois bovinos alimentados com dieta exclusiva de alimento volumoso. A solução final consistiu na mistura do líquido ruminal (inóculo) e a solução tampão, na proporção 1:4, com o bombeamento de CO₂ para a correção do pH.

Em cada frasco contendo as amostras já umedecidas, com 2 ml de água destilada a 100°C, foram adicionados 40ml desta solução final. Antes do fechamento dos frascos com rolha de borracha e lacre, foi bombeado CO₂ na boca de cada frasco para que o ambiente ficasse anaeróbico. Os frascos foram colocados em estufa a 39°C, por 144 horas. Duas vezes ao dia os frascos foram levemente agitados (COCHRAN et al., 1986). Ao final do processo de digestão o conteúdo dos frascos foram transferidos diretamente para *beakers* de 600ml onde foram procedidas as análises de Fibra em Detergente Neutro (FDN), para a determinação da Fibra em Detergente Neutro indigestível (FDNi). Em cada *beaker* foram adicionados 100 ml de detergente neutro, dando sequência a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002), para determinação de FDN.

As equações utilizadas para as estimativas dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas com o indicador interno e dos índices de recuperação do indicador foram propostas por Church (1979) e estão demonstradas a seguir:

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

$$\text{Coeficiente Digestibilidade (\%)} = 100 - \frac{(100 \times (\% \text{ Indicador dieta}) \times (\% \text{ Nutriente fezes}))}{(\% \text{ Indicador fezes}) \times (\% \text{ Nutriente dieta})}$$

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

$$\text{Produção Fecal na MS (kg)} = \frac{\text{Indicador ingerido (kg)}}{\% \text{ Indicador nas fezes}}$$

2.6 Balanço Hídrico e Balanço de Nitrogênio

Na determinação do balanço hídrico e de nitrogênio, a coleta de urina foi procedida durante 24 horas após o final do ensaio de digestão, nos equinos machos com a utilização de coletores de borracha, semelhantes aos descritos por Tasker (1966). Durante o período de

coleta, a urina foi recolhida em recipientes plásticos contendo 25mL de HCL 5M, para evitar a volatilização da amônia. Durante o período das 24 horas, duas amostras de urina em alíquota de aproximadamente 200 ml, foram coletadas e imediatamente armazenadas a -18°C, para a análise do nitrogênio total.

O consumo de água foi aferido durante os quatro dias do ensaio de digestão e durante o período da coleta de urina para a determinação do balanço hídrico. A água foi oferecida em baldes de 100 litros. Foram oferecidos 45 litros de água, renovados e mensurados quatro vezes ao dia, as sobras foram calculadas ao final de cada dia. O balanço hídrico foi avaliado utilizando as seguintes equações (CYMBALUK, 1989):

Consumo Total de Água (litros/dia) = Água consumida + Água consumida na dieta

Excreção Total de Água (litros/dia) = Água urina (% MS) + Água fezes (% MS)

Balanço Hídrico (litros/dia) = Consumo total de água – Excreção total de água

O balanço de nitrogênio foi avaliado de acordo com as quantidades dos compostos nitrogenados consumidos e excretados nas fezes e urina. As quantidades de compostos nitrogenados retidos e absorvidos foram calculadas com as equações (ALMEIDA, 1997):

N absorvido (g/dia) = N consumido (g) – N fecal (g)

N retido (g/dia) = N consumido (g) – N fecal (g) – N urinário (g)

2.7 Análises Bromatológicas

As análises das amostras de alimentos, dietas, sobras e fezes foram efetuadas para a determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) e, nas amostras de urina foram procedidas análises de matéria seca e proteína bruta (PB), segundo metodologia descrita pela AOAC (1990). As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) segundo metodologia descrita por Van Soest (1963).

2.8 Análises Estatísticas

Os resultados das variáveis do ensaio de digestão e dos balanços de nitrogênio e hídrico foram submetidos a testes de homocedasticidade (Cochran & Bartlett) e normalidade (Liliefors). Os resultados foram submetidos à análise de regressão e ajustadas aos modelos linear e quadrático ($P < 0,05$) utilizando-se o programa SAEG 9.1 (2007). Os valores mínimos ou máximos nas respostas quadráticas foram estimados por derivação das equações.

3 RESULTADOS

3.1 Consumo de Nutrientes

Não foram observadas diferenças nos valores de consumo de matéria seca dos equinos, expressa em relação ao PV ou em kg/dia, em função das dietas com diferentes teores de proteína (Tabela 3). Não foram observadas diferenças entre os valores de consumo de matéria orgânica, extrato etéreo, fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro em função das dietas com diferentes níveis de proteína.

Como o consumo das variáveis matéria orgânica, FDA e FDN está relacionado à variação no fornecimento de alimento volumoso e as quatro dietas fornecidas no presente estudo tiveram a mesma relação concentrado:volumoso (50:50), não foram observadas diferenças significativas no consumo destes nutrientes em função do nível de proteína das dietas. Em relação ao extrato etéreo as dietas foram formuladas com teores similares de energia e a adição de óleo de soja auxiliou na manutenção dos níveis de energia das dietas.

Tabela 3. Valores médios de peso vivo (PV) e do consumo de nutrientes dos equinos

	Teor de proteína na dieta (%)				EMP	P valor
	7,5	9,0	11,0	13,0		
PV (Kg)	488,5±24	482,3±38	489,0±23	493,6±42	2,98	0,3656
CMS (% PV)	1,6±0,2	1,7±0,2	1,7±0,3	1,7±0,2	0,02	0,1943
CMS (kg/dia)	8,00±0,9	8,25±0,9	8,37±1,3	8,51±0,7	0,09	0,1745
CMO (g/dia)	6.667,4±765,4	6.819,9±744,5	6.848,8±1006,2	7.015,3±519,1	0,16	0,2160
CEE (g/dia)	108,1±8,5	104,8±6,8	106,9±16,2	99,5±2,6	72,95	0,0892
CFDN (g/dia)	3.821,9±540,7	3.853,9±493,6	3.826,3±742,6	4.015,0±270,8	0,99	0,2752
CFDA (g/dia)	1.727,4±270,6	1.778,4±240,9	1.729,8±365,7	1.813,3±111,8	50,74	0,3183

CMS - consumo de matéria seca em relação ao peso vivo; CMO - consumo de matéria orgânica; CEE - consumo de extrato etéreo; CFDA - consumo de fibra em detergente ácido; CFDN - consumo de fibra em detergente neutro e EMP – Erro médio padrão.

Os valores médios de consumo de proteína bruta e de nitrogênio dos equinos apresentaram diferenças ($P < 0,001$) em função do nível crescente de proteína nas dietas (Tabela 4). O consumo de proteína bruta e de nitrogênio apresentaram respostas lineares ($P < 0,001$) crescentes em função dos níveis de proteína nas dietas (Figuras 1 e 2). O consumo de proteína bruta expresso em g PB/kg MS ou g PB/kg PV também apresentou aumento linear em função dos níveis crescentes de proteína nas dietas, com as equações $\hat{Y} = 12,55 + 1,063x$ ($r^2 = 0,94$) e $\hat{Y} = 0,218 + 0,20x$ ($r^2 = 0,80$), respectivamente.

Tabela 4. Valores médios de consumo de proteína bruta (PB) e de nitrogênio (N) em equinos consumindo dietas com diferentes teores de proteína bruta

Consumo	Teor de proteína na dieta (%)				EMP	P valor
	7,5	9,0	11,0	13,0		
CPB (g/dia)	754,9±84,6	884,6±102,4	1.039,3±130,4	1.208,3±125,5	24,78	<0,0001
CPB (g/kg MS)	94,4±4,4	107,3±3,8	124,7±4,4	141,9±3,3	1,90	<0,0001
g PB/kg PV	1,6±0,15	1,8±0,16	2,1±0,25	2,5±0,95	20,40	<0,0001
N (g/dia)	120,8±13,5	141,5±16,4	166,3±20,4	193,3±20,1	0,04	<0,0001

EMP – Erro médio padrão.

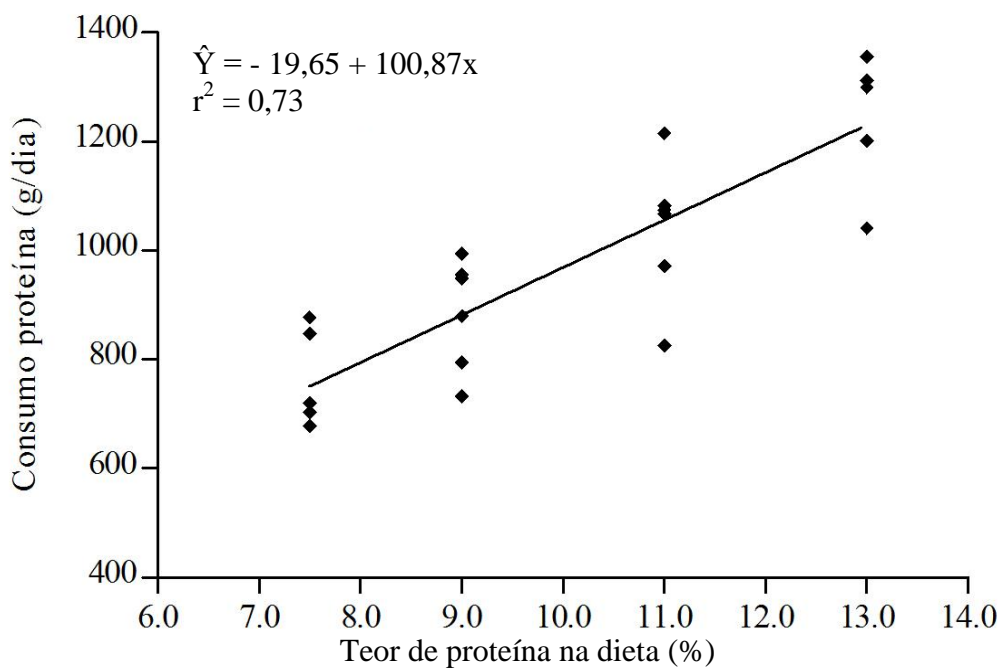


Figura 1. Equação de regressão do consumo de proteína bruta (g/dia) em função do teor de proteína bruta da dieta

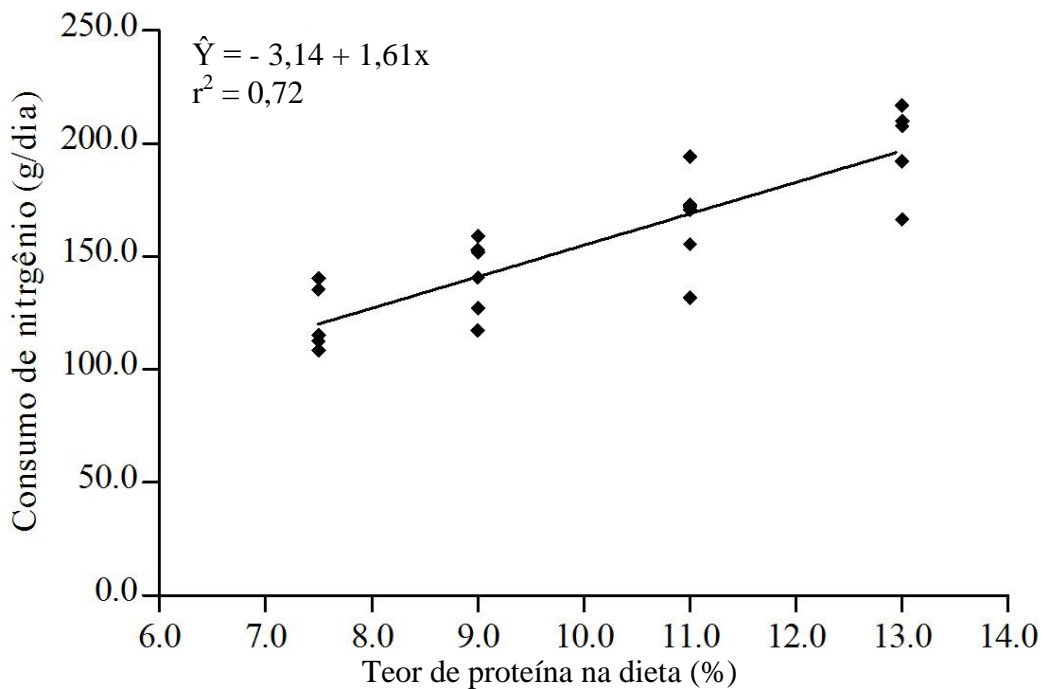


Figura 2. Equação de regressão do consumo de nitrogênio (g/dia) em função do teor de proteína bruta da dieta

3.2 Coeficientes de Digestibilidade

O índice de recuperação do indicador interno FDNi foi de 102,1%. A produção fecal média diária foi de 4,5; 4,6; 4,5 e 4,8 kg MS nos equinos consumindo as dietas I, II, III e IV respectivamente.

Foi observada tendência de resposta quadrática no coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (P=0,055) e resposta quadrática no coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica (P=0,019) em função das dietas com diferentes níveis de proteína (Figura 3) (Tabela 5). A resposta máxima estimada do CDMO foi 55,6% na dieta com teor de 10,9% de proteína bruta.

Em relação ao coeficiente de digestibilidade da PB observou-se resposta quadrática (P<0,001) em função do aumento do teor de proteína nas dietas, com resposta máxima esperada do CDPB de 77,1% na dieta com teor de 11,6% de proteína bruta (Figura 4).

Também foi observada resposta quadrática (P=0,016) no coeficiente de digestibilidade do FDN em função da proteína dietética, com resposta máxima esperada do CDFDN de 45,4% na dieta com teor de 11,4% de proteína bruta (Figura 5).

No coeficiente de digestibilidade do FDA foi observada resposta linear (P=0,029) em função dos teores de proteína na dieta ($\hat{Y} = 9,66 + 18,561x$ ($r^2 = 0,20$)). Não foram observados efeitos dos diferentes níveis de proteína nas dietas nos coeficientes de digestibilidade aparente de energia bruta e extrato etéreo (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes: matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) em equinos

Coeficiente de digestibilidade	Teor de proteína na dieta (%)				EMP	P valor	
	7,5	9,0	11,0	13,0		L*	Q*
MS	48,9±0,36	51,1±0,60	56,4±0,47	52,3±0,08	0,51	0,0794	0,0555
MO	48,2±0,37	51,4±0,60	56,1±0,46	51,8±0,09	0,51	0,0965	0,0192
PB	59,9±0,51	67,9±0,20	73,1±0,56	72,8±0,24	0,69	<0,0001	<0,0001
EB	82,9±0,08	83,4±0,26	84,9±0,24	83,7±0,10	0,69	0,1398	0,1298
EE	85,9±0,17	86,4±0,21	87,7±0,22	86,1±0,04	0,71	0,2658	0,0758
FDN	32,5±0,28	35,6±0,81	43,8±0,61	39,3±0,15	0,21	0,0168	0,0162
FDA	22,8±0,24	26,5±1,06	32,30±0,44	30,1±0,21	0,19	0,0290	0,0961

EMP – Erro médio padrão.

*Regressão linear (L) e quadrática (Q) em função do teor de PB das dietas.

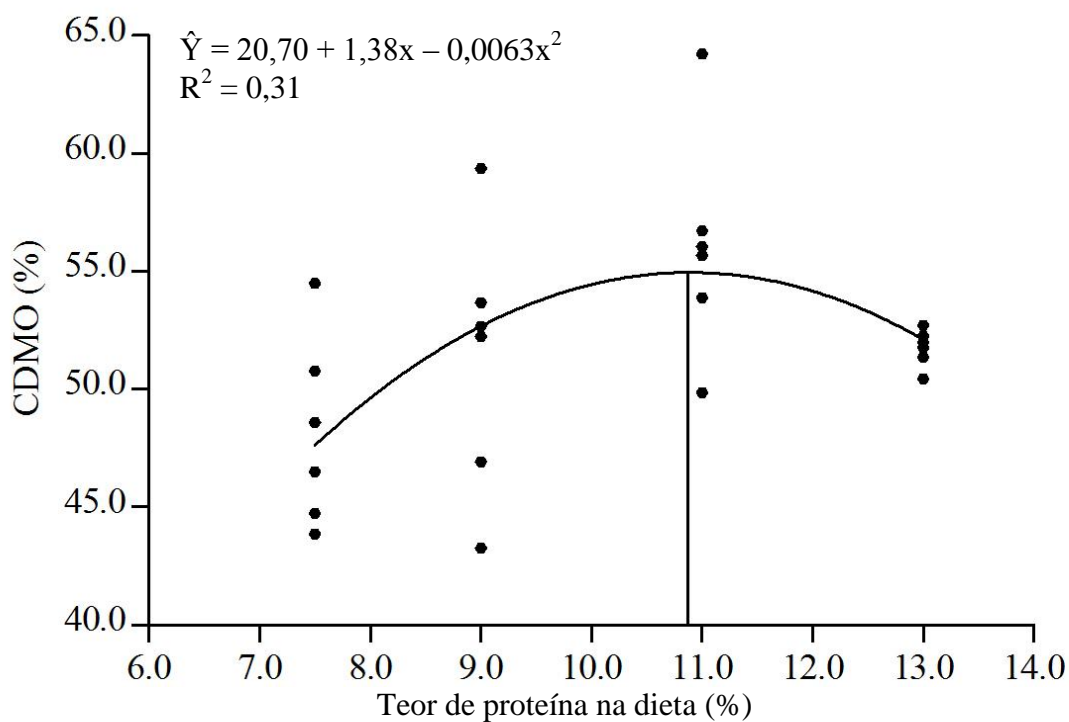


Figura 3. Equação de regressão do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica (CDMO) em função do teor de proteína na dieta. Estimativa de máxima digestibilidade de 55,6% ao teor de 10,9% PB na dieta pela derivação da equação

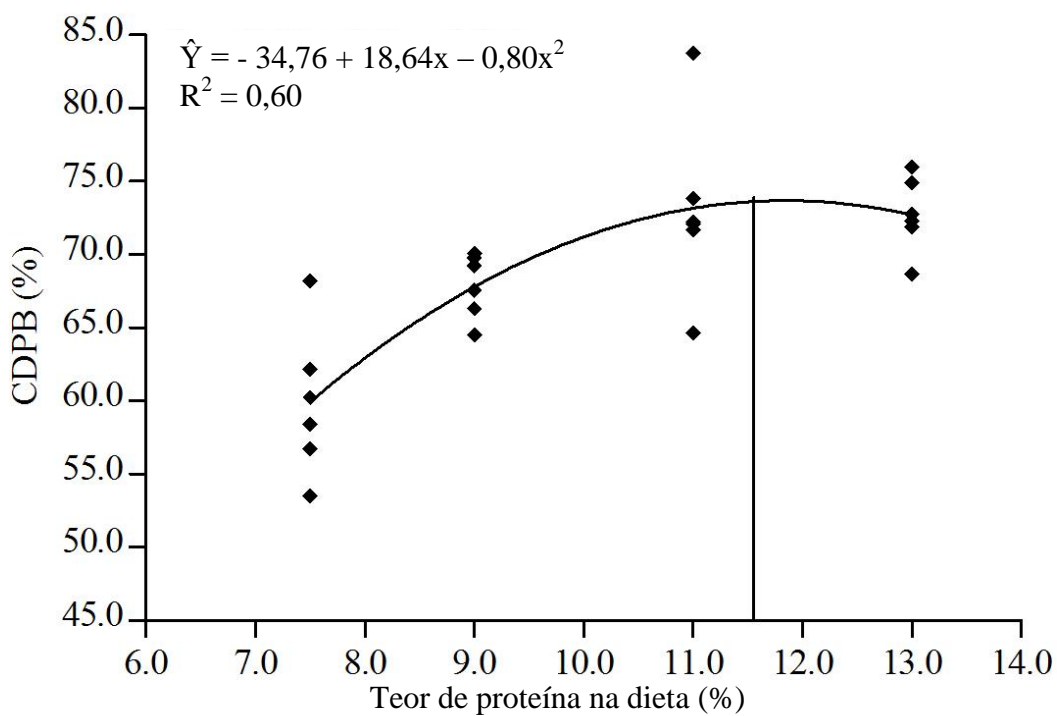


Figura 4. Equação de regressão do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB) em função do teor de proteína na dieta. Estimativa de máxima digestibilidade de 77,1% ao teor de 11,6% PB na dieta pela derivação da equação

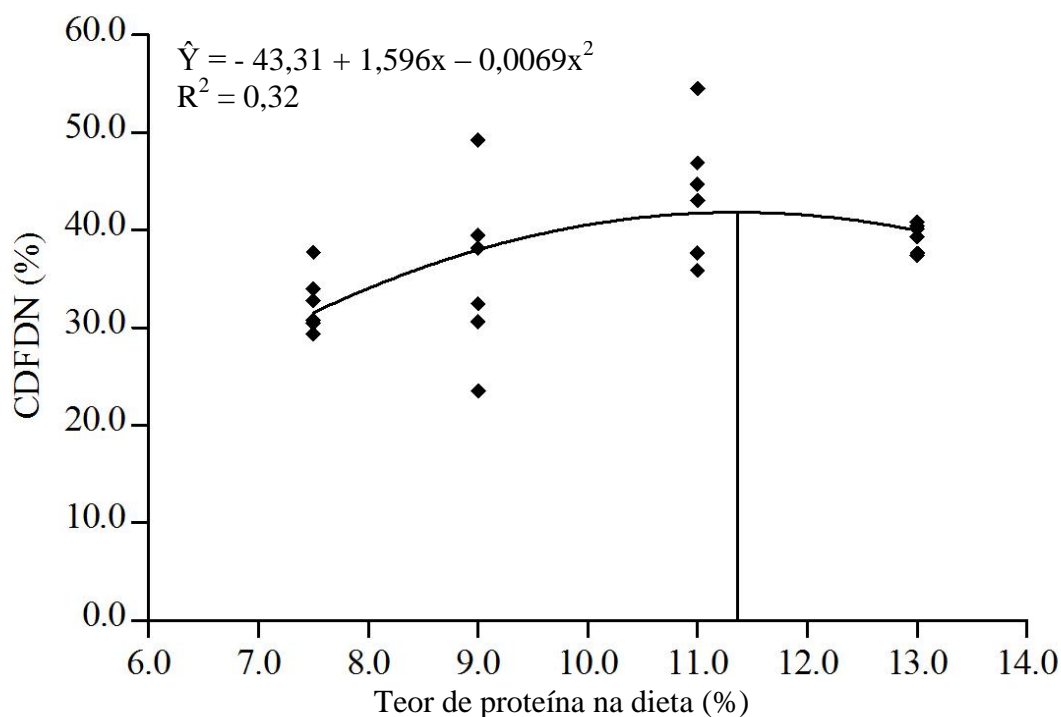


Figura 5. Equação de regressão do coeficiente de digestibilidade aparente da FDN (CDFDN) em função do teor de proteína na dieta. Estimativa de máxima digestibilidade de 45,4% ao teor de 11,4% PB na dieta pela derivação da equação

3.3 Nutrientes Digestíveis

Foram observadas respostas lineares dos valores de consumo de matéria seca digestível ($P=0,016$) e da proteína digestível ($P<0,001$) em função do nível de proteína nas dietas (Figuras 6 e 7). Os valores de energia digestível não apresentaram diferenças em relação ao nível de proteína nas dietas. Resultado esperado, pois as dietas foram calculadas como isoenergéticas e de acordo com recomendação do NRC (2007) para equinos em trabalho intenso, de 26,6 Mcal ED/dia. Como esperado, os valores da relação PB/ED expressa em g/Mcal apresentaram resposta linear em função do nível de proteína nas dietas ($P<0,001$) e equação $\hat{Y} = 7,45 + 26,46x$ ($r^2=0,93$). Os valores da relação ED/PV (kcal/kg) não apresentaram diferenças em relação aos níveis de proteína nas dietas (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios de consumo de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED), relação entre o consumo de proteína bruta e energia digestível e energia digestível em relação ao peso vivo em equinos.

Consumo	Teor de proteína na dieta (%)				EPM	P valor*
	7,5	9,0	11,0	13,0		
MSD (kg/dia)	3,9±0,02	4,2±0,06	4,6±0,03	4,4±0,04	0,05	0,0164
PD (g/dia)	448,6±69,9	600,9±73,5	753,3±68,8	876,8±89,8	17,94	<0,0001
ED (Mcal/dia)	27,6±2,8	28,1±3,3	29,0±3,4	29,3±2,3	0,28	0,1320
PB/ED (g/Mcal)	27,4±1,2	31,6±2,2	35,8±1,0	41,2±1,5	0,55	<0,0001
ED/PV (kcal/kg)	56,5±0,5	58,4±0,4	59,4±0,6	59,5±0,1	0,48	0,1200

EMP – Erro médio padrão.

*Regressão linear em função do teor de proteína bruta nas dietas.

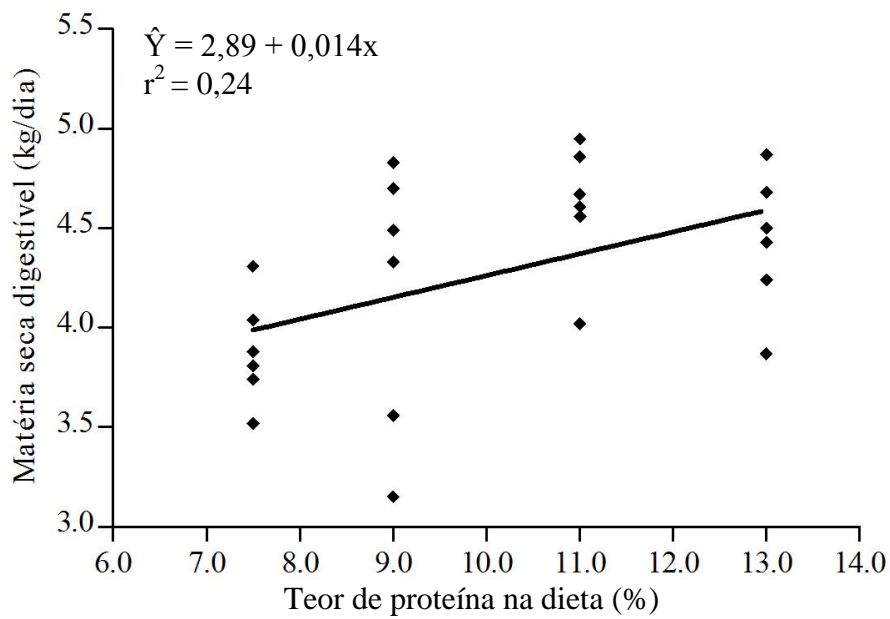


Figura 6. Equação de regressão do consumo de matéria seca digestível (MSD) em função do teor de proteína na dieta

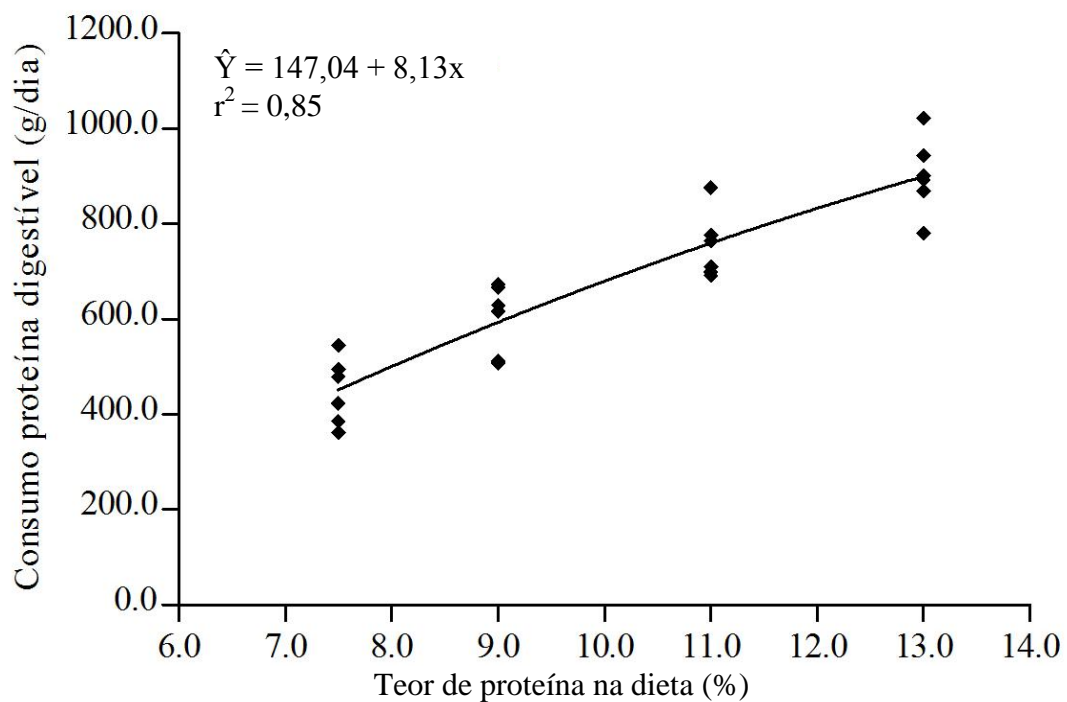


Figura 7. Equação de regressão do consumo de proteína digestível (PD) em função do teor de proteína na dieta

3.4 Balanço Hídrico

Não foram observadas diferenças entre os valores de consumo de água em função do teor de proteína nas dietas. Não foram observadas diferenças significativas entre os valores de consumo total de água (L/dia) em função do nível de proteína nas dietas (Tabela 7). Em relação à excreção de água, os valores de excreção urinária apresentaram resposta linear crescente (Figura 8), em função do teor de proteína nas dietas.

Não foram observadas diferenças para os valores de excreção fecal de água L/dia ou do balanço hídrico em função do teor de proteína nas dietas. Ainda, não foram observadas diferenças significativas na excreção total de água e no balanço hídrico em função das dietas.

Tabela 7. Valores médios de consumo de água, excreção de água urinária, excreção de água nas fezes, excreção total de água e balanço hídrico em equinos consumindo dietas com diferentes teores de proteína bruta

Água	Teor de proteína na dieta (%)				EMP	P valor*
	7,5	9,0	11,0	13,0		
Consumo de água (L/kg MS)	2,6±0,9	3,1±0,3	2,9±0,6	3,3±0,5	0,25	0,0630
Consumo total de água (L/dia)	24,9±1,1	23,8±3,3	22,9±1,8	27,1±2,1	0,25	0,0704
Excreção urinária de água (L/dia)	6,3±2,2	6,9±1,0	7,6±3,3	10,6±2,3	0,26	0,0198
Excreção fecal de água (L/dia)	9,1±1,2	8,2±2,3	7,9±3,0	8,4±0,6	0,17	0,2707
Excreção total de água (L/dia)	15,4±1,8	15,1±1,9	15,5±4,5	19,0±1,9	0,29	0,0872
Balanço hídrico (L/dia)	9,5±1,5	8,6±4,3	7,4±4,0	8,1±0,4	0,27	0,1946

EMP – Erro médio padrão.

*Regressão linear em função do teor de proteína bruta nas dietas.

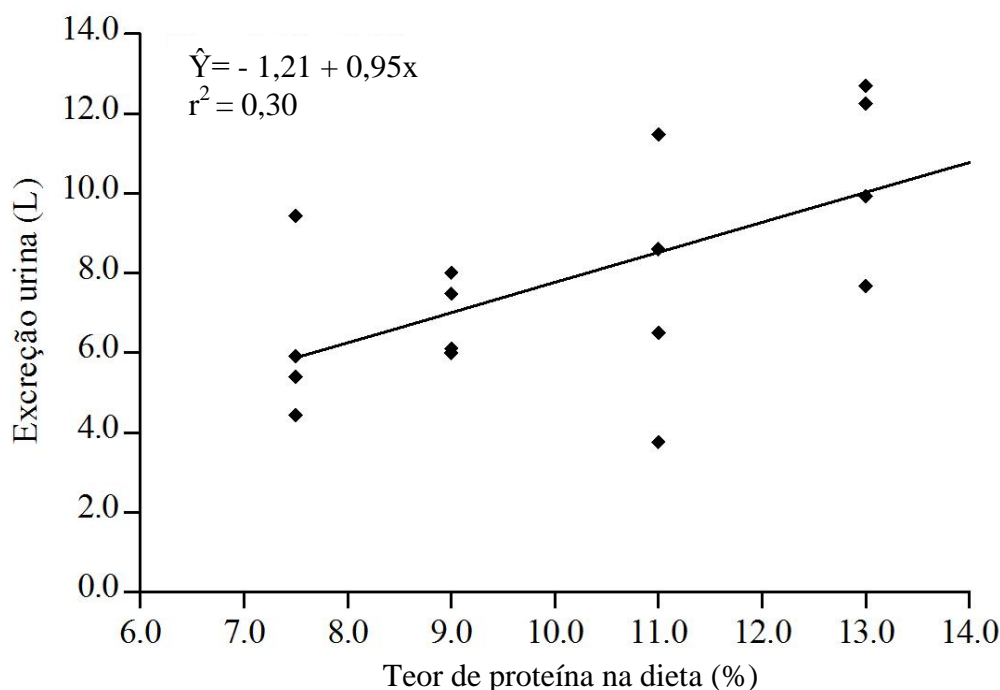


Figura 8. Equação de regressão da excreção urinária (L/dia) em função do teor de proteína na dieta

3.5 Balanço de Nitrogênio

Os valores médios de consumo de nitrogênio, N absorvido e N urinário apresentaram respostas significativas em função dos teores de proteína das dietas (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios de nitrogênio (N) consumido, fecal, absorvido, urinário e retido em equinos consumindo dietas com diferentes teores de proteína

Nitrogênio	Teor de proteína na dieta (%)				EMP	P valor*
	7,5	9,0	11,0	13,0		
N consumido (g/dia)	119,35±2,4	142,11±13,5	171,65±23,2	204,12±19,9	30,00	0,0000
N fecal (g/dia)	50,17±5,6	51,98±5,8	55,90±14,5	62,54±8,1	4,14	0,0770
N absorvido (g/dia)	69,18±5,5	90,13±10,8	115,75±13,7	141,58±12,7	26,13	0,0000
N urina (g/dia)	62,30±5,6	85,08±7,6	108,25±14,2	131,03±8,1	31,29	0,0000
N retido (g/dia)	6,87±2,1	5,05±3,3	7,50±2,6	10,55±8,2	3,08	0,1988
N retido (%consumido)	5,73±1,6	3,55±1,9	4,44±1,6	4,93±3,6	2,51	0,1490
N retido (%absorvido)	9,84±3,2	5,60±2,7	6,58±2,4	7,10±5,2	4,72	0,1194

EMP – Erro médio padrão.

*Regressão linear em função do teor de proteína bruta nas dietas.

Foi observada resposta linear crescente ($P < 0,001$) no consumo de nitrogênio, no N absorvido ($P < 0,001$) e na excreção urinária de nitrogênio ($P < 0,001$) em função do nível de proteína nas dietas (Figuras 9 e 10).

Não foram observadas efeitos nos valores de N fecal em função do teor de proteína nas dietas, com valor médio de excreção diária de nitrogênio fecal de 55,15 g N/dia.

Os valores de N retido não apresentaram efeitos em função do teor de proteína das dietas, entretanto foram mais elevados nos equinos que consumiram a dieta com maior teor de proteína (13% PB) equivalente ao consumo de 204 g N/dia. As respostas de N retido expresso em relação ao percentual de N consumido e N absorvido também não apresentaram efeitos em função das dietas, mas os valores mais elevados foram apresentados pelos equinos que consumiram a dieta com menor teor de proteína (7,5% PB) equivalente ao consumo de 119 g N/dia ou 1,6 g PB/kg PV.

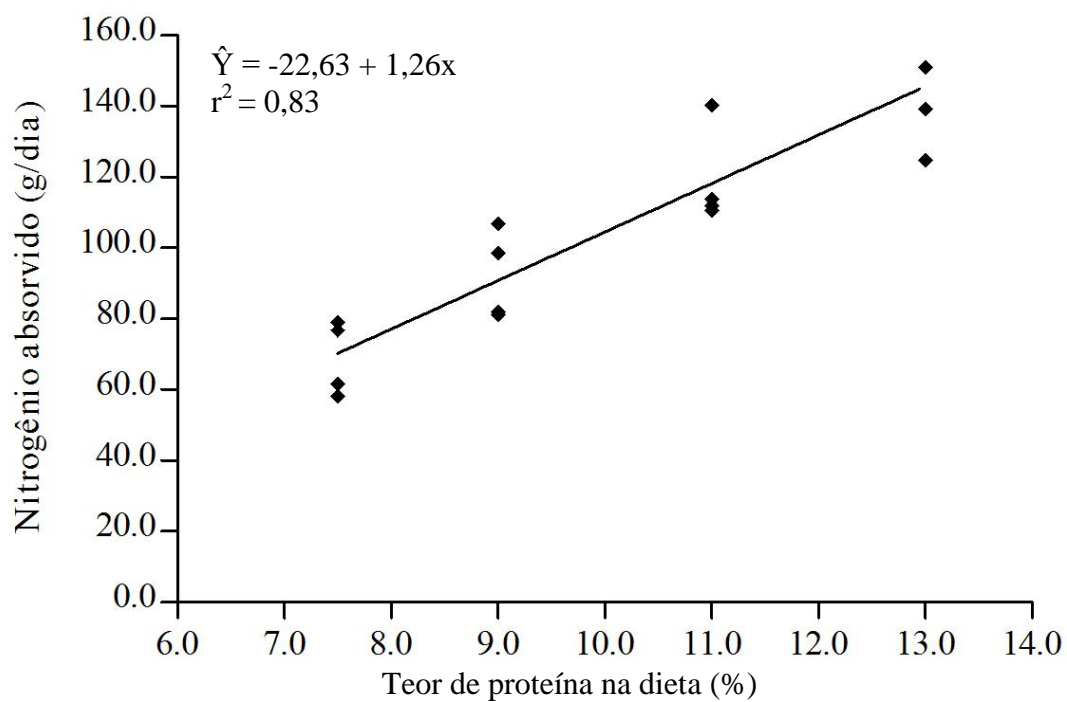


Figura 9. Equação de regressão do nitrogênio absorvido (g/dia) em função do teor de proteína na dieta

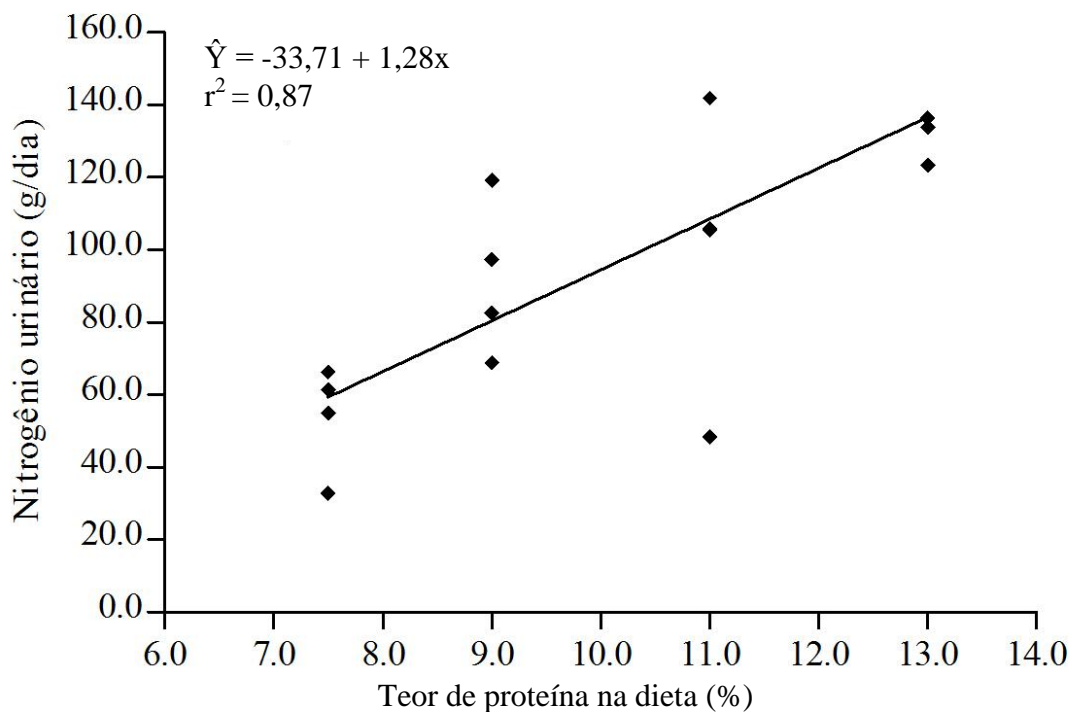


Figura 10. Equação de regressão do nitrogênio urinário (g/dia) em função do teor de proteína na dieta

4 DISCUSSÃO

Os equinos não tiveram variação de peso vivo durante o ensaio de digestão. Os valores de consumo diário de MS observados no presente estudo estão de acordo com NRC (2007), que relata consumo de MS entre 1,5 e 2,0% do PV em equinos adultos consumindo dietas mistas. O consumo médio de MS foi estimado em 1,6% do PV em equinos adultos em atividade física moderada, consumindo dietas mistas com a adição de 8,5% de óleo (GODOI et al., 2009). Valores de consumo de MS foram relatados em 1,6 a 1,8% do PV em equinos em atividade física leve (MILLER & LAWRENCE, 1988) e 1,4 a 1,7% do PV (GRAHAM-THIERS & BOWEN, 2011a) em equinos em atividade física moderada. Os valores de consumo observados pelos autores supracitados, são semelhantes às observações do presente estudo, onde a dieta foi oferecida no volume de 1,8% do PV, mas os animais ajustaram o consumo entre 1,6 e 1,7% do PV.

Em relação ao consumo de proteína, o NRC (2007) recomenda para equinos com peso vivo médio de 488 kg, o consumo de 682,2; 749,5 e 841,3 g PB/dia ou 109,2, 119,9 e 134,6 g N/dia, para equinos em atividade leve, moderada e intensa, respectivamente. Equinos adultos em atividade física intensa tem exigência de 1,7 g PB/kg PV (NRC, 2007). No presente estudo, os equinos consumiram 1,6; 1,8; 2,1 e 2,5 g PB/kg PV nas dietas I, II, III e IV, respectivamente. Segundo Freeman et al. (1988), equinos em atividade física apresentam elevada exigência de PB mesmo quando a carga de atividade física é diminuída ou o treinamento é descontinuado, o que mantém elevada a necessidade de aporte proteico proveniente da dieta, afim de manter a massa muscular obtida no período do condicionamento físico.

Em estudos de digestão em equinos, valores elevados de CDMS foram observados por Goachet et al. (2010) em equinos adultos em atividade física intensa consumindo 1,7% PV de MS e dieta com relação 70:30 (volumoso:concentrado). Os autores observaram valores de digestibilidade de matéria seca de 67,4 e 69,2%. De acordo com Goachet et al. (2009 e 2010), a atividade física aumenta a digestibilidade da MS, MO e FDN. Este aumento na digestibilidade dos nutrientes em equinos em atividade física já foi relatado em estudos anteriores (ORTON et al., 1985).

Os valores do coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica observados no presente estudo foram de 48,2; 51,4; 56,1 e 51,8%, menores do que valores observados por Karlsson et al. (2000), de 60,0% e, dos valores de 63,5 e 65,8% relatados por Goachet et al. (2010), avaliando a digestibilidade da MO em equinos em atividade física. Entretanto, no estudo atual, demonstraram que o nível de proteína da dieta influencia o coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica, apresentando resposta máxima estimada da CDMO de 55,6% na dieta com 10,9% de PB.

Goachet et al. (2010) avaliando dieta com relação volumoso e concentrado de 80:20 e 11% de PB em equinos em atividade física observaram digestibilidade de FDN de 51,3 e 52,5%. Godoi et al. (2009) relataram valor médio da digestibilidade do FDN de 48,8% em equinos em atividade física moderada, consumindo dietas com adição de óleo e 13% de PB. No presente estudo, foi observado efeito do nível de proteína da dieta na digestibilidade do FDN e FDA, com maiores valores de digestibilidade da FDN, de 43,8% e, da FDA em 32,3%, com resposta máxima esperada do CDFDN no nível de 11,4% de PB na dieta. Estes resultados podem estar relacionados a um efeito positivo da quantidade de proteína que chega no ceco e cólon (JULLIAND et al., 1993).

Os coeficientes de digestibilidade de MS, MO e FDN observados nos equinos no presente estudo foram mais baixos do que os coeficientes de digestibilidade MS, MO e FDN relatados por Goachet et al. (2009 e 2010), possivelmente em razão da baixa qualidade do alimento volumoso utilizado, o que provavelmente também está relacionado aos valores mais

baixos de digestibilidade da MS e da MO. A baixa qualidade dos alimentos volumosos, principalmente dos fenos de gramíneas, é uma realidade na região Sudeste do Brasil, onde foi executado o experimento e relacionada com a época do ano, com período de seca.

Semelhante à resposta observada no presente estudo em relação ao CDPB, de aumento da digestibilidade da proteína em função da inclusão crescente de PB nas dietas dos equinos, resultados foram reportados por Pereira et al. (1989) e Almeida et al. (1998). Segundo Graham-Thiers & Bowen (2011a) os equinos respondem sensivelmente com aumento da digestibilidade da proteína com aumento do teor de proteína da dieta. As observações dos efeitos dos teores crescentes de PB na dieta no aumento da digestibilidade da matéria seca digestível, proteína digestível e na relação PB:ED, também foram relatados por Karlsson et al. (2000) e Godoi et al. (2009) em equinos em atividade física.

Valores elevados de CDPB de 72,0 e 76,0% foram observados por Karlsson et al. (2000) em equinos em exercício leve consumindo 12% de PB. Ainda, equinos em atividade moderada consumindo dieta com 13% de PB apresentaram CDPB de 80,3% (GODOI et al., 2009).

Uma estratégia nutricional que pode ser benéfica para os equinos atletas é a redução no consumo de MS, através da substituição dos carboidratos não-fibrosos do alimento concentrado por lipídeos, pois de forma é possível reduzir o peso do trato digestório e os riscos de cólicas ou diarreias por sobrecarga de amido, contribuindo positivamente no desempenho dos animais (POTTER et al., 1992; GODOI et al., 2009). De acordo com Sales & Homolka (2010), utilizando a meta-análise em ensaios de digestão com equinos que consumiram dietas com adição de óleo, observaram que o óleo não teve efeito significativo sob o coeficiente de digestibilidade da proteína, indicando que os coeficientes de digestibilidade da proteína e da energia das dietas não são influenciados por efeitos associativos. Pode-se assim dizer que as respostas dos CDPB obtidas no presente estudo estão somente relacionadas à qualidade dos alimentos e a quantidade de proteína consumida pelos equinos em atividade física.

Os valores observados de CDEE no presente estudo indicam alta digestibilidade aparente do extrato etéreo nas dietas com diferentes teores de proteína bruta, o que confirma a elevada digestibilidade aparente do extrato etéreo quando óleo é adicionado à dietas de equinos (POTTER et al., 1992; KRONFELD et al., 2004).

O consumo de água está relacionado com a temperatura ambiente, o consumo de matéria seca e com a composição da dieta (CYMBALUK, 1989). O NRC (2007) recomenda o consumo de 2 a 3 L de água/kg MS para equinos alimentados com dietas mistas e compostas por feno e concentrado. Os valores de consumo de água observados no presente estudo não foram influenciados pela proteína dietética e estão dentro das recomendações do NRC (2007), de 2,9 L de água/kg MS. Durante o período do ensaio de digestão a temperatura ambiente variou entre 18 e 25 °C.

Os valores de excreção fecal de água observados foram constantes em todas as dietas, em média de 8,4 L/dia, valor semelhante foi relatado por Fannesbeck (1968), que observou excreção fecal de água de 8,8 L/dia em equinos consumindo dietas mistas de feno e concentrado. O conteúdo fecal de água tem correlação positiva com a quantidade de matéria seca e com a quantidade de alimento volumoso consumido (CYMBALUK, 1989; OLIVEIRA et al., 2003). No presente estudo, o fornecimento controlado de matéria seca na dieta e o tipo de volumoso podem explicar não ter sido observada diferença na excreção fecal de água.

Uma das funções da proteína dietética nos equinos é o fornecimento de nitrogênio para as bactérias do ceco-cólon contribuindo na síntese de proteína microbiana, desta maneira um maior aporte de proteína no ceco-cólon pode atuar positivamente na população bacteriana, beneficiando a digestão da fibra (JULLIAND et al., 1993). Entretanto, o excesso de proteína no intestino grosso pode aumentar a produção de amônia excedendo a capacidade de

utilização pelos microrganismos e com isso elevar a concentração de amônia sanguínea e, conseqüentemente, a uréia plasmática (FRAPE, 2010), o que é indesejado nos equinos atletas. Os níveis plasmáticos de amônia são regulados pelo metabolismo hepático, com a conversão deste metabólito em uréia e excreção através da urina, resultando em aumento da excreção de urinária e do consumo de água (CYMBALUK, 1989).

Constata-se pelos valores de excreção de água e de nitrogênio pelas vias urinária e fecal no balanço hídrico e do balanço de nitrogênio do presente estudo que a principal via de excreção do excesso de nitrogênio consumido pelos equinos é a urina. Neste contexto, podemos ressaltar os cuidados que devem ser tomados com os equinos que são criados em sistema de confinamento em baias, no qual, a frequência da troca da cama deve ser feita de maneira que o excesso de uréia excretada na urina, não se torne um problema na saúde do animal, com o aparecimento de dermatites ou alergias respiratórias.

O excesso de proteína na dieta de equinos, pode ser caro, não apenas na inclusão de alimentos ou suplementos proteicos, mas também no aumento da frequência de reposição da cama e no custo com tratamentos veterinários de doenças relacionadas a elevada excreção de uréia no ambiente. Ainda, em equinos atletas, os cuidados com a hidratação e excesso de uréia sanguínea devem ser observados com cuidado, evitando problemas metabólicos que possam prejudicar a saúde e o desempenho dos animais.

Respostas semelhantes às observadas no presente estudo em relação à excreção urinária de uréia, de aumento da excreção de urina relacionada à teores crescentes de inclusão de proteína na dieta de equinos foram observadas por Freeman et al. (1988), Almeida et al. (1997), Antilley et al. (2007) e Graham-Thiers & Bowen (2011c).

Valores semelhantes à excreção de nitrogênio urinário observado no presente estudo, dos equinos, de 91 a 108 g N/dia, foram verificados por Graham-Thiers & Bowen (2011a) em equinos em condições similares de treinamento e peso vivo, consumindo 138 g N/dia e excretando diariamente 89 g N na urina.

Tanto no presente estudo, como em outros estudos de balanço de nitrogênio em equinos consumindo dietas mistas com teores crescentes de proteína, as quantidades de nitrogênio excretada nas fezes foram constantes nos equinos avaliados, de 33,8 g N/dia (ALMEIDA et al., 1997) e 55,8 g N/dia (GRAHAM-THIERS & BOWEN, 2011c), não sendo influenciada pelos teores de proteína das dietas. De acordo com Graham-Thiers & Bowen (2011b), a excreção fecal de nitrogênio não é influenciada pelo tempo de treinamento físico ao qual os equinos são submetidos ou em função do consumo de proteína na dieta.

Os animais que consumiram a dieta com baixa proteína (7,5% PB) consumiram 1,6 g PB/kg PV ou 119 g N/kg PV, quantidade de nitrogênio 11% abaixo das exigências de 135 g N/dia para equinos em atividade física intensa (NRC, 2007). Mesmo assim, os animais apresentaram balanço de nitrogênio positivo, sem alterações clínicas ou perda de peso durante o período do ensaio experimental.

Estes resultados sinalizam que a exigência de consumo de Nitrogênio destes animais seria mais baixa do que a estabelecida no cálculo das dietas do presente estudo e, estaria mais próxima dos valores de exigência de consumo de nitrogênio de 120 g N/dia, sugerido pelo NRC (2007) para equinos em atividade moderada, com 488 kg PV. A partir destas observações, pode-se sugerir que os animais que consumiram 1,8; 2,1 e 2,5 g PB/kg PV, consumiram nitrogênio acima das exigências para a categoria.

Na avaliação do balanço de N em equinos em treinamento, Graham-Thiers & Bowen (2011c) verificaram, através de análises de regressão, que para a eficiente retenção de N em equinos com 500 kg PV em exercício moderado, o consumo de nitrogênio deve ser de aproximadamente 130,5 g N/dia ou 1,6 g PB/kg PV. Estes resultados são semelhantes no presente estudo aos observados nos equinos consumindo 119 g N/dia ou 1,6 g PB/dia na dieta com baixa proteína (7,5% PB).

No entanto, apesar de os equinos que consumiram 1,6 g PB/kg PV terem apresentado uma eficiência na retenção de nitrogênio de 6,9 g N/dia, os animais que tiveram a maior eficiência na retenção de nitrogênio foram os que consumiram 171 g N/dia ou 2,1 g PB/kg PV e os que consumiram 204 g N/dia ou 2,5 g PB/kg PV, com N retido de 7,5 e 10,6 g N/dia, respectivamente. Estas observações são semelhantes as observadas por Wickens et al. (2003), que concluíram que a exigência para a máxima retenção de nitrogênio de equinos em atividade física intensa é de 162 g N/dia ou 1,9 g PB/kg PV. No estudo atual, estes valores são mais próximos às observações dos equinos que consumiram 171 g N/dia, com eficiência na retenção de nitrogênio de 7,5 g N/dia, sugerindo que os animais do presente estudo foram adequadamente classificados na categoria de exigência para atividade física intensa segundo o NRC (2007).

Os animais que consumiram 204 g N/dia ou 2,5 g PB/kg PV na dieta com alta proteína (13% PB) apresentaram eficiência na retenção de nitrogênio de 10,5 g N/dia, mais alta do que a retenção de N dos animais que consumiram 119; 142 e 171 g N/dia. Os valores de N retido em relação ao N consumido foram semelhantes nos animais em todas as dietas, com valor médio de 4,6 g N/dia, entretanto, o valor médio do N retido em relação ao N absorvido foi de 9,8 g N/dia, mais elevado nos equinos que consumiram a dieta com baixa proteína.

Mesmo com a elevada retenção de nitrogênio nos equinos que consumiram a dieta de alta proteína e também, com a retenção positiva nos animais que consumiram as outras dietas, sem significativas alterações do peso vivo, não é possível concluir que a retenção de N tenha sido utilizada na formação de massa muscular. Observação semelhante foi relatada por Graham-Thiers & Bowen (2011b) com equinos em treinamento físico moderado.

Considerando as variáveis do balanço de nitrogênio e relacionando estas observações com as questões práticas da excreção de urina e nitrogênio urinário, os animais que consumiram 171 g N/dia, apresentaram valor elevado de N absorvido (7,5 g N/dia), quantidade intermediária de excreção de nitrogênio pela urina de 108,25 g N/dia, quando comparados aos equinos que consumiram a dieta com mais baixa proteína (com excreção de N 30% mais baixa) e mais alta proteína (com excreção de N 18% mais alta). Além disso, a eficiência de retenção de N em relação ao nitrogênio consumido foi semelhante nos equinos em todos os grupos experimentais e, a eficiência de retenção de N em relação ao nitrogênio absorvido dos animais que consumiram 171 g N/dia de 6,6 g N/dia, teve valor muito próximo à dos animais que consumiram as dietas com baixa (9,8 g N/dia) e alta proteína (7,1 g N/dia).

É importante ressaltar, que a dieta consumida por este grupo de animais (11% PB) foi a que apresentou o maior coeficiente de digestibilidade da proteína de 73,1%, da FDN de 43,8% e da matéria orgânica de 56,1%, além da relação PB/ED de 35,8 g/Mcal. Em relação ao consumo e digestibilidade da proteína, os valores de proteína digestível dos equinos que consumiram as dietas com mais baixa (7,5% PB) e mais alta proteína (13% PB) foram de 449 e 877 g PB/dia, enquanto que, a quantidade de proteína digestível dos animais que consumiram a dieta com 11% PB foi de 753 g PB/dia, quantidade 63% mais alta do que a dieta com 7,5% de PB e 32% mais baixa do que a dieta com 13% de PB.

O NRC (2007) apresenta as exigências de proteína dos equinos em g de proteína bruta por dia e não como proteína digestível, no grupo dos animais, com 489 kg de PV, que consumiram a dieta com 11% PB, a exigência em PB para a categoria de atividade física moderada seria de 843 g PB/dia, este dado não informa a real necessidade de proteína por dia. Com os resultados observados, sugere-se que a exigência de proteína digestível dos animais do presente estudo é próxima ao valor de 753 g PD/dia, sendo este dado mais aplicável na formulação de dietas mais específicas e eficientes para equinos em atividade de CCE.

Desta forma, pode-se sugerir que os equinos em programa de treinamento de concurso completo de equitação que consumiram 171 g N/dia ou 2,1 g PB/kg PV e proteína digestível

de 753 g/dia, apresentaram balanço de nitrogênio mais equilibrado, considerando as exigências da atividade, os custos de manejo com a cama e os riscos de problemas de saúde.

5 CONCLUSÕES

O consumo de alimento e de água dos equinos, não foi influenciado pela proteína dietética, com média de consumo de matéria seca de 1,7% do PV e 2,9 L água/dia.

A digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, FDN e FDA foram influenciadas pelos teores de proteína das dietas. Com respostas de máxima digestibilidade das variáveis estimadas aos teores de proteína bruta de 10,9% para a MS e MO, 11,6% para a PB e de 11,4% para a FDN, valores próximos do teor de 11% de PB na dieta.

O balanço de nitrogênio é alterado pelo teor de proteína da dieta de equinos. A principal via de excreção do excesso de proteína ou nitrogênio na dieta em equinos é a urinária.

Os equinos que consumiram 171 g N/dia ou 2,1 g PB/kg PV e 753 g PD/dia, foram os animais que tiveram o balanço de nitrogênio mais equilibrado, considerando as exigências de nitrogênio, a excreção urinária de água e nitrogênio e, a eficiência na retenção de N em relação ao nitrogênio absorvido.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. Q.; FILHO, S. C. V.; CECON, P. R.; LEÃO, M. I.; DONZELE, J. L.; SILVA, J. F. C.; QUEIROZ, A. C. Compostos nitrogenados endógenos pré-cecal, pós-ileal, fecal e urinário em equino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.3, p.538-545, 1997.
- ALMEIDA, F. Q.; FILHO, S. C. V.; QUEIROZ, A. C.; LEÃO, A. I.; SILVA, J. F. C.; CECON, P.R. Digestibilidade aparente e verdadeira pré-cecal e total da proteína em dietas com diferentes níveis protéicos em equino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.521-529, 1998.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15. Ed. Washington D.C., 1990. 1141p.
- ANTILLEY, T. J.; POTTER, G. D.; GIBBS, P. G.; SCOTT, B. D.; CLABORN, L. D. Evaluating the technique of using nitrogen retention as a response criterion for amino acid studies in the horse. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 27, n.12, p.525-530, 2007.
- BERGERO, D.; ASSENZA, A.; SCHIAVONE, A.; PICCIONE, G.; PEROAN, G.; CAOLA, G. Amino acid concentrations in blood serum of horses performing long lasting low-intensity exercise. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.89, p.146-150, 2005.
- BRÊTAS, A. A.; ALMEIDA, F. Q.; VIEIRA, A. A.; ALMEIDA, M. I. V.; PIMENTEL, R. R. M.; SILVA, V. P.; SANTOS, T. M.; GODOI, F. N.; GALZERANO, L. Balanço hídrico e de nitrogênio em equinos alimentados com feno de alfafa, feno de tifton-85 e concentrado. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.14, n. 3, p. 150-154, 2007.
- CHURCH, D.C. Digestive physiology and nutrition of ruminates. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **Digestive Physiology**. 3ed. Corvallis: Oxford Press, 1979, 350p.
- COCHRAN, R. C.; ADAMS, D. C.; WALLACE, J. D.; GALYEAN, M. L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**. v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- CYMBALUK, N.F. Water balance of horses fed various diets. **Equine Practice**, v.11, n.1, p.19-24, 1989.
- DROGOUL, C.; FOMBELLE, A.; JULLIAND, V. Feeding and microbial disorders in horses: 2, Effect of three hay:grain ratios on digesta passage rate and digestibility in ponies. **Journal of Equine Veterinary Science**. v.21, n.10, p.487-491, 2001.
- FONNESBECK, P. V. Digestion of soluble and fibrous carbohydrate of forage by horses. **Journal of Animal Science**, v.27, n.5, p.1336- 1344, 1968.
- FREEMAN, D. W.; POTTER, G. D.; SCHELLING, T. G.; KREIDER, J. L. Nitrogen metabolism in mature horses at varying levels of work. **Journal of Animal Science**, v.66, p.407-412, 1988.
- GIBBS, P. G.; POTTER, G. D. Concepts in protein digestion and amino acid requirements of young horses. **The Professional Animal Scientist**. v.18, n.4, p.295-301, 2002.
- GLADE, M. J. Nitrogen partitioning along the equine digestive tract. **Journal of Animal Science**. v.57, n.1, p.943-953, 1984.
- GOACHET, A. G.; VARLOUD, M.; PHILIPPEAU, C.; JULLIAND, V. Long-term effects of endurance training on total tract apparent digestibility, total mean retention time and faecal microbial ecosystem in competing Arabian horses. **Equine Veterinary Journal**, v.42, n.38, p.387-392, 2010.

- GOACHET, A. G.; PHILIPPEAU, C.; VARLOUD, M.; JULLIAND, V. Adaptations to standard approaches for measuring total tract apparent digestibility and gastro-intestinal retention time in horses in training. **Animal Feed Science and Technology**, v.152, n.1, p. 141-151, 2009.
- GODOI, F. N.; ALMEIDA, F. Q.; SALIBA, E. O. S.; VENTURA, H. T.; FRANÇA, A. B.; RODRIGUES, L. M. Consumo, cinética digestiva e digestibilidade de nutrientes em equinos atletas alimentados com dietas contendo óleo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1928-1937, 2009.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; BOWEN, L. K. Effect of protein source on nitrogen balance and plasma amino acids in exercising horses. **Journal of Animal Science**, v.89, n.3, p.729-735, 2011a.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; BOWEN, L. K. The Effect of conditioning on nitrogen balance in exercising horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.31, n.5, p.230-356, 2011b.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; BOWEN, L. K. Using urinary Urea-N as an assessment of protein requirements and protein quality in exercising horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.31, n.5, p.273-274, 2011c.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; KRONFELD, D. S. Dietary protein influences acid-base balance in sedentary horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.25, n.10, p.434-438, 2005.
- GROENENDYK, S.; ENGLISH, P. B. External balance of water and electrolytes in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v.20, n.3, p.189-193, 1988.
- HINTZ, F. H. Nutrition and equine performance. **The Journal of Nutrition**, v.124, p.2723-2729, 1994.
- KARLSSON, C. P.; LINDBERG, J. E.; RUNDGREN, M. Associative effects on total tract digestibility in horses fed different ratios on grass hay and whole oats. **Livestock Production Science**, v.65, n.1-2, p.143-153, 2000.
- KRONFELD, D. S.; HOLLAND, J. L.; RICH, G. A.; MEACHAM, T. N.; FONTENOT, J. P.; SKLAN, D. J.; HARRIS, P. A. Fat digestibility in Equus caballus follows increasing first-order kinetics. **Journal of Animal Science**, v.82, n.6, p.1773-1780, 2004.
- LONGLAND, A. C.; BARFOOT, C.; HARRIS, P. A. The apparent digestibility of hay and three concentrate feeds by exercised ponies. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.31, n.5, p.230-356, 2011.
- MALESKY, S. M.; HARRELSON, F.; RUSSELL, M.; DEATLEY, K.; CARTER, B.; LÖEST, C. A.; TURNER, J. L. Nitrogen retention and nutrient digestibility in geldings fed three concentrations of lysine. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.31, n.5, p.256-257, 2011.
- MILLER, P. A.; LAWRENCE, L. M. The effect of dietary protein level on exercising horses. **Journal of Animal Science**, v.66, n.9, p.2185-2192, 1988.
- MIRAGLIA, N.; BERGERO, D.; POLIDORI, M.; PEIRETTI, P. G.; LADETTO, G. The effects of a new fibre-rich concentrate on the digestibility of horse rations. **Livestock Science**, v.100, n.1, p.10-13, 2006.
- MIRAGLIA, N.; POLIDORI, M.; BERGERO, D.; MEINERI, G.; PEIRETTI, P. G. Apparent digestibility of a dietetic feed in equine nutrition. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.6, n.2, p.295-298, 2008.
- NAYLOR, J. M.; SPRYBERRY, K. A. Nutrition management in disease Nutrition

management in disease. In: **Current Therapy in Equine Medicine**. St. Louis, M.O, Saunders Elsevier, 736-741p, 1992.

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

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

ORTON, R. K.; HUME, I. D.; LENG, R. A. Effects of exercise and level of dietary protein on digestive function in horses. **Equine Veterinary Journal**, v.17, n.5, p. 386–390, 1985.

PAGAN, J, D, Protein requirements and digestibility: a review, In: PAGAN, J,D, (Ed.) **Advances in Equine Nutrition I**, Lexington: Kentucky Equine Research, 2000, p, 43-50,

PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; CARMO, M. B. Avaliação de métodos para determinação da digestibilidade aparente em equinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.3, p.382-390, 1995.

POTTER, G. D.; ARNOLD, F. F.; HOUSEHOLDER, D. D.; HANSEN, D. H.; BROWN, K. M. Digestion of starch in the small or large intestine of the equine. **Pferdeheilkunde**, v.1, n.4, p.107-111, 1992.

SAEG - **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. Versão 9,1: FUNARBE – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil, 2007.

SALES, J.; HOMOLKA, P. A meta-analysis of the effects of supplemental dietary fat on protein and fibre digestibility in the horse. **Livestock Science**, v.136, n.2-3, p.55-63, 2010.

SILVA, D. J. e QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos - Métodos Químicos e Biológicos**. Imprensa Universitária, 3.ed., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. 2002, 235p.

TASKER, J. B. Fluid and electrolyte studies in the horse II: Apparatus for the collection of total daily urine and faeces from horses. **Cornell Veterinarian**, v.56, n.1, p.189-197, 1966.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; McALLAN, A. B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, n.3, p.185-197, 1994.

VAN SOEST, P. J. The use of detergents in the analysis of fibrous feeds II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**. v. 46, p. 829–835, 1963.

WICKENS, C.L.; MOORE, J.; SHELLE, J.; SKELLY, C.; CLAYTON, H.M.; TROTTIER, N.L. Effect of exercise on dietary protein requirement of the arabian horse. In: **Proceedings...** 18th Eq. Nutr. Phys. Soc. Symp., East Lansing, MI. N.L. p.128, 2003.

CAPÍTULO II

TEORES DE PROTEÍNA DIETÉTICA E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E DE DESEMPENHO DE EQUINOS ATLETAS

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar as respostas fisiológicas de equinos submetidos a testes de esforço físico em esteira de alta velocidade e suas interações relacionadas à proteína dietética. Foram utilizados 24 equinos da raça Brasileira Hipismo, machos e fêmeas, idade entre oito e quinze anos, peso vivo (PV) entre 432 e 560 kg e escore corporal entre 5,0 e 5,5, em treinamento na modalidade de Concurso Completo de Equitação (CCE). O treinamento semanal consistiu, em média, de 30% ao passo, 30% ao trote, 10% a galope e 30% em saltos. O experimento foi montado em um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos, seis repetições e dois testes de esforço em esteira. As dietas forneceram 7,5; 9,0; 11,0 e 13,0% de proteína bruta (PB). Foram realizadas pesagens quinzenais, avaliação do escore corporal (EC) e estimada a espessura de gordura subcutânea com ultrassom. O teste consistiu em aquecimento ao passo e trote (6 minutos) e ao galope a partir de 6,0 m/s com incremento da velocidade a cada 1 minuto até atingir 10 m/s. Durante os testes foi mensurada a frequência cardíaca (FC). As amostras de sangue foram coletadas em jejum de 8 horas, antes, durante, ao final do teste e, aos 10, 30, 60 minutos, 12 e 24 horas após o teste, para análise do hemograma, lactato, uréia, ácido úrico, creatinina, glicose, hemogasometria e balanço ácido-base. As análises dos resultados foram realizadas em esquema de parcelas sub-divididas. Para as variáveis avaliadas em momentos diferentes durante os testes de esforço, a análise foi realizada em parcelas sub-sub-divididas. Quando houve efeito das dietas foi procedida a análise de regressão. Não foram observadas diferenças de PV e EC dos equinos. As variáveis V_{150} , V_{200} , VL_2 e VL_4 e lactato não foram influenciadas pelo treinamento ou pelos teores de proteína dietética. As concentrações de uréia durante e pós-exercício foram influenciadas pelos teores de proteína dietética. As concentrações de ácido úrico ao final dos testes foram influenciadas pela proteína dietética, entretanto, não houve diferença nesta variável no período de recuperação. As concentrações de creatinina, glicose, proteínas totais e o hematócrito, não foram influenciadas pelos teores de proteína dietética. O equilíbrio hidroeletrólítico não foi afetado. Em relação ao equilíbrio ácido-base, o pH sanguíneo não sofreu alterações, mas as concentrações de HCO_3 , no período de pré-prandial, foram influenciadas pela proteína dietética. Os teores de proteína nas dietas e as concentrações de uréia e ácido úrico não influenciaram as variáveis de desempenho dos equinos.

Palavras chave: Desempenho, equinos, lactato, pH, proteína, uréia

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the physiological responses of horses tested for physical effort in a high speed treadmill and their interactions related to dietary protein. Twenty four horses, Brazilian Sport Horses, males and females (8.0 to 15.0 yr; 488 ± 32 kg BW; body condition score (BCS) 5.0 to 5.5) training eventing modality were used in a randomized design with four levels of crude protein (CP) diets (7.5, 9.0, 11.0 and 13.0% CP), six repetitions and two effort tests. The weekly training consisted on average of: walk 30%, trot 30%, gallop 10% and jumps 30%. Every fortnight horses were weighed, measured body condition score (BCS) and estimated the thickness of subcutaneous fat with ultrasound. The treadmill test was: walk and trot warming up (6 minutes) and galloping from 6.0 m/s with increase in the speed every 1 minute to reach 10 m/s. During the tests was measured heart rate (HR). Blood samples were collected at 8 hours fasting, before the test, during the test, at the end of the treadmill test and at 10, 30, 60 minutes, 12 and 24 hours after the test for analysis of lactate, urea, uric acid, creatinine, glucose, hemogasometry and acid-base balance. Analyzes of the results were performed in split plot scheme. Variables evaluated at different times during the tests, the analysis were performed in sub-sub-divided scheme. Regression analysis were performed when diet had a significant effect ($P < 0.05$). There were no differences on BW, BCS and for V_{150} , V_{200} , VL_2 e VL_4 variables, nor blood lactate were affected by training or by dietary protein. The concentrations of urea during and after exercise were influenced by the dietary CP. The concentrations of uric acid at the end of exercise were influenced by the dietary CP, in the other hand, there were no uric acid difference during recovery. The concentrations of creatinine, glucose, total protein and hematocrit were not affected by the dietary CP. The electrolyte balance was not affected. Concerning of the acid-base balance, blood pH was not affected, but HCO_3 concentration, on pre-prandial period, were affected by the dietary CP. The CP levels evaluated in this study did not affect performance variables, acid-base and electrolyte balance for horses in intense activity. Urea and uric acid concentrations did not affect variables that could affect horse's performance.

Key words: Horses, lactate, performance, pH, protein, urea

1 INTRODUÇÃO

A avaliação do desempenho físico de equinos possibilita a identificação de animais que estão melhores treinados e mais capacitados ao esporte, assim como permite melhorar a eficiência do programa de treinamento. Para esta avaliação os equinos podem ser submetidos a testes padronizados, em esteira ergométrica ou a campo, quando se determina individualmente a relação entre a frequência cardíaca, a velocidade e a concentração do lactato sanguíneo. As respostas destas variáveis podem ser utilizadas para a comparação entre equinos, mas frequentemente são utilizadas para avaliar o progresso individual de cada animal no seu programa de treinamento (LINDNER, 2010).

A frequência cardíaca, apesar de ser influenciada por fatores externos, é muito utilizada como indicador de condicionamento físico, pois é facilmente aferida mesmo em testes a campo e fornece um índice direto da capacidade e função cardiovascular, que apresenta relação linear com a velocidade do exercício durante o galope (TRIKIL et al., 2002). Os sistemas cardiovascular e hematológico dos equinos integram-se de maneira coordenada durante o exercício físico e o grau das alterações destas variáveis está relacionado com a intensidade do exercício (TYLER-MCGOWAN et al., 1999).

Os exercícios induzem alterações em variáveis hematológicas e bioquímicas nos equinos (BALOGH et al., 2001). O sangue é formado por vários componentes (eritrócitos, leucócitos, proteínas plasmáticas, hormônios e enzimas) que tem papel fundamental no suporte do aumento do metabolismo durante o exercício, transportando oxigênio, água, eletrólitos, nutrientes e energia para o trabalho muscular. Também, o dióxido de carbono e outros metabólitos produzidos durante o exercício, são removidos dos músculos através da circulação, desta maneira, os componentes do sangue são importantes no tamponamento de alterações ácido-base associadas ao exercício (HINCHCLIFF, 2008). Segundo Johnson (1995), para uma completa definição das alterações no equilíbrio ácido-base de origem metabólica, torna-se necessária a mensuração das concentrações de Na^+ , Cl^- e proteínas totais, além da determinação da hemogasometria.

O aporte energético durante o exercício deriva da integração do metabolismo aeróbio, anaeróbio alático e láctico (BOFFI, 2007). A glicose é importante fonte de energia para a atividade muscular. Com o aumento da intensidade do exercício, grande parte da energia é gerada através da glicólise anaeróbia, com conseqüente produção de ácido láctico. Quanto maior a intensidade do exercício, maior a quantidade de lactato e íons hidrogênio (H^+) produzidos (EATON, 1994). O acúmulo de lactato no músculo, e concomitante acidose metabólica pode prejudicar a glicólise, a capacidade respiratória da mitocôndria, podendo causar perda de desempenho por fadiga muscular (HARRIS & HARRIS, 1998).

Além dos fatores de treinamento e ambientais que afetam o desempenho dos equinos, a alimentação também pode exercer influência nas distintas variáveis de desempenho. Um grande percentual dos equinos em atividades esportivas pelo mundo consome dietas com elevados níveis de proteína (GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2005). O efeito acidogênico produzido pelo exercício é influenciado pelos teores de proteína na dieta dos equinos e pode interferir de forma negativa no desempenho do equino atleta, tendo importância as concentrações sanguíneas de uréia, ácido úrico, pH e outros metabólitos (GRAHAM-THIERS et al., 2001).

O objetivo deste estudo foi avaliar as respostas fisiológicas ao exercício e suas interações relacionadas à alimentação de equinos consumindo dietas com teores crescentes de proteína.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento foi conduzido no Laboratório de Avaliação do Desempenho de Equinos (LADEq), na Escola de Equitação do Exército, Rio de Janeiro, RJ e no Laboratório de Pesquisas em Saúde Equina (EQUILAB) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ.

2.2 Animais e Treinamento

O experimento teve duração de 150 dias, no período de junho a novembro de 2010. Foram utilizados 24 equinos da raça Brasileira Hipismo, machos e fêmeas, com idade entre oito e quinze anos, peso vivo (PV) entre 432 e 560 kg e escore corporal entre 5,0 e 5,5, em atividade física diária de treinamento na modalidade de Concurso Completo de Equitação (CCE), do curso de instrutores e monitores da Escola de Equitação do Exército.

Os animais foram distribuídos em quatro grupos, com quatro machos e duas fêmeas em cada grupo. O sorteio dos animais foi realizado distribuindo em cada grupo animais com dois níveis de experiência: Nível 1 e 1 estrela. Previamente ao período experimental, todos os equinos foram submetidos à avaliação de higidez através de exame clínico e análise do hemograma e bioquímica sérica (uréia, creatinina, lactato desidrogenase, aspartato aminotransferase e creatinaquinase).

As fases e os protocolos de treinamento seguiram a rotina do curso de instrutores e monitores da Escola de Equitação do Exército na modalidade CCE, que tem duração de 10 meses, divididos em quatro períodos (ciclos): três ciclos de preparação física, com duração de três meses cada um e um período de aperfeiçoamento das habilidades desenvolvidas durante os três períodos de preparação física, correspondente ao último mês do treinamento. A cada ciclo a intensidade e o nível técnico do treinamento são aumentados.

O ensaio experimental foi iniciado no início do ciclo intermediário, sendo encerrado ao final do último ciclo de treinamento da disciplina de CCE do Curso de Instrutores da Escola de Equitação do Exército. Durante o treinamento os equinos realizaram atividades físicas seis dias por semana, com duração diária de 40 a 60 minutos em exercícios em pista de areia e grama. O trabalho semanal consistiu em média de 30% ao passo, 30% ao trote, 10% a galope e 30% em saltos. A cada quinze dias, foram realizados exercícios de galope intenso na pista de grama.

2.3 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas com quatro tratamentos (dietas), seis repetições (equinos) e dois testes de esforço físico em esteira de alta velocidade (T1- início do treinamento e T2 – final do treinamento).

O período de adaptação dos equinos às dietas foi de 21 dias. No 28º dia foi realizado o primeiro teste de velocidade incremental em esteira de alta velocidade e que foi repetido no 112º dia, ao final do período de treinamento dos equinos.

2.4 Dietas Experimentais

Os equinos foram alimentados com dietas contendo 7,5; 9,0; 11,0e 13,0% de proteína bruta, sendo denominadas como dietas I, II, III e IV. As dietas foram compostas por farelo de soja, aveia laminada, concentrado comercial, óleo de soja e feno de coast-cross na proporção concentrado:volumoso de 50:50. A relação PB/ED nas dietas I, II, III e IV foi de 26,8, 30,9, 35,1 e 37,6 g/Mcal, respectivamente. Na dieta I foi adicionado 0,15% de lisina, para que este não fosse um fator limitante no desempenho dos equinos. O concentrado foi oferecido três

vezes ao dia, às 4:00, 13:00 e 20:00h, e o volumoso duas vezes ao dia, às 11:00 e 16:00h. Quando algum equino viajava para competição, as dietas eram enviadas de forma organizada e separadas em refeições, para que a rotina de alimentação não fosse alterada.

2.5 Avaliação Corporal

Os animais foram pesados quinzenalmente durante os 150 dias do período experimental em balança mecânica para a avaliação do ganho ou perda de peso corporal em função das dietas experimentais e ajustes das dietas em função do peso vivo de cada equino. Após cada pesagem foi avaliado o escore corporal (EC), segundo metodologia desenvolvida por Henneke et al. (1983). Ainda para a avaliação do estado corporal, a cada 30 dias foi estimada a gordura subcutânea nos pontos: na região medial do pescoço, na região proximal do pescoço e na garupa, através de ultrassonografia em modo B, em aparelho portátil com transdutor linear de banda larga com frequência de 7 a 10 Mhz (Mindray DP20 Vet) (Figura 1). O teor de gordura corporal foi estimado em função da espessura de gordura subcutânea na garupa através da equação descrita por Westervelt et al. (1976): Teor de gordura corporal (%) = $8,64 + 4,70 x$, onde x é a espessura do tecido adiposo na garupa (GG), expressa em centímetros.

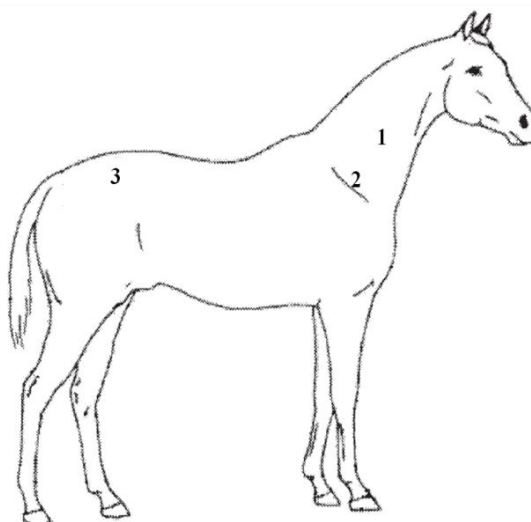


Figura 1. Pontos observados na ultrassonografia para avaliação espessura de gordura: 1 - gordura na região medial do pescoço (GMP), 2 - gordura na região proximal do pescoço (GPP) e 3 - gordura na garupa (GG)

2.6 Testes de Avaliação de Esforço Físico

Os testes de avaliação física dos equinos foram realizados em esteira ergométrica de alta velocidade Galloper 5500 (Sahinco Ltda). Os equinos foram submetidos a um período de adaptação ao exercício em esteira duas vezes por semana, durante 30 dias, consistindo desde o simples reconhecimento do animal à esteira até o galope confortável em velocidade, sendo o programa de adaptação modificado ou ajustado às peculiaridades de cada animal.

O protocolo do teste de esforço progressivo consistiu em aquecimento ao passo e ao trote por 6 minutos e ao galope a partir de 6,0 m/s com incremento da velocidade em 1 m/s a cada 1 minuto até 10 m/s (Tabela 1).

Tabela 1. Protocolo do teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade

Fase do teste	Velocidade (m/s)	Inclinação (graus)	Tempo (minutos)	Distância (m)	Andadura
1	1,7	0	2	240	Passo
2	4,0	4	4	960	Trote
3	6,0	4	1	360	Galope
4	7,0	4	1	420	Galope
5	8,0	4	1	480	Galope
6	9,0	4	1	540	Galope
7	10,0	4	1	600	Galope
Total	-	-	11	3400	-

*Adaptado de Rose & Hodgson (1994)

Para o teste em esteira de alta velocidade, foi colocada no tórax do animal, uma faixa com eletrôdos e o frequencímetro cardíaco (Polar Equine RS800[®]). A preparação dos animais para o teste na esteira constou de: 1) assepsia no local onde se situa anatomicamente a veia jugular direita do equino; 2) punção venosa e instalação de cateter e sistema extensor na veia jugular direita; 4) fixação do cateter na pele do animal, na região próximo à punção, com cola; 5) heparinização do sistema coletor de amostras com solução de cloreto de sódio a 0,9% e heparina sódica.

2.7 Análises Sanguíneas

Foram coletadas amostras sanguíneas nos animais no período basal (pré-prandial - jejum de 8 horas de concentrado e volumoso), antes do teste (período pós-prandial de 5 horas), ao final de cada velocidade (nos últimos 15 segundos), imediatamente após o teste e, aos 10 minutos, 30 minutos, 60 minutos, 12 horas e 24 horas após o teste de esforço físico. O sangue foi coletado por punção da veia jugular esquerda com agulha própria para coleta à vácuo em tubos siliconados contendo EDTA ou fluoreto de sódio ou sem anticoagulante, destinando-se a análise de hemograma, lactato e glicose e, enzimas musculares AST e CK, respectivamente.

O hemograma foi realizado em contador de células automático (ABX Micros ABC Vet - HORIBA[®]), sendo determinados: hematócrito (Ht) e determinação de proteínas séricas totais através de “kits” (Analisa Diagnóstica[®]) e espectrofotômetro clínico computadorizado (BTS 310 – Biosystems[®]). Os tubos contendo fluoreto de sódio e sem anticoagulante foram centrifugados a 3.000 rpm por 10 minutos para obtenção de plasma e soro, respectivamente, sendo então acondicionadas em tubos tipo *ependorf* e mantidas a -20°C para posterior análise. As concentrações de lactato plasmático e glicose plasmática foram realizadas por espectrofotômetro clínico computadorizado (BTS 310 – Biosystems[®]) através de “kits” reagentes para lactato (Katal[®] Lactato LOD-PAP) e para glicose (Labtest[®]). As concentrações séricas de uréia, ácido úrico, creatinina, AST, CK e LDH foram determinadas em espectrofotômetro com *kits* reagentes Biosystem[®].

As determinações de pH sanguíneo, pressão de CO₂ (pCO₂), pressão de O₂ (pO₂), concentração de O₂ [O₂], concentração de bicarbonato [HCO₃⁻], sódio (Na⁺), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺) e excesso de base (EB = o acúmulo sanguíneo de ácido/base não volátil, com excessão da [HCO₃⁻] e [hemoglobina]) foram realizadas imediatamente após a coleta sanguínea através de analisador de pH e gases sanguíneos (I-Stat – Roche[®]). As concentrações séricas do íon cloreto (Cl⁻) foram determinadas em espectrofotômetro com *kit* reagente Biosystem[®]. Estas avaliações foram realizadas nos animais em jejum uma hora

antes da primeira refeição no dia do teste e imediatamente após o último galope do teste. Os valores de cloreto foram determinados nas amostras plasmáticas em espectrofotômetro clínico computadorizado (BTS 310 – Biosystems®), através da utilização de “kit” reagente (Labtest®). O balanço iônico (diferença de íons fortes) foi estimado a partir da equação: $([Na^+] + [K^+]) - [Cl^-]$ e o *Anion gap* estimado a partir da equação: $([Na^+] + [K^+]) - ([Cl^-] + [HCO_3^-])$. As análises das concentrações sanguíneas de Na^+ , K^+ e Cl^- foram utilizadas na avaliação do equilíbrio hidroeletrolítico. As análises de pH, PCO_2 , HCO_3^- , total de CO_2 (TCO_2), excesso de base (EB) e *Anion gap*, foram utilizados na avaliação do equilíbrio ácido-base. As determinações das enzimas aspartato amino transferase (AST), creatina kinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) foram utilizadas na avaliação de possíveis alterações metabólicas e musculares.

2.8 Avaliação dos Parâmetros de Desempenho: Frequência Cardíaca e Lactato

As variáveis: V_{150} - velocidade na qual a FC alcança 150 bpm; e V_{200} - velocidade na qual a FC alcança 200 bpm foram estimadas através de regressão linear a partir dos valores de FC avaliada nos animais em galope a velocidade crescente, durante os testes de esforço em esteira de alta velocidade.

Os valores das variáveis VL_2 - velocidade em que a concentração de lactato é de 2 mmol/L e de VL_4 - velocidade em que a concentração de lactato é de 4 mmol/L, foram estimados através de regressão exponencial a partir dos valores da concentração plasmática do lactato em cada momento do teste de esforço.

2.9 Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas em esquema de parcelas sub-divididas sendo os tratamentos (dietas) nas parcelas e os testes (1 e 2) nas sub-parcelas. Quando houve interação entre testes e dietas, as análises foram realizadas separadamente: Efeito das dietas, procedida a análise de regressão; efeito dos testes, procedida a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As respostas das variáveis V_{150} , V_{200} , VL_2 e VL_4 que foram submetidas à análise de regressão em função das dietas. As análises foram procedidas no programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG.

Para as variáveis avaliadas em momentos diferentes durante os testes de esforço, a análise foi realizada em parcelas sub-sub-divididas, sendo os tratamentos (dietas) nas parcelas, os testes (1 e 2) nas sub-parcelas e os momentos (antes e ao final do teste ou nos momentos de recuperação após o testes) nas sub-sub-parcelas. Quando houve interação entre momentos, testes ou dietas, as análises foram feitas separadamente: Efeito das dietas, procedida a análise de regressão; efeito dos testes, procedida a análise de variância; efeito do tempo, procedida a análise de variância e as médias comparadas pelo teste F, a 5% de probabilidade. Os resultados do balanço cátion aniôn e das variáveis de hemogasometria: pH sanguíneo, pCO_2 , pO_2 , $[HCO_3^-]$, $[O_2]$, TCO_2 , $[Na^+]$, $[K^+]$ e $[Ca^{2+}]$, também as variáveis de avaliação corporal peso vivo, porcentual de gordura corporal, espessura do tecido adiposo na região medial do pescoço, na região proximal do pescoço, na garupa e escore corporal foram submetidos à análise de correlação de Pearson.

3 RESULTADOS

3.1 Avaliação Corporal

Não foram observadas diferenças significativas entre os valores de peso vivo e escore corporal nos equinos consumindo dietas com diferentes teores de proteína, com valores

médios de 487,6±23,9 kg (PV inicial) e 482,9±26,1 kg (PV final) e de 5,0±0,68 (EC inicial) e 5,0±0,30 (EC final). Não foram observadas diferenças significativas entre as médias de espessura de gordura nos pontos: gordura região medial do pescoço (0,15 ± 0,11cm), gordura região proximal do pescoço (0,26±0,11cm) e gordura na garupa (0,95±0,44cm) em função dos teores de PB das dietas. O teor estimado de gordura corporal foi de 13,15±2,08%.

A análise de correlação entre PV, GPP, GMP, GG e EC, mostrou associação positiva entre o escore corporal e a estimativa do percentual de gordura corporal e espessura de gordura na garupa, com coeficientes de correlação elevados de 76,2 e 77,2%, respectivamente. Os valores da espessura de gordura subcutânea da base e da região medial do pescoço tiveram correlações positivas e significativas, mas com valores baixos de 39,5 e 45,5% (Tabela 2). Nas variáveis de avaliação corporal não foi observado efeito individual dos equinos.

Tabela 2. Correlação do peso vivo (PV), percentual de gordura corporal (PGC), espessura de gordura na região proximal do pescoço (GPP), região medial do pescoço (GMP), na garupa (GG) e escore corporal (EC) em equinos

	PV	PGC	GPP	GMP	GG	EC
PV	100					
PGC (%)	33,8**	100				
GPP	19,4*	48,4**	100			
GMP	35,0**	41,6**	52,3**	100		
GG	35,0**	99,2**	49,4**	44,0**	100	
EC	42,5**	76,2**	39,5**	45,5**	77,2**	100

Significância *P<0,05 e **P<0,0001

3.2 Frequência cardíaca

Não foi observado efeito significativo dos diferentes teores de proteína dietética na V₁₅₀ e V₂₀₀, entretanto, na V₂₀₀ houve diferença entre os testes 1 e 2 (P=0,001), sendo observados valores de 8,6 e 7,7 m/s, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de V₁₅₀ e V₂₀₀ de equinos submetidos a testes de esforço em esteira de alta velocidade

Variável	Teste 1	Teste 2	P valor *
V ₁₅₀ (m/s)	4,1a	3,9a	0,1985
V ₂₀₀ (m/s)	8,4a	7,7b	0,0011

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas diferentes diferem no teste F (P<0,05).

*Regressão linear em função do teor de PB das dietas.

3.3 Lactato

3.3.1 VL₂ e VL₄

As variáveis VL₂ e VL₄ não foram influenciadas pelo treinamento avaliado nos testes ou pelos teores de proteína dietética. O valor médio de VL₂ foi de 6,6±1,6 m/s e de VL₄ de 8,38±1,0 m/s.

3.3.2 Lactato máximo

A concentração plasmática de lactato não foi influenciada pelos testes ou teores de proteína das dietas com valor médio de 8,5 mmol/L na velocidade de 10 m/s (Tabela 4).

Tabela 4. Concentração plasmática de lactato nos equinos antes e ao final dos testes em esteira de alta velocidade

Teste	Lactato plasmático (mmol/L)	EMP
Antes	0,48b	0,79
Final	8,50a	2,77

Médias nas colunas seguidas por letras minúsculas diferentes diferem no teste F (P<0,05).

EMP – Erro médio padrão.

Não foram observadas diferenças significativas nas concentrações plasmáticas de lactato após o exercício entre os testes e teores de proteína das dietas, mas houve diferença (P<0,001) nas concentrações de lactato após os testes de esforço em esteira de alta velocidade (Tabela 5).

Tabela 5. Concentração plasmática de lactato nos equinos após os testes em esteira de alta velocidade

Teste	Lactato plasmático pós-exercício (mmol/L)	EMP
Final do teste	8,50a	2,77
10 minutos após o teste	7,92a	4,51
30 minutos após o teste	4,49b	3,02

Médias na coluna seguidas por letras minúsculas diferentes diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

EMP – Erro médio padrão.

3.4 Uréia

Não foram observadas diferenças significativas na concentração da uréia sérica antes e ao final dos testes de esforço físico, mas houve diferença significativa em função das dietas (P=0,01), entre os testes de esforço (P<0,001) e interação dieta x teste (P=0,002) (Tabela 6).

Tabela 6. Concentração sérica de uréia em equinos no primeiro (T1) e no segundo (T2) teste em esteira de alta velocidade

Teste	Teor de proteína na dieta (%)				EMP	P valor*
	7,5	9,0	11,0	13,0		
Uréia sérica (mg/dL)						
T1	34,21±8,56a	39,81±7,85b	46,82±9,17b	51,19±6,36b	15,02	0,0009 ¹
T2	32,93±8,54a	58,08±13,93a	52,17±11,27a	58,38±14,23a	15,07	0,0010 ²

Médias nas colunas seguidas por letras minúsculas diferentes diferem no teste F (P<0,05).

EMP – Erro médio padrão.

*Regressão linear em função do teor de PB das dietas.

¹ $\hat{Y} = 11,46 + 31,15x$. $r^2 = 0,20$; ² $\hat{Y} = 14,06 + 35,88x$. $r^2 = 0,19$

A concentração de uréia apresentou resposta linear crescente nos testes 1 e 2, em função da proteína dietética. Entre os testes 1 e 2, as concentrações séricas de uréia foram mais altas no T2 nas dietas II, III e IV. Houve diferença (P=0,004) na concentração de uréia no período pós-exercício em função das dietas, entre os testes de esforço (P<0,001) e momento de coleta (P=0,04) com maior concentração aos 30 minutos após o teste (Tabela 7).

Tabela 7. Concentração sérica de uréia em equinos ao final, aos 10 e 30 minutos após o primeiro (T1) e o segundo (T2) teste em esteira

Teste	Teor de proteína na dieta (%)				EMP	P valor*	
	7,5	9,0	11,0	13,0			
Uréia sérica (mg/dL)							
T1	Final do teste	32,02±10,6a	40,53±10,5b	43,37±8,8b	52,5±17,22a	7,31	0,0016 ¹
	10' após teste	28,07±8,6b	39,67±13,9b	46,08±13,5a	48,46±5,3b	13,48	0,0055 ²
	30' após teste	30,82±11,6ab	43,60±14,2a	46,03±11,2a	51,76±6,5ab	13,59	0,0085 ³
T2	Final do teste	33,90±8,3b	60,15±17,8a	53,25± 7,3b	63,94±28,3a	11,57	0,0165 ⁴
	10' após teste	33,07±7,8b	57,80±9,0a	53,95±10,6b	59,84±14,8a	16,15	0,0121 ⁵
	30' após teste	36,33±8,6a	58,38±14,6a	56,92±14,0a	57,54±15,6b	16,32	0,0526 ⁶

Médias na coluna seguidas por letras minúsculas diferentes diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

EMP – Erro médio padrão.

*Regressão linear em função do teor de PB das dietas.

¹ $\hat{Y} = 7,41 + 34,17x$. $r^2 = 0,34$; ² $\hat{Y} = 4,43 + 35,69x$. $r^2 = 0,30$; ³ $\hat{Y} = 8,21 + 34,41x$. $r^2 = 0,27$

⁴ $\hat{Y} = 9,68 + 42,49x$. $r^2 = 0,20$; ⁵ $\hat{Y} = 11,44 + 39,22x$. $r^2 = 0,25$; ⁶ $\hat{Y} = 20,38 + 31,51x$. $r^2 = 0,16$

A concentração sérica de uréia apresentou resposta linear crescente ao final do teste e pós-exercício aos 10 e aos 30 minutos após os testes em esteira em função da proteína dietética. A concentração sérica de uréia ao final do teste apresentou diferença em relação aos 10 e 30 minutos após o teste, sendo mais elevada nas dietas I e IV no T1. Entre T1 e T2, houve diferença nas concentrações séricas de uréia ao final dos testes, com concentrações mais altas nas dietas II, III e IV no T2 (Figura 2).

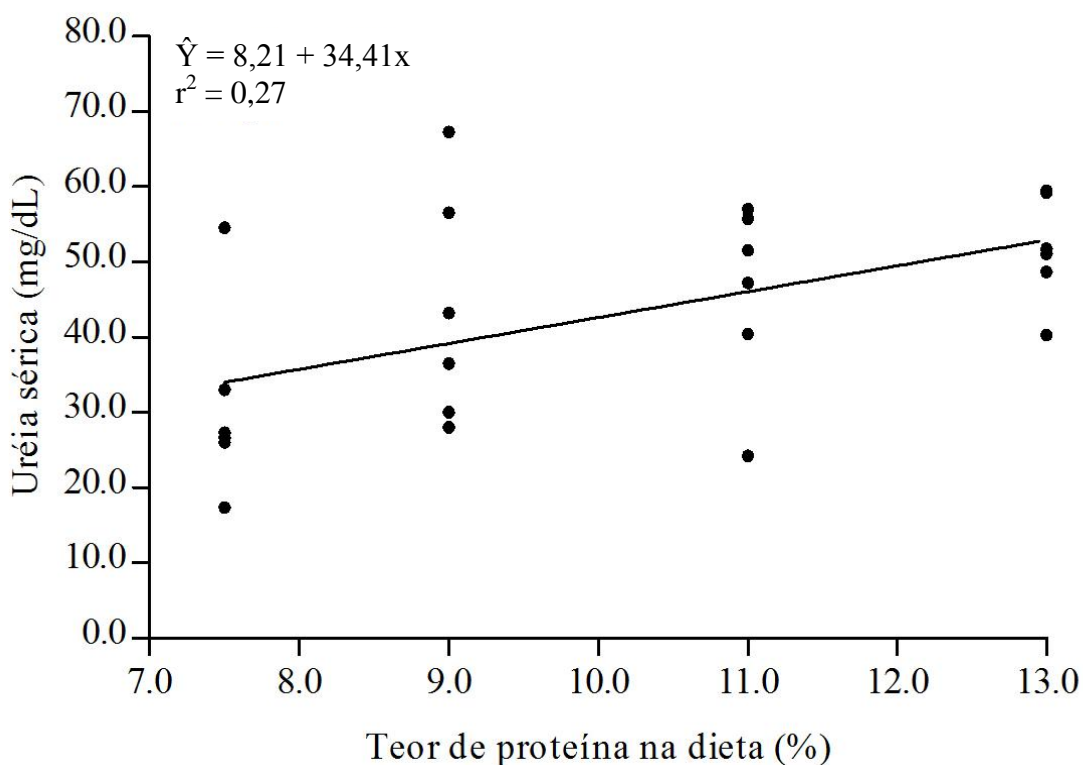


Figura 2. Equação de regressão e concentrações séricas de uréia (mg/dL) 30 minutos pós-exercício (teste 1) em função do teor de proteína da dieta

3.5 Ácido Úrico

A concentração sérica de ácido úrico diferiu antes e ao final dos testes ($P < 0,001$), em função das dietas ($P = 0,005$) e houve interação do tempo antes e ao término dos testes e dieta ($P = 0,004$) (Tabela 8).

Houve diferença nas concentrações de ácido úrico após os testes em função das dietas ($P = 0,016$) e entre os testes de esforço 1 e 2 ($P = 0,020$), mas não foram observadas diferenças nos momentos avaliados após o exercício (Tabela 9). A concentração sérica de ácido úrico apresentou resposta linear ($P = 0,001$) após o teste 2 em função da proteína dietética.

Tabela 8. Concentração sérica de ácido úrico em equinos antes e ao final do teste em esteira de alta velocidade

Teste	Teor de proteína na dieta (%)				EMP	P valor*
	7,5	9,0	11,0	13,0		
	Ácido úrico sérico (mg/dL)					
Antes	0,47±0,20a	0,57±0,20b	0,51±0,24a	0,46±0,14b	0,19	0,2834
Final	0,47±0,15a	0,71±0,19a	0,49±0,19b	0,52±0,24a	0,45	0,0055 ¹

Médias nas colunas seguidas por letras minúsculas diferentes diferem no teste F ($P < 0,05$).

EMP – Erro médio padrão.

*Regressão linear em função do teor de PB das dietas.

¹ $\hat{Y} = -0,02 + 86,41x$. $r^2 = 0,13$

Tabela 9. Concentração sérica de ácido úrico em equinos no período de recuperação, após o primeiro (T1) e o segundo (T2) teste em esteira

Teste	Teor de proteína na dieta (%)				EMP	P valor*
	7,5	9,0	11,0	13,0		
	Ácido úrico após teste (mg/dL)					
T1	0,71±0,20a	0,82±0,19b	0,69±0,20b	0,89±0,41b	0,28	0,1345
T2	0,74±0,51a	0,88±0,30a	0,76±0,19a	1,63±0,84a	0,64	0,0019 ¹

Médias nas colunas seguidas por letras minúsculas diferentes diferem no teste F ($P < 0,05$).

EMP – Erro médio padrão.

*Regressão linear em função do teor de PB das dietas.

¹ $\hat{Y} = -42,68 + 0,014x$. $r^2 = 0,19$

3.6 Creatinina

Houve diferença na concentração sérica de creatinina antes e após os testes ($P < 0,0001$), mas não houve efeito dos teores de proteína das dietas (Tabela 10).

Tabela 10. Médias das concentrações séricas de creatinina nos equinos antes e ao final dos testes em esteira de alta velocidade

Teste	Creatinina sérica (mg/dL)	EMP
Antes	1,65b	0,36
Final	1,90a	0,40

Médias nas colunas, seguidas por letras minúsculas diferentes diferem no teste F ($P < 0,05$).

EMP – Erro médio padrão.

3.7 Hematócrito, Glicose e Proteína Total

Não houve diferença significativa no hematócrito entre os testes ou teores de proteína das dietas, mas houve diferença ($P < 0,001$) antes e ao final dos testes. As concentrações sanguíneas de glicose não foram influenciadas pelos teores de proteína das dietas ou testes, mas foram observadas diferenças ($P = 0,005$) antes e ao final dos testes (Tabela 11).

Tabela 11. Hematócrito e concentração plasmática de glicose nos equinos antes e ao final do teste em esteira de alta velocidade

Teste	Variável	EMP
	Hematócrito (%)	
Antes	34,88b	3,12
Final	54,49a	3,77
	Glicose (mg/dL)	
Antes	103,88a	11,27
Final	96,74b	15,68

Médias nas colunas, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem no teste F ($P < 0,05$).

EMP – Erro médio padrão.

Houve diferença na concentração plasmática de proteínas totais entre os testes de esforço ($P = 0,001$) e não houve diferença ($P = 0,063$) nas concentrações de proteínas plasmáticas antes e ao final dos testes (Tabela 12). Entretanto, estas diferenças não tem importância clínica.

Tabela 12. Concentração plasmática de proteínas totais de equinos no primeiro (T1) e o segundo (T2) teste em esteira

Teste	Proteínas plasmáticas totais (g/dL)	EMP
T1	6,37b	0,62
T2	7,90a	1,91

Médias nas colunas para cada teste seguidas por letras minúsculas diferentes diferem no teste F ($P < 0,05$).

EMP – Erro médio padrão.

3.8 Equilíbrio Hidroeletrólítico

Não foram observadas diferenças nas concentrações plasmáticas de Na^+ , K^+ , Cl^- e diferença de íons forte ($\text{DIF} = [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] - [\text{Cl}^-]$) em função dos teores de proteína ou testes, com valores médios de $140,35 \pm 1,89$; $5,96 \pm 0,51$; $104,96 \pm 3,27$ e $41,65 \pm 6,84$ mmol/L, respectivamente.

Houve diferença significativa nas concentrações de Ca^{2+} entre os testes ($P = 0,007$), mas não houve diferença em função da proteína, com valores de 1,62 e 1,57 mmol/L para T1 e T2, respectivamente. Estas diferenças estatísticas não tem importância fisiológica ou clínica.

3.9 Equilíbrio Ácido-Base

As variáveis que avaliam o equilíbrio ácido base sanguíneo (venoso) foram mensuradas no momento pré-prandial (jejum de 8 horas). Os valores sanguíneos de pH venoso mensurados no momento pré-prandial não foram alterados em função dos teores de proteína nas dietas ($P = 0,068$), com valor médio de $7,43 \pm 0,02$. Nas variáveis HCO_3^- , pCO_2 e TCO_2 foram observadas respostas lineares positivas em função dos teores de proteína. Nas

variáveis pO₂ e O₂ foram observadas respostas lineares negativas em função dos teores de proteína (Tabela 13).

Tabela 13. Valores médios de pH, HCO₃⁻, pressão de CO₂, TCO₂, pO₂ e O₂ sanguíneo venoso momento pré-prandial de equinos consumindo dietas com diferentes teores de proteína

Variáveis	Teor de proteína dieta (%)				EMP	P valor *
	7,5	9,0	11,0	13,0		
pH	7,45±0,03	7,44±0,02	7,43±0,02	7,43±0,03	0,03	0,1942
HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	30,34±0,90	30,68±1,50	30,67±1,39	32,00±1,32	1,49	0,0083 ¹
pCO ₂ (mmHg)	44,83±1,65	45,68±2,67	46,53±3,10	48,51±2,32	2,93	0,0011 ²
TCO ₂ (mmol/L)	31,67±0,91	32,00±1,57	32,08±1,44	33,40±1,36	1,57	0,0074 ³
pO ₂ (mmHg)	34,42±2,97	32,25±3,42	30,58±4,45	29,30±1,80	3,93	0,0006 ⁴
O ₂ (mmHg)	67,42±5,70	63,00±7,07	58,08±9,57	56,20±4,49	8,47	0,0003 ⁵

EMP – Erro médio padrão.

*Regressão linear em função do teor de PB das dietas.

¹ $\hat{Y} = 28,17 + 0,027x$. $r^2 = 0,14$; ² $\hat{Y} = 39,85 + 0,064x$. $r^2 = 0,21$; ³ $\hat{Y} = 29,35 + 0,028x$. $r^2 = 0,14$;

⁴ $\hat{Y} = 40,84 - 0,090x$. $r^2 = 0,22$; ⁵ $\hat{Y} = 82,05 - 20,62x$. $r^2 = 0,25$

Os valores sanguíneos de pH, pCO₂, HCO₃⁻ e TCO₂ venosos mensurados imediatamente após os testes de esforço, não sofreram influência dos teores de proteína nas dietas ou dos testes de esforço com valores médios de 7,3±0,62; 57,95±7,58 mmHg; 28,17±2,0 mmol/L e 29,90±1,76 mmol/L, respectivamente.

As variáveis pO₂ e O₂ mensuradas imediatamente após os testes de esforço não foram influenciadas pelos teores de proteína nas dietas (P=0,34), mas o foram pelos testes de esforço (P=0,038). Com valores de pO₂ de 27,43 e 25,72 mmHg e O₂ de 43,71 e 39,21 mmHg, nos testes 1 e 2, respectivamente. No entanto, estas diferenças não tem importância clínica.

As variáveis *anion gap* ([Na⁺] + [K⁺]) – ([Cl⁻] + [HCO₃⁻]) e excesso de base (calculado pelo analisador gases sanguíneos) foram avaliados imediatamente após os testes, os valores calculados para estas variáveis imediatamente após os testes de esforço não foram alterados em função dos teores de proteína nas dietas ou dos testes de esforço (P=0,16 e P=0,11), com valores médios de 14,29±4,62 e 1,67±1,88 mmol/L, respectivamente. Entretanto, apesar de os valores dos cálculos da variável excesso de base não terem apresentado efeito de regressão, observa-se concentração crescente em função da proteína na dieta de 1,00±2,40; 1,42±2,78; 1,67±1,29 e 2,60±1,06 mmol/L.

As análises de correlação entre o balanço de íons fortes e as demais variáveis, pH sanguíneo, pCO₂, pO₂, [HCO₃⁻], [O₂], TCO₂ e CO₂ total, [Na⁺], [K⁺] e [Ca²⁺] resultaram em correlações negativas entre pH e pCO₂, pCO₂ e [O₂] e pCO₂ e pO₂ (Tabela 14).

Houve correlação positiva entre pO₂ e [O₂]. A concentração de HCO₃⁻ apresentou correlação positiva com o pH, pois o HCO₃⁻ é o principal componente do sistema tampão plasmático. A correlação do pH também foi positiva com pO₂, O₂, TCO₂ e EB. Correlações positivas foram observadas entre as variáveis TCO₂, HCO₃⁻ e EB, todas são variáveis correlacionadas ao pH sanguíneo. A correlação do pH com as concentrações dos íons Na⁺ e K⁺, foram negativas. No equilíbrio dos íons fortes (DIF), foram observadas correlações com a variável *anion gap*, [Na⁺], [Ca²⁺] e [Cl⁻], esta última apresentou-se negativa. Houve correlações negativas entre pH e pCO₂, pCO₂ e [O₂] e pCO₂ e pO₂, demonstrando a relação entre o pH e os gases sanguíneos.

3.10 Marcadores Musculares: AST, CK e LDH

As concentrações séricas de AST não foram influenciadas pelos teores de proteína das dietas, mas sofreram influência dos testes ($P < 0,001$) e momentos de coleta ($P < 0,001$). Houve aumento na concentração de AST ($P < 0,001$) ao final do teste 2 na velocidade 10 m/s, em relação ao repouso (basal). As concentrações de AST se mantiveram elevadas até 24 horas após os testes (Tabela 15).

Tabela 15. Concentrações séricas de aspartato aminotransferase (AST) dos equinos ao final e após o primeiro (T1) e o segundo (T2) teste em esteira de alta velocidade

Teste	AST (U/L)					EPM
	Teste		Após o teste			
	Antes	Final	60 minutos	12 horas	24 horas	
T1	331,7 \pm 154,2Bb	369,0 \pm 192,9Ba	354,8 \pm 160,4Bab	351,3 \pm 174,4Bab	349,3 \pm 157,1Bb	168,8
T2	479,9 \pm 83,0Ab	596,2 \pm 147,3Aa	526,3 \pm 162,3Aab	479,7 \pm 163,5Ab	510,5 \pm 147,0Aab	149,9

Médias nas colunas, seguidas por letras maiúsculas diferentes diferem no teste F ($P < 0,05$) e as médias nas linhas, seguidas por letras minúsculas diferentes diferem no teste de Tukey ($P < 0,05$).

As concentrações séricas das enzimas CK e LDH não foram influenciadas pelas dietas ou pelos testes de esforço. Entretanto, houve aumento na concentração de CK ($P < 0,001$) ao final dos testes em relação à concentração basal. A concentração de LDH aumentou ao final dos testes na velocidade de 10 m/s ($P < 0,001$), reduzindo 60 minutos após os testes (Tabela 16).

Tabela 16. Valores médios das concentrações séricas de creatinaquinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) dos equinos de CCE nos testes de esforço em esteira

Enzima	Momento do teste					EPM	P valor
	Teste		Após o teste				
	Antes	Final	60 minutos	12 horas	24 horas		
CK (U/L)	146,8 \pm 28,2c	197,7 \pm 126,2a	192,5 \pm 57,3ab	181,4 \pm 68,2ab	165,0 \pm 53,9bc	79,0	0,0002
LDH (U/L)	463,8 \pm 143,7c	600,1 \pm 247,5a	531,1 \pm 136,8b	509,2 \pm 138,4bc	496,6 \pm 120,1bc	156,7	0,0001

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas diferentes diferem no teste de Tukey ($P < 0,05$).

4 DISCUSSÃO

De acordo com as observações de avaliação corporal do presente estudo, a tabela de escore corporal sugerida por Henneke et al. (1983) pode ser utilizada na avaliação de condição corporal de equinos de Concurso Completo de Equitação. Lawrence et al. (1992), Gentry et al. (2004) e Ragnarsson & Jansson (2010), avaliaram o escore corporal de equinos praticantes de outras modalidades e também consideraram a tabela de escore corporal de Henneke et al. (1983) adequada aos equinos atletas.

Ainda, em relação à avaliação corporal, os coeficientes de correlação entre os pontos de avaliação de espessura de gordura apresentaram associação positiva entre o escore corporal e a estimativa do percentual de gordura corporal e a espessura de gordura subcutânea na garupa. Estes resultados mostram que a avaliação corporal está correlacionada com a gordura

subcutânea, especialmente com o ponto de espessura de gordura subcutânea na garupa. Gentry et al. (2004) correlacionaram espessura de gordura subcutânea através de ultrassom com a avaliação de escore corporal de Henneke et al. (1983) e relataram alta correlação com a espessura de gordura na base da cauda e garupa, melhores do que o ponto de gordura subcutânea na 13ª costela. Na prática, estes resultados demonstram que os criadores e proprietários podem ter com facilidade, uma acurada indicação de condição corporal e saúde nutricional dos equinos, utilizando a tabela de Henneke et al. (1983) associada a ultrassonografia.

Durante todo o período experimental de 150 dias, o peso vivo e o escore corporal dos equinos foram mantidos. Entretanto, com a introdução das dietas experimentais, visualmente todos os animais apresentaram melhoria visual no estado corporal e pelagem. Freeman et al. (1986) avaliando a massa muscular de equinos em programa de treinamento físico, observaram hipertrofia na massa muscular dos equinos, combinadas com a diminuição de gordura corporal, sem perda de peso corporal, contudo, esta afirmativa não pode ser feita no presente estudo.

Nas avaliações dos equinos atletas, as variáveis de desempenho físico mais utilizadas são aquelas derivadas da concentração de lactato plasmático da frequência cardíaca, estes parâmetros estão diretamente relacionados ao treinamento (LINDNER et al., 2009). Em relação às variáveis de desempenho VL_4 e V_{200} observadas no estudo atual, os resultados indicam que não houve ganho no condicionamento físico dos equinos entre os testes de esforço, ou seja, durante o período de treinamento entre os testes de esforço progressivo em esteira, o condicionamento físico foi mantido. Apesar da V_{200} do segundo teste (T2) ter sido de 7,7 m/s, valor menor do que o observado no primeiro teste (T1) de 8,4 m/s, os valores de VL_4 não foram diferentes entre os testes, com valor médio de 8,4 m/s, sendo a observação da VL_4 a mais importante em relação à avaliação do progresso dos animais no programa de treinamento físico.

Estes resultados podem ser atribuídos à fase do treinamento em que os animais foram avaliados, pois o primeiro teste foi realizado no início do ciclo intermediário e o segundo teste no início do ciclo final de treinamento, período este onde normalmente o treinamento é constante, apenas mantendo o condicionamento alcançado no primeiro ciclo de treinamento do curso na Escola de Equitação do Exército.

Estudos com equinos da raça Puro Sangue Inglês demonstraram que os valores de VL_4 são correlacionados linearmente com o tempo individual de corrida e avaliam o desempenho, além disso, nenhuma outra variável demonstra tão boa relação com variáveis de desempenho esportivo, podendo ser utilizada para estimar desempenho competitivo em equinos (LINDNER, 2010). A VL_4 em equinos aumenta com o treinamento, mas a magnitude deste aumento é dependente de fatores como a intensidade, duração e frequência do exercício (EATON et al., 1999). Ao contrário da variável de lactato, a V_{200} não é uma variável considerada adequada nas avaliações de desempenho ou condicionamento, entretanto, é muito utilizada no acompanhamento das condições cardíacas e cardiorespiratórias dos equinos atletas (TRILK et al., 2002).

As concentrações plasmáticas de lactato e a frequência cardíaca estimadas pelas variáveis VL_2 , VL_4 , V_{150} e V_{200} não foram influenciadas pelos teores de proteína das dietas e, com estes resultados, podemos sugerir que os teores de proteína bruta avaliados no presente estudo não exerceram influência no desempenho de equinos em atividade física de CCE, nesta fase de treinamento.

A importância do lactato nas avaliações de desempenho não pode ser negada, mesmo com todas as particularidades na interpretação desta variável, sua importância está desde a facilidade de mensuração na rotina das avaliações de desempenho até as recentes descobertas,

da sua utilização como ferramenta de regulação dos treinamentos de atletas em diferentes modalidades esportivas (HARTMANN, 2011).

As concentrações máximas de lactato do presente estudo, similar à VL₄, não foram influenciadas pelos testes, o que indica não ter havido ganho no condicionamento físico dos equinos no período entre os testes de esforço. As concentrações máximas de lactato também não foram influenciadas pela proteína dietética; os valores observados ao final dos testes de esforço de 8,5 mmol/L, têm magnitude semelhante aos valores observados em estudos com equinos na atividade física de concurso completo de equitação em testes semelhantes, com concentrações máximas de 7,5 mmol/L obtidos por Santiago et al. (2013) e de 10,2 mmol/L obtidos por De Moffarts et al. (2005).

O perfil da curva de concentração e as concentrações do lactato plasmático no período de recuperação de 7,9 mmol/L aos 10 minutos e de 4,5 mmol/L aos 30 minutos após os testes, também são semelhantes à estudos realizados em equinos praticantes da modalidade de concurso completo de equitação por Santiago et al. (2013) com concentrações de 8,6 mmol/L aos 15 minutos e de 4,41 mmol/L aos 30 minutos após o teste. O que indica resposta fisiológica normal da variável ao exercício, sem influência da proteína dietética.

Os teores crescentes de proteína bruta (PB) nas dietas influenciaram os resultados das concentrações de úreia sanguínea, durante os testes de esforço e também após os testes no período de recuperação, com concentrações mais baixas de uréia (34,2 e 32,9 mg/dL) nos equinos que consumiram a dieta com 7,5% de PB em comparação aos equinos que consumiram a dieta com 13% de PB (51,1 e 58,4 mg/dL). Estes resultados são semelhantes às observações nos estudos feitos por Graham-Thiers et al. (2000 e 1999) e por Graham-Thiers & Kronfeld (2005), que mostram que a concentração plasmática de uréia em equinos é influenciada pelo teor de proteína da dieta.

Segundo Eggum (1970), o consumo de proteína em excesso eleva a síntese e a excreção de uréia, que é refletida em aumento na concentração da uréia plasmática. Estudos avaliando equinos em exercício, consumindo dietas com diferentes teores de proteína observaram concentração plasmática de uréia significativamente mais baixa nos animais que consumiram teores mais baixos de proteína de 7,5% de PB em relação a animais que consumiram 14% de PB (GRAHAM-THIERS et al., 2000), a mesma resposta foi observada em equinos sedentários consumindo 9% de PB (15,9 mmol/L) e 14% de PB (20,3 mmol/L) (GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2005).

É preciso resaltar que, nos equinos, grande parte da uréia sanguínea é formada a partir da amônia proveniente da utilização da proteína dietética pelos microrganismos, que é absorvida e convertida em uréia no tecido hepático retornando à corrente sanguínea mantendo crescentes os níveis deste metabólito (FRAPE, 2010), e que, o aumento da quantidade de proteína disponível no ceco está relacionado ao tipo e quantidade de alimento consumido (MEYER, 1983).

As respostas das concentrações de ácido úrico mais elevadas ao final dos testes no presente estudo já era esperada, em adição a estas observações, houve influência dos teores de PB das dietas, com maior concentração de ácido úrico (0,52 mg/dL) na dieta de mais elevada proteína (13% PB). Independente da dieta, os valores observados são mais baixos que os valores de concentração de ácido úrico observados por Santiago et al. (2013) de 1,36 e 1,72 mg/dL, no início e ao final do exercício, respectivamente, em testes com equinos da modalidade de CCE. Entretanto, a magnitude do aumento na concentração deste metabólito ao final do teste é semelhante a observada pelo autor supracitado. Com relação às concentrações de ácido úrico, este tem importância quando o balanço energético é crítico e, é o metabólito que sofre os maiores aumentos quando a via metabólica é sobrecarregada durante exercícios submáximos (ESSÉN-GUSTAVSSON et al., 1999).

Concentrações mais elevadas de ácido úrico foram observada por Castejon et al. (2006) de 1,71 mg/dL antes e 4,91 mg/dL, em equinos após prova de enduro de 120 km, ou seja, exercício de alta resistência e maior exigência energética.

Diferente da literatura (ESSÉN-GUSTAVSSON et al., 1999), as concentrações de ácido úrico no período de recuperação, não foram diferentes da concentração observada ao final do teste. No entanto, também houve influência da proteína dietética na concentração deste metabólito, o que indica a importância do teor de proteína dietética na formação de metabólitos que possam ter influência negativa no desempenho de equinos atletas.

As concentrações de creatinina não foram influenciadas pela proteína dietética e apresentaram maior concentração ao final do exercício, com concentrações de 1,6 mg/dL (antes) e 1,9 mg/dL (final do teste), como resposta fisiológica normal esperada deste metabólito. Em equinos, as concentrações séricas de creatinina, são influenciadas pelo exercício físico, como resultado fisiológico do metabolismo energético muscular (PICCIONE et al., 2009). Em estudo anterior (SANTIAGO et al., 2013), com equinos de concurso completo de equitação, avaliando os animais em testes semelhantes em esteira de alta velocidade, as concentrações de creatinina variaram de 1,2 a 1,5 mg/dL, antes e ao final do teste de esforço, com concentrações mais baixas do que as observadas no presente estudo.

Graham-Thiers & Kronfeld (2005) avaliando as respostas de dietas com baixa proteína (9,4% PB) e alta proteína (14% PB) para equinos, também não observaram diferenças nas concentrações de creatinina, com 1,6 mg/dL e 1,5 mg/dL, nas dietas com baixa e alta proteína, respectivamente. De forma similar, a avaliação de equinos em exercício, consumindo dietas com baixa (7,5% PB) e alta proteína dietética (14,0% PB), não resultou alterações nas concentrações de creatinina em função das dietas com 3,9 e 4,2 mmol/L, respectivamente (GRAHAM-THIERS et al., 2000). As observações do estudo atual e os dados da literatura confirmam que a creatinina não é uma variável influenciada pelo teor de proteína da dieta.

As concentrações séricas de AST, CK e LDH foram utilizadas na avaliação de possíveis alterações metabólicas ou danos musculares. As alterações nas concentrações de AST, CK e LDH foram induzidas pelo exercício e consideradas fisiológicas.

Considerando o equilíbrio ácido base de equinos em exercício, a acidose sanguínea é resultado da redução do pH e do aumento de lactato no sangue, esta condição é induzida pelo metabolismo do exercício e, também pelo teor de PB na dieta (GRAHAM-THIERS et al., 1999). Em avaliações de equinos em atividade física moderada, também não foram observadas alterações nas concentrações de lactato plasmático em função do teor de proteína na dieta, entretanto, foram observadas concentrações mais baixas de uréia e mais altas de pH (7,42) e HCO₃ (34,8 mmol/L) nos animais consumindo dieta com 7,5% PB (baixa PB) em relação ao equinos consumindo dietas com 14% de PB (alta PB), com pH 7,37 e concentração de 27,5 mmol/L de HCO₃ (GRAHAM-THIERS et al., 2001). Resultados semelhantes também foram observados em estudo com equinos sedentários (GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2005).

No presente estudo, os teores de proteína dietética não afetaram as concentrações de lactato plasmático (8,5 mmol/L), entretanto, diferente das observações citadas (GRAHAM-THIERS et al., 1999; 2001 e GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2005), os valores de pH sanguíneo venoso ao final dos testes não foram afetados pelos teores de proteína das dietas, com valor médio de 7,3. Este equilíbrio da acidose sanguínea venosa, foi regulado pelas concentrações de HCO₃, pCO₂, TCO₂ e EB (excesso de base), que foram menores nos animais que consumiram a dieta com 7,5% PB (baixa proteína) de 30,3 mmol/L de HCO₃, 44,8 mmHg pCO₂, 31,7 mmol/L TCO₂ e 1,0 mmol/L de EB, quando comparados aos valores de 32,0 mmol/L de HCO₃, 48,5 mmHg pCO₂, 33,4 mmol/L TCO₂ e 2,6 mmol/L de EB, no sangue venoso dos equinos que consumiram a dieta com 13% PB (alta proteína). Além do aumento nas concentrações HCO₃, as concentrações do excesso de base foram crescentes em função da

proteína dietética, regulando o pH e equilibrando a acidose sanguínea que poderia ter sido causada pelo excesso de proteína na dieta.

Graham-Thiers et al. (1999 e 2001), não observaram efeito da proteína dietética nas variáveis de proteínas totais, creatinina, Na^+ , Cl^- e pCO_2 e, sugerem que em equinos, a ingestão de altas quantidades de proteína, pode alterar o equilíbrio ácido-base, principalmente o pH e a concentração de bicarbonato, interferindo em outras funções afetadas pelo pH.

Com estes resultados pode-se sugerir, que as alterações no equilíbrio ácido-base sanguíneo dos equinos avaliados, principalmente em relação ao pH, tenham sido em função do consumo dieta com 14% de PB (GRAHAM-THIERS et al., 1999; 2001), pois no estudo atual o consumo da dieta com 13% de PB (alta proteína) não foi suficiente para alterar o equilíbrio ácido-base e o pH sanguíneo dos animais.

Semelhante aos relatos de Graham-Thiers et al. (1999 e 2001), no estudo atual não foi observado efeito da proteína dietética nas variáveis de proteínas totais, creatinina, Na^+ , Cl^- e pCO_2 , entretanto, diferente das observações dos autores citados, também não foi observado efeito da proteína dietética nas variáveis HCO_3^- , TCO_2 , *anion gap* e EB. Estes resultados foram responsáveis pelo equilíbrio hidroeletrolítico e ácido-base dos equinos.

O aumento nas concentrações de uréia e ácido úrico plasmático, relacionados ao teor de proteína das dietas não foram suficientes para afetar o equilíbrio ácido-base dos equinos avaliados. Com estas observações, sugere-se que os teores consumidos de proteína dietética de 7,5 a 13%, não foram suficientes para afetar o equilíbrio ácido-base e o equilíbrio hidroeletrolítico dos equinos durante os testes de esforço.

O foco da dieta dos equinos deve estar na qualidade do alimento e da proteína, ao invés da quantidade, pois os efeitos acidogênicos causados pelo excesso de proteína na dieta são indesejáveis em relação à eficiência metabólica. Contudo, os teores proteicos das dietas devem ser considerados nas avaliações do balanço ácido-base de equinos, principalmente nos equinos atletas (GRAHAM-THIERS et al., 2001).

5 CONCLUSÕES

Não foram observadas diferenças entre os valores de peso vivo e escore corporal dos equinos consumindo dietas com diferentes teores de proteína, durante o período de treinamento.

A correlação de 77,2% entre o escore corporal e a espessura de gordura da garupa mostra a importância desta região anatômica na avaliação da condição corporal do equino atleta desta modalidade, sendo o melhor ponto de mensuração por ultrassonografia, podendo auxiliar a avaliação de condição corporal de equinos atletas de CCE.

As concentrações séricas de uréia durante o exercício foram afetadas pelo teor de proteína dietética, sugerindo-se atenção aos teores proteicos da dieta de equinos atletas.

Os teores de proteína dietética avaliados, não causaram desequilíbrio hidroeletrolítico ou efeito acidogênico sanguíneo nos equinos que consumiram as dietas experimentais, entretanto o equilíbrio do pH foi mantido pela elevação da concentração do bicarbonato e excesso de base no sangue.

Os animais não tiveram incremento no desempenho físico no período avaliado, mantendo o peso e escore corporal, bem como as variáveis de desempenho.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. Q.; FILHO, S. C. V.; QUEIROZ, A. C.; LEÃO, A. I.; SILVA, J. F. C.; CECON, P.R. Digestibilidade aparente e verdadeira pré-cecal e total da proteína em dietas com diferentes níveis protéicos em equino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.521-529, 1998.
- BALOGH, N., et al. Biochemical and antioxidant changes in plasma and erythrocytes of Pentathlon horses before and after exercise. **Veterinary Clinical Pathology**, v.30, p.214-218, 2001.
- BÖNING, D.; MAASSEN, N. Point: Counterpoint: Lactic acid is/is not the only physicochemical contributor to the acidosis of exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 1, p. 358-359, 2008.
- CASTEJÓN, F.; TRIGO, P.; MUÑOZ, A.; RIBER, C. Uric acid responses to endurance racing and relationships with performance, plasma biochemistry and metabolic alterations. **Equine Veterinary Journal**, v.38, n.S36, p.70-73, 2006.
- CUTMORE, C.M.M.; SNOW, D.H.; NEWSHOLME, E.A. Effects of training on enzyme activities involved in purine nucleotide metabolism in Thoroughbred horses. **Equine Veterinary Journal**. v.18, n.1, p.72-73, 1986.
- DE MOFFARTS, B.; KIRSCHVINK, N.; VAN ERCK, E.; ART, T.; PINCEMAIL, J.; LEKEUX, P. Assessment of the oxidant-antioxidant blood balance in a field exercise test in Standardbred and eventing horses. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v.2, n.4, p. 253-261, 2005.
- EATON, M. D.; HODGSON, D. R.; EVANS, D. L.; ROSE, R. J. Effects of low and moderate intensity training on metabolic response to exercise in Thoroughbred. **Equine Veterinary Journal**. v.31, n.S30, p. 521-527, 1999.
- EGGUM, B. O. Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. **British Journal of Nutrition**, v. 24, n. 04, p. 983-988, 1970.
- ESSÉN-GUSTAVSSON, B.; GOTTLIEB-VEDI, M.; LINDHOLM, A. Muscle adenine nucleotide degradation during submaximal treadmill exercise to fatigue. **Equine Veterinary Journal**, v. 31, n. S30, p. 298-302, 1999.
- ESSEN-GUSTAVSSON, B.; VALBERG, S. (1987) Blood and muscle ammonia levels in horses during treadmill exercise and after racing. **Equine Exercise Physiology**. v.2, p.456-463, 1987.
- ESSÉN-GUSTAVSSON. B., RONTUS, N.; POSO, R. Metabolic response in skeletal muscle fibres of Standardbred trotters after racing. **Comparative Biochemistry and Physiology, Parte B: Biochemistry and Molecular Biology**. v.117, n.3, p.431-436, 1997.
- FRAPE, D. **Equine nutrition and feeding**. 4a ed. Wiley-Blackwell, 2010, 498p.
- FREEMAN, D. W.; POTTER, G. D.; SCHELLING, G. T.; KREIDER, J. L. Nitrogen metabolism in the mature physically conditioned horse. II. Response to varying nitrogen intake. **Equine practice**, v.8, 1986.
- GENTRY, L.R.; DONALD, L.T.JR; GLEN, T.G.JR; RONALD, P.D.V.; KEITH, A.D.; PAMELA, M.D.V. The relationship between body condition score and ultrasonic fat measurements in mares of high versus low body condition. **Journal of Equine Veterinary Science**. v.24, n. 5, p.198-203, 2004.

- GRAHAM-THIERS, P. M.; KRONFELD, D. S.; KLINE, K. A. Dietary protein influences acid-base responses to repeated sprints. **Equine Veterinary Journal**. v.31, n.S30, p.463-467, 1999.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; KRONFELD, D. S.; KLINE, K. A.; SKLAN, D. J.; HARRIS, P. A. Protein status of exercising Arabian horses fed diets containing 14% or 7.5% crude protein fortified with lysine and threonine. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.20, n.8, p.516-521, 2000.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; KRONFELD, D. S.; KLINE, K. A.; SKLAN; D. J. Dietary protein restriction and fat supplementation diminish the acidogenic effect of exercise during repeated sprints in horses. **Journal of Nutrition**. v.131, n.7, p.1959-1964, 2001.
- GRAHAM-THIERS, P.M.; KRONFELD, D.S. Dietary protein influences acid-base in sedentary horses. **Journal of Equine Veterinary Science**. v.25, n.10, p.434-438, 2005.
- HARRIS, P.A. Feeding management of elite endurance horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.25, n.1, p.137-153, 2009.
- HARTMANN, U. Importance of lactate parameter for performance diagnosis and for regulation of training in top competition athletics and in recreational sports. In: Applied Equine Nutrition and Training Conference: Equine Nutritional and Training Conference (ENUTRACO) 2011. IV, **Proceedings**... Wanegeningen, Netherlands, p.91-112, 2011.
- HENNEKE, D. R.; POTTER, G. D.; KREIDER, J.L.; YEATES, B. F. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. **Equine Veterinary Journal**, v.15, n.4, p.897-903, 1983.
- HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. Hematology and Biochemistry. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The athletic horse: Principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: W. B. Saunders, p.63-78, 1994.
- JOHNSON, P. J. Electrolyte and acid-base disturbances in the horse. *The Veterinary clinics of North America*. **Equine practice** v.11, n.3, p.491-514, 1995.
- KIRSCHVINK, N.; ART, T.; MOFFARTS, B.; SMITH, N.; MARLIN, D.; ROBERTS, C.; LEKEUX, P. Relationship between markers of blood oxidant status and physiological variables in healthy and heaves affected horses after exercise. **Equine Veterinary Journal**, v.34, n.34, p.159-164, 2002.
- LAWRENCE, L.M; JACKSON, S.; KLINE,K. Observations on body weight and condition of horses in a 150 mile endurance ride. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.12, n. 5, p.320-324, 1992.
- LINDNER, A. E. Relationships between racing times of Standardbreds and v4 and v200. **Journal of Animal Science**, v.88, n.3, p.950-954, 2010.
- LINDNER, A.; MOSEN, H.; KISSENBECK, S.; FUHRMANN, H.; SALLMANN, H. P. Effect of blood lactate-guided conditioning of horses with exercises of differing durations and intensities on heart rate and biochemical blood variables. **Journal of Animal Science**, v. 87, n.10, p.3211-3217, 2009.
- MARLIN, D. J.; FENN, K.; SMITH, N.; DEATON, C. D.; ROBERTS, C. A.; HARRIS, P. A.; KELLY, F. J. Changes in circulatory antioxidant status in horses during prolonged exercise. **The Journal of Nutrition**, v.132, n.6, p.1622S-1627S, 2002.
- MARLIN, D. J.; HARRIS, P. A.; SCHROTER, R. C.; R. C. HARRIS, R. C.; ROBERTS, C.A.; SCOTT, C. M.; ORME, C. E.; DUNNETT, M.; DYSON, S. J.; BARRELET, F.;

WILLIAMS, B.; MARR, C. M.; CASAS, I. Physiological, metabolic, and biochemical responses of horses competing in the speed and endurance phase of a CCI*** 3-day-event. **Equine Veterinary Journal**, v.27, n. S20, p.37-46, 1995.

MEYER, H. Intestinal protein and N metabolism in the horse. In: **Horse Nutrition Symposium**, Uppsala, Sweden. p.113-116, 1993.

MIRANDA, A. C.T.; SANTIAGO, J.M.; ALMEIDA, F.Q.; OLIVEIRA, C. A. A.; SOUZA, B. G.; LARANJEIRA, P. V. E. H. Hemogasometria em equinos de Concurso Completo de Equitação em teste em esteira de alta velocidade e prova de cross country. In: **47a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2010, Salvador. Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010. v.47, p.CD-ROM.

MIRANDA, A. C.T.; SANTIAGO, J.M.; ALMEIDA, F.Q.; OLIVEIRA, C. A. A.; SOUZA, B. G.; LARANJEIRA, P. V. E. Eletrólitos e pH sanguíneo em equinos de Concurso Completo de Equitação em teste em esteira de alta velocidade e prova de cross country. In: **47a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2010, Salvador. Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010. v.47, p.CD-ROM.

PICCIONE, G.A.; GIANNETTO, C.; FAZIO, F.; CASELLA, S; CAOLA, G. A comparison of daily rhythm of creatinine and creatine kinase in the sedentary and athlete horse. **Journal of Equine Veterinary Science**. v.29, n.7, p.575-580, 2009.

RAGNARSSON, S.; LINDBERG, J. E. Nutritional value of mixed grass haylage in Icelandic horses. **Livestock Science**, v.131, n.1, p.83-87, 2010.

SANTIAGO, J.M.; ALMEIDA, F. Q.; SILVA, L. L. F.; MIRANDA, A. C. T.; AZEVEDO, J. F.; OLIVEIRA, C. A. A.; CARRILHO, S. S. Hematologia e bioquímica sérica de equinos de concurso completo de equitação em treinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.383-392, 2013.

TRILK, J. L.; LINDNER, A. J.; GREENE, H. M.; ALBERGHINA, D.; WICKLER, S. J. A lactate guided conditioning programme to improve endurance performance. **Equine Veterinary Journal**, v.34, n.S34, p.122-125, 2002.

TYLER-MCGOWAN, C.; GOLLAND, L. C.; EVANS, D. L.; HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. Haematological and biochemical responses to training and overtraining. **Equine Veterinary Journal**, v. 31, n. S30, p. 621-625, 1999.

WESTERVELT, R.G.; STOUFFER, J.R.; HINTZ, H.F.; SCHRYVER, H. F. Estimating fatness in horses and ponies. **Journal of Animal Science**, v.3, n.4, p.781-785, 1976.

CAPÍTULO III

INTERAÇÕES DE AMINOÁCIDOS LIVRES SANGUÍNEOS COM A DIETA E TESTE DE ESFORÇO FÍSICO EM EQUINOS ATLETAS

RESUMO

O objetivo do estudo, foi avaliar os teores de aminoácidos nas dietas experimentais, assim como as concentrações de aminoácidos livres no soro sanguíneo de equinos em atividade física intensa, submetidos a teste de esforço físico em esteira de alta velocidade. Foram utilizados 24 equinos da raça Brasileira Hipismo, machos e fêmeas, idade entre oito e quinze anos com peso vivo entre 432 e 560 kg, em treinamento na modalidade de Concurso Completo de Equitação. O treinamento semanal consistiu em média, em 30% passo, 30% trote, 10% galope e 30% saltos. O delineamento foi em esquema inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (dietas), seis repetições (equinos) e um teste de esforço físico em esteira de alta velocidade. As dietas forneceram 7,5%; 9,0%; 11,0% e 13,0% de proteína bruta (PB). O teste de esforço progressivo, consistiu em aquecimento a passo e trote (6 minutos) e galope a partir de 6,0 m/s com incremento da velocidade a cada 1 minuto até 10 m/s. Para as análises de aminoácidos, foram coletadas amostras sanguíneas nos animais no período pré-prandial, antes e ao final do teste. As análises de aminoácidos foram determinadas através de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Os resultados de consumo de aminoácidos foram submetidos à análise de regressão. Os resultados das concentrações séricas de aminoácidos foram submetidos à análises em parcelas sub-divididas, sendo (dietas) as parcelas e os momentos (jejum, antes e final do teste) as sub-parcelas. Os valores de consumo de lisina, treonina, leucina, isoleucina, valina, serina e aspartato foram influenciados pela proteína dietética. Respostas lineares crescentes foram observadas para lisina, treonina, leucina, isoleucina, valina, serina e aspartato ($P < 0,001$) em função dos teores crescentes de proteína. Nas avaliações das concentrações séricas entre os períodos pré-prandial e pós-prandial, houve diferença significativa na lisina, leucina em função das dietas e momento. Não houve diferença nas concentrações séricas entre os períodos pré e pós-prandial de treonina, valina, fenilalanina e serina. Observou-se entretanto, diferença significativa nas concentrações séricas entre os períodos antes e após o teste em esteira, na lisina e leucina em função das dieta ($P=0,005$ e $P=0,004$) e momento ($P=0,021$ e $P=0,03$), da valina e função dieta e da treonina função momento. Não houve diferença nas concentrações séricas entre os períodos de isoleucina, fenilalanina, serina e aspartato. O teste em esteira, induziu alterações mensuráveis nas concentrações séricas de aminoácidos, sendo possível identificar as interações entre os aminoácidos da dieta e, as concentrações de aminoácidos nos momentos antes e após o teste. Contudo, não é possível afirmar que estas alterações sejam respostas do catabolismo muscular.

Palavras chave: Aminoácidos, dieta, equinos, proteína.

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the amino acids levels in the experimental diets, as well as amino acid concentrations in blood serum of horses in intense activity underwent a treadmill exercise test. Twenty four horses, Brazilian Sport Horses, males and females (8.0 to 15.0 yr; 488 ± 32 kg BW; body condition score (BCS) 5.0 to 5.5, training eventing modality were used in a randomized design with four levels of crude protein (CP) diets: 7.5, 9.0, 11.0 and 13.0% of CP, six repetitions and one effort test. The weekly training consisted on average of: walk 30%, trot 30%, gallope 10% and jumps 30%. The treadmill test consisted of walking and trotting warming up (6 minutes) and galloping from 6.0 m/s with increasement in the speed every 1 minute, to reach 10 m/s. Blood samples were collected for amino acid analyzes at pre-prandial period, before and at the end of the test. Amino acid analyzes, were determined by liquid chromatographic (HPLC). The results of amino acids intake were submitted to regression analysis. The results of serum amino acids were also submitted to analysis in split-plot, being (diets) the parcels and the moments (fasting, before and at the end of the test) the sub-parcels. Intake values of lysine, threonine, leucine, isoleucine, valine, serine and aspartate were influenced by dietary protein. Linear responses were observed for lysine, threonine, leucine, isoleucine, valine, serine and aspartate ($P < 0.001$) as a function of increasing protein levels. There were difference, between pre-prandial and post-prandial serum concentration in lysine and leucine according to diets and moment. There were no difference in serum concentrations between the pre and post-prandial in threonine, valine, phenylalanine and serine. But there was a difference between the serum concentrations before and after treadmill test for leucine and lysine according to the diet ($P = 0.005$ and $P = 0.004$) and moment ($P = 0.021$ and $P = 0.03$). More over there was no difference in serum concentration between moments for isoleucine, phenylalanine, serine and aspartate. The treadmill test induced measurable changes in horse's serum concentration of amino acids, it was possible to identify the interactions between dietary amino acid and amino acid moment's concentration. However, it is not possible to confirm that these changes are from muscles catabolism.

Key words: Amino acids, diet, equine, protein.

1 INTRODUÇÃO

Os primeiros estudos da relação proteína e aminoácidos na espécie equina e suas exigências, basearam-se nos estudos da proteína ideal em suínos e aves, onde as estimativas das exigências dos aminoácidos foram correlacionadas aos aminoácidos do tecido muscular (NRC, 2007). Ainda não foi determinada a proteína ideal para equinos, entretanto, os aminoácidos musculares têm sido investigados e fornecem um perfil de aminoácidos que indica uma relação ideal para a espécie, esta relação foi avaliada na proteína muscular por Bryden (1991) e é utilizada nos estudos das exigências nutricionais dos equinos.

A lisina é o primeiro aminoácido limitante para os equinos, está envolvida no metabolismo de formação, crescimento e manutenção corporal desta espécie (GIBBIS & POTTER, 2002). Com o surgimento dos aminoácidos sintéticos, foi possível uma avaliação mais precisa das exigências nas distintas fases de crescimento e produção dos equinos, assim os estudos evoluíram nos animais de esporte (NRC, 2007).

Em relação aos equinos atletas, constatou-se que a relação da proteína e dos aminoácidos da dieta tem papel importante no balanço de nitrogênio, no equilíbrio ácido-base e no metabolismo de reposição da proteína muscular, com destaque para a lisina e a treonina como primeiro e segundo aminoácidos limitantes (GRAHAM-THIERS et al., 2001, 2003, 2005). As exigências de outros aminoácidos dietéticos ainda não foram determinadas para os equinos (WILSON & GRAHAM-THIERS, 2009).

As concentrações de aminoácidos livres no soro ou plasma sanguíneo dos equinos podem variar em diferentes situações, em particular com os diferentes programas nutricionais, tipo e qualidade dos alimentos e período de ingestão (BERGERO et al., 2005; GRAHAM-THIERS & BOWEN, 2011a; 2011b). Contudo, os aminoácidos da dieta propiciam benefícios como a redução do catabolismo proteico durante o exercício e o aumento da síntese proteica muscular pós-exercício, no período de recuperação (MATSUI et al., 2006), além de ter importância na manutenção da integridade muscular dos equinos (HACKL et al., 2009).

Dietas para equinos atletas são formuladas com atenção ao perfil de aminoácidos com a intenção de alterar o *turnover* proteico no animal (BERGERO et al., 2005) e a mensuração dos teores de aminoácidos sanguíneos antes, durante e após os exercícios, possibilita a avaliação das interações entre exercício, dieta e desempenho dos atletas (GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2005b).

Em relação à suplementação com aminoácidos, não há evidências de que esta exerça algum efeito significativo sobre o rendimento físico de equinos, uma vez que os resultados dos estudos são conflitantes (CASINI et al., 2000; ASSENZA et al., 2004; BERGERO et al., 2005; HARRIS, 2009). Entretanto, os cuidados com os excessos de proteína e aminoácidos em dietas de equinos atletas e suas possíveis consequências metabólicas, devem ser criteriosamente avaliadas na formulação (GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2005a; 2005b).

O objetivo do presente estudo foi avaliar os teores de aminoácidos nas dietas e as concentrações de aminoácidos livres no soro sanguíneo de equinos em atividade física intensa submetidos a teste de esforço físico em esteira de alta velocidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento e preparo das amostras foi conduzido no Laboratório de Avaliação do Desempenho de Equinos (LADEq), na Escola de Equitação do Exército, Rio de Janeiro, RJ, no Laboratório de Pesquisas em Saúde Equina (EQUILAB) e as análises cromatográficas no

Núcleo de Pesquisas Micológicas e Micotoxicológicas, ambos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ.

2.2 Animais e Treinamento

Foram utilizados 24 equinos, machos e fêmeas, com média de idade de sete anos, peso vivo (PV) entre 432 e 560 kg e escore corporal entre 5,0 e 5,5, da raça Brasileira Hipismo, em atividade física diária de treinamento na modalidade de concurso completo de equitação (CCE), do curso de instrutores e monitores da Escola de Equitação do Exército. Os animais foram distribuídos em quatro grupos, com quatro machos e duas fêmeas em cada grupo. O sorteio dos animais foi realizado distribuindo em cada grupo animais com dois níveis de experiência: Nível 1 e 1 estrela.

As fases de treinamento e os protocolos de treinamento seguiram a rotina do curso de instrutores e monitores da Escola de Equitação do Exército, na modalidade CCE. Os equinos realizaram atividades físicas 6 dias por semana, com duração diária de 40 a 60 minutos em exercícios de flexionamento, adestramento e saltos em pista de areia e grama. O trabalho semanal consistiu em média de 30% ao passo, 30% ao trote, 10% a galope e 30% em saltos. A cada quinze dias, foram realizados exercícios de salto, galope e treinamento de galope forte na pista de grama.

O ensaio experimental foi iniciado no segundo terço do ciclo intermediário, sendo finalizado ao final do segundo terço do ciclo final de treinamento do curso da Escola de Equitação do Exército na modalidade CCE.

2.3 Ensaio e Delineamento Experimental

Foi realizado um ensaio experimental de 150 dias, com 24 equinos e quatro dietas, no período de junho a novembro de 2010. No 112º dia foi realizado o teste de esforço incremental em esteira de alta velocidade. O delineamento experimental utilizado foi em esquema inteiramente casualizado com quatro tratamentos (dietas), seis repetições (equinos) e um teste de esforço físico em esteira de alta velocidade.

2.4 Dietas Experimentais

Os equinos foram alimentados com dietas experimentais com diferentes níveis de proteína bruta, de 7,5; 9,0; 11,0 e 13,0% PB, definidas como dietas I, II, III e IV. O período de adaptação dos equinos às dietas foi de 21 dias. O alimento concentrado foi oferecido três vezes ao dia, às 4:00, 13:00 e 20:00h, e o volumoso duas vezes ao dia, às 11:00 e 16:00h, na proporção concentrado:volumoso 50:50.

As dietas foram compostas por farelo de soja, aveia laminada, concentrado comercial, óleo de soja (9,33 Mcal) e feno de *coast-cross* (Tabela 1).

Os teores de proteína foram regulados pela inclusão do farelo de soja em 1,5, 7,0, 12,5 e 17,5%, respectivamente para as dietas I, II, III e IV. Na dieta I foi adicionado 0,15% de lisina, para que este não fosse um possível fator limitante no desempenho dos equinos (Tabela 2).

Tabela 1. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e concentração de aminoácidos nos alimentos das dietas experimentais

	Farelo Soja	Aveia laminada	Concentrado comercial		Feno <i>Coast cross</i>			
MS (%)	87,4	89,2	91,9		86,8			
PB (%)	40,5	11,9	13,1		5,3			
Aminoácidos								
	% MS	% PB	% MS	% PB	% MS	% PB	% MS	% PB
Lisina	2,98	7,36	0,51	4,22	0,60	4,58	0,23	4,32
Treonina	1,92	4,74	0,39	3,32	0,40	3,05	0,19	3,58
Leucina	3,22	7,94	0,61	5,10	1,29	9,84	0,29	5,51
Isoleucina	2,09	5,16	0,42	3,50	0,79	6,03	1,28	24,15
Valina	1,99	4,91	0,55	4,60	0,90	6,87	0,19	3,60
Fenilalanina	2,13	5,26	0,56	4,68	0,24	1,83	1,80	33,96
Serina	2,34	5,76	0,47	3,96	0,24	1,83	0,23	4,29
Aspartato	6,62	16,34	0,36	3,01	0,73	5,57	0,30	5,66

Tabela 2. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e concentração de aminoácidos nas dietas experimentais

	Teor de proteína na dieta (%)							
	7,5	9,0	11,0	13,0				
MS (%)	88,1	88,0	87,9	87,9				
PB (%)	7,5	9,0	11,0	13,0				
Aminoácidos (%)								
	% MS	% PB	% MS	% PB	% MS	% PB	% MS	% PB
Lisina	0,35	4,66	0,36	4,01	0,49	4,45	0,62	4,76
Treonina	0,29	3,86	0,32	3,55	0,58	5,27	0,64	4,92
Leucina	0,75	10,01	0,87	9,66	0,90	8,18	1,04	8,00
Isoleucina	0,99	13,20	1,02	11,33	1,13	10,27	1,35	10,38
Valina	0,37	4,93	0,39	4,33	0,43	3,91	0,61	4,69
Fenilalanina	1,38	18,4	1,09	12,11	1,36	12,36	1,38	10,61
Serina	0,33	4,40	0,36	4,01	0,46	4,18	0,66	5,07
Aspartato	0,57	7,60	0,61	6,77	0,76	6,91	0,93	7,15

2.5 Teste de Avaliação de Esforço Físico

O teste de avaliação física dos equinos foi realizado em esteira ergométrica de alta velocidade Galloper 5500 (Sahinco Ltda). Os equinos foram submetidos a um período de adaptação ao exercício em esteira, desde o simples reconhecimento do animal à esteira até o galope confortável em velocidade. O protocolo do teste de esforço progressivo consistiu em aquecimento ao passo e trote por 6 minutos e galope a partir de 6,0 m/s com incremento de 1 m/s na velocidade a cada 1 minuto até 10 m/s. Durante o teste a esteira foi ajustada a inclinação de 4 graus. O tempo total do teste foi de 11 minutos, completando 3.400 m percorridos, seguidos de mais 6 minutos de desaquecimento ao trote e passo, sem inclinação.

2.5.1 Coletas de sangue antes e durante o teste

A preparação dos animais previamente ao teste na esteira de alta velocidade, constou de instalação de catéter e sistema extensor na veia jugular direita com a fixação do cateter na pele do animal, com cola, heparinização do sistema coletor de amostras com solução de cloreto de sódio a 0,9% e heparina sódica.

Para as análises de aminoácidos, foram coletadas amostras sanguíneas nos animais em jejum (pré-prandial – 8 horas jejum) de alimento concentrado e volumoso, em repouso imediatamente antes do teste (pós-prandial – 6 horas) e ao final da última velocidade ao galope (nos últimos 15 segundos). O sangue foi coletado em tubos siliconados sem anticoagulante e centrifugado imediatamente após as coletas, o soro foi armazenado em *ependorfs* de 2 ml sob refrigeração.

2.6 Análise de Aminoácidos nos Alimentos e no Soro Sanguíneo

As análises de aminoácidos das dietas e do soro sanguíneo foram determinadas através de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) ou *high-performance liquid chromatography (HPLC)*, modelo JASCO LC 200 (JASCO Associates®, Inc., Miliford, M.A. - EUA) equipado com uma bomba (modelo LC 200) de sistema de gradiente, injetor Rheodyne (Rheodyne®, Cotati, California – EUA) com *loop* de 20 µl, detector JASCO LC 200 ajustado para os comprimentos de onda de 260 - 460 nm.

O preparo de amostras se deu a partir dos seguintes protocolos:

Foi utilizado padrão externo segundo a metodologia descrita no manual de métodos oficiais de análises da AOAC (1990). Depois de diluído e quantificado ($10,4 \mu\text{g mL}^{-1}$) por espectrofotômetro Shimadzu mod. 2001 (Shimadzu Co.®, Kyoto, Japão), o padrão foi armazenado em frasco âmbar e mantido em freezer a -18°C . Foram feitas diluições seriadas do padrão e análise no cromatógrafo líquido de alta eficiência para se obter a curva de calibração, de onde foram extraídos os limites de detecção e de quantificação da técnica.

Preparo solução padrão de aminoácidos: Para a solução padrão, foi pesada 0,004 g da amostra padrão de cada aminoácido (lisina, treonina, leucina, isoleucina, valina, fenilalanina, serina e aspartato), cada amostra padrão foi diluída em 10 ml de solução tampão fosfato, homogeneizada no Vortex por 1 minuto e no banho de ultrassom por 10 minutos (ANTONIE et al., 1999).

Preparo solução tampão fosfato: foi pesado 0,01g de fosfato dibásico (NaHPO_4), diluídos em 100 ml H_2O Miliq. Homogeneizada no Vortex por 1 minuto e no banho de ultrassom 5 minutos. O pH 5,5 foi conferido com pHmetro (ANTONIE et al., 1999).

Preparo solução derivatizante: 5µg de o-phthaldialdehyde (OPA), 5µl de mercapto etanol, 100µl de etanol. Completou-se com 5ml da solução tampão e homogeneizou-se no banho de ultrassom por 20 minutos. Tempo de utilização de uma semana (congelado).

Preparo das amostras de alimentos (aveia, farelo de soja, ração comercial, sobras do concentrado, feno e sobras de feno): Para a extração da solução com aminoácidos livres foram utilizadas 10g da amostra, adicionadas de solução extratora 75% MeOH (metanol): 30ml

MeOH/10ml H₂O, segundo Antonie et al. (1999) com modificações. As amostras dos alimentos volumosos foram pesadas 10g, colocadas em erlenmeyer de 500ml e adicionados 40 ml de solução extratora (35ml de MeOH e 5ml de H₂O destilada), a mistura foi homogeneizada e aguardou-se 40 minutos para a extração dos compostos. Após os 40 minutos a solução foi filtrada em filtro Whatman n° 1, uma alíquota de 3 ml foi reservada em recipiente âmbar e reduzida com gás nitrogênio. As amostras dos alimentos concentrados, após a fase de filtração, foram colocadas em funil de separação de fases, adicionando-se 15ml de acetonitrila. Após 30 minutos, a parte total da fase mais pesada foi retirada, reservada em recipiente âmbar e reduzida com gás nitrogênio. Após estes procedimentos as amostras foram identificadas e congeladas. Para a injeção (manual) no cromatógrafo, as amostras foram resuspendidas em solução (500µL MeOH + 500µL H₂O Miliq), homogeneizadas no Vortex e filtradas em filtro membrana 0,22µm.

Preparo das amostras de soro sanguíneo - A extração da solução com os aminoácidos livres das amostras de soro sanguíneo, consistiu na adição de 100µl de soro a 2ml de metanol em microtubos que foram centrifugados por 20 minutos a 1400 rpm. Após a centrifugação, 1ml do sobrenadante foi coletado (HILL et al., 1979). Antes da derivatização as amostras foram filtradas em filtro membrana 0,22µm. A derivatização foi realizada com a adição de 20µL da solução derivatizante (OPA) em microtubo contendo 20µL da amostra, seguido de homogeneização no Vortex, aguardando-se 10 minutos para a reação. Seguindo a injeção manual de 20µL da solução no cromatógrafo. Para o cálculo do teor de aminoácido no soro sanguíneo, foi utilizado o peso molecular de cada aminoácido.

Condições cromatográficas propostas: Fase móvel = metanol, acetonitrila e água ultra pura (10:20:70), respectivamente. A coluna utilizada foi uma Hypersil ODS (C18) 5µm tamanho de partícula, 4,6 mm X 25 cm (Thermo Scientific), sem a utilização de pré-coluna. Todos os padrões e amostras foram avaliados em triplicata. Devido a utilização de padrão externo foi necessário um procedimento de coinjeção para garantir os tempos e identidade dos picos avaliados.

2.7 Análises Estatísticas

Os resultados de consumo de aminoácidos foram submetidos à análise de regressão e ajustados aos modelos linear e quadrático utilizando-se o programa SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, 2007), no nível de probabilidade de 5%. Para os resultados das concentrações séricas de aminoácidos livres, as análises estatísticas foram realizadas em parcelas sub-divididas, sendo os tratamentos (dietas) as parcelas e os momentos de coleta (jejum, antes e final do teste) as sub-parcelas. Quando houve efeito da dieta foi procedida a análise de regressão; e quando houve efeito do momento, foi procedido o teste F (P<0,05).

3 RESULTADOS

3.1 Aminoácidos nas Dietas

Com excessão da fenilalanina, os valores de consumo dos aminoácidos lisina, treonina, leucina, isoleucina, valina, serina e aspartato foram influenciados pelo teor de proteína dietética (Tabela 3). Respostas lineares crescentes foram observadas para os aminoácidos lisina, treonina, leucina, isoleucina, valina, serina e aspartato (P<0,01) em função dos teores crescentes de proteína nas dietas experimentais.

Tabela 3. Consumo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e aminoácidos em equinos alimentados com dietas com diferentes teores de proteína

Item	Dieta					P valor	
	I	II	III	IV	EMP	L	Q
MS (kg/dia)	8,0±0,9	8,3±0,9	8,4±1,3	8,5±0,7	0,09	0,1745	0,4430
PB (g/dia)	754,9±84,6	884,6±102,4	1.039,3±130,4	1.208,3±125,5	20,8	<0,0001	<0,0001
Lisina (g/dia)	33,2±2,8	36,6±3,2	48,5±5,6	49,3±2,8	2,7	<0,0001 ¹	0,1451
Treonina (g/dia)	23,1±1,5	25,6±2,0	46,3±2,4	48,4±1,5	0,3	<0,0001 ²	0,2204
Leucina (g/dia)	60,0±3,1	65,6±2,7	70,1±4,9	76,2±1,7	1,8	<0,0001 ³	0,2776
Isoleucina (g/dia)	79,2±2,3	80,6±2,7	89,2±3,1	93,5±1,7	1,0	<0,001 ⁴	0,1367
Valina (g/dia)	29,6±2,5	30,2±2,6	33,2±3,8	41,8±1,1	2,6	<0,0001 ⁵	<0,0001
Fenilalanina (g/dia)	109,4±2,3	84,2±2,2	102,8±4,2	107,4±1,0	1,9	0,2361	0,0035
Serina (g/dia)	25,6±1,8	27,8±2,2	35,8±2,9	46,1±0,9	1,8	<0,0001 ⁶	0,0002
Aspartato (g/dia)	43,5±9,1	46,8±8,0	58,6±18,7	69,4±3,2	10,6	<0,0001 ⁷	0,2105

EMP – Erro médio padrão.

*Regressão linear (L) e quadrática (Q) em função do teor de PB das dietas.

¹ $\hat{Y} = 2,38 + 38,23x$. $r^2 = 0,80$; ² $\hat{Y} = -16,25 + 51,34x$. $r^2 = 0,86$; ³ $\hat{Y} = 39,58 + 28,36x$. $r^2 = 0,97$;

⁴ $\hat{Y} = 57,72 + 27,15x$. $r^2 = 0,89$; ⁵ $\hat{Y} = 10,21 + 22,83x$. $r^2 = 0,84$; ⁶ $\hat{Y} = -4,20 + 36,76x$. $r^2 = 0,93$;

⁷ $\hat{Y} = 6,61 + 46,01x$. $r^2 = 0,94$

Comparando os valores de consumo de aminoácidos a partir das dietas experimentais às recomendações propostas pelo NRC (2007), as quais são baseadas na relação dos aminoácidos do tecido muscular de equinos (BRYDEN, 1991), apenas o consumo de lisina foi deficiente na dieta I em 8,3%. As dietas experimentais forneceram lisina, treonina, leucina, isoleucina, valina e fenilalanina em quantidade semelhante ou acima das recomendações do NRC (2007) para equinos em atividade física intensa (Tabela 4).

Tabela 4. Aminoácidos consumidos nas dietas e valores estimados das exigências diárias de aminoácidos para equinos em exercício intenso

AAs (g/dia)	Dieta							
	I		II		III		IV	
	Peso vivo médio (kg)							
	488,5		482,3		489,0		493,6	
	Consumido	NRC(2007)*	Consumido	NRC(2007)*	Consumido	NRC(2007)*	Consumido	NRC(2007)*
Lisina	33,1	36,1	36,6	35,6	48,5	36,2	49,3	36,5
Treonina	23,1	22,0	25,6	21,7	46,3	22,0	48,4	22,2
Leucina	60,0	39,3	65,6	38,8	70,1	39,3	76,2	39,7
Isoleucina	79,2	19,5	80,6	19,2	89,2	19,5	93,5	19,7
Valina	29,6	22,4	30,2	22,1	33,2	22,4	41,8	22,6
Fenilalanina	109,4	22,4	84,2	22,1	102,8	22,4	107,4	22,6
Serina	25,6	-	27,8	-	35,8	-	46,1	-
Aspartato	43,5	-	46,8	-	58,6	-	69,4	-

* Recomendação NRC (2007) para equinos em atividade física intensa Exigências estimadas considerando a relação lisina e aminoácidos do tecido muscular de equinos (BRYDEN, 1991) como (%): Lis 100, Thr 61, Ile 54, Leu 107, Val 62 e Phe 60.

3.2 Aminoácidos Séricos

O exercício provocou alterações nas concentrações dos aminoácidos séricos de forma individual, ou seja, a alteração de cada aminoácido foi diferente para cada momento.

Nas avaliações das concentrações séricas entre os períodos pré-prandial e pós-prandial, houve diferença significativa na lisina em função das dieta (P=0,03), momento (P=0,008) e interação momento x dieta (P<0,001); leucina em função das dieta (P=0,048), momento (P=0,03) e interação momento x dieta (P=0,001); isoleucina em função das dietas (P=0,03) e no aspartato houve interação momento x dieta (P=0,03). Não houve diferença nas concentrações séricas entre os períodos pré-prandial e pós-prandial de treonina, valina, triptofano, fenilalanina e serina (Tabela 5).

Com relação as análises de regressão em função das dietas, as concentrações séricas de lisina, leucina, isoleucina e aspartato apresentaram respostas quadráticas no período pré-prandial (P=0,002; P=0,006; P=0,004 e P=0,039). No período pós-prandial, as concentrações séricas de lisina e de leucina apresentaram resposta linear crescente (P=0,03 e P=0,04).

Tabela 5. Concentrações de aminoácidos no soro sanguíneo ($\mu\text{mol/L}$) pré-prandial (8 horas jejum) e pós-prandial (5 horas) em equinos alimentados com diferentes teores de proteína

Aas ($\mu\text{mol/L}$)	Momento	Dieta				EMP	P valor		
		I	II	III	IV		L	Q	
Lisina	pré-prandial	272,24 \pm 22,49a	263,38 \pm 6,94a	254,51 \pm 9,45a	270,18 \pm 15,23a	6,9	0,4275	0,0024 ¹	
	pós-prandial	233,73 \pm 4,22b	235,59 \pm 5,37b	237,46 \pm 15,67b	245,30 \pm 7,84b	4,4	0,2205	0,0309 ²	
Treonina	pré-prandial	170,59 \pm 35,32	150,44 \pm 26,63	155,62 \pm 29,42	122,13 \pm 34,55	20,7	0,1222	0,2460	
	pós-prandial	152,43 \pm 26,17	160,45 \pm 34,57	116,54 \pm 29,66	127,86 \pm 23,70	20,6	0,0803	0,2362	
Leucina	pré-prandial	282,42 \pm 23,33a	266,15 \pm 7,20a	264,03 \pm 9,81a	280,33 \pm 16,60a	8,2	0,2361	0,0067 ³	
	pós-prandial	242,47 \pm 4,96b	245,37 \pm 5,57b	248,28 \pm 16,25b	256,05 \pm 7,66b	5,1	0,1751	0,0487 ⁴	
Isoleucina	pré-prandial	388,79 \pm 59,69	293,31 \pm 85,49	300,52 \pm 10,91	326,38 \pm 84,38	37,6	0,0493	0,0048 ⁵	
	pós-prandial	286,46 \pm 83,65	312,33 \pm 84,50	277,24 \pm 88,62	348,74 \pm 91,13	27,7	0,3037	0,4876	
Valina	pré-prandial	348,57 \pm 40,48	320,77 \pm 77,17	343,28 \pm 39,78	421,07 \pm 83,80	37,6	0,1820	0,1507	
	pós-prandial	378,24 \pm 72,73	310,07 \pm 58,96	370,49 \pm 77,14	360,00 \pm 48,86	26,6	0,1219	0,3389	
Fenilalanina	pré-prandial	233,53 \pm 22,32	237,11 \pm 30,31	271,08 \pm 30,93	244,47 \pm 25,62	14,7	0,4689	0,0922	
	pós-prandial	255,53 \pm 45,44	255,36 \pm 42,01	277,00 \pm 29,91	229,46 \pm 45,54	16,8	0,0981	0,4315	
Serina	pré-prandial	367,66 \pm 44,84	355,00 \pm 40,20	324,81 \pm 42,23	345,32 \pm 40,02	15,7	0,4166	0,3158	
	pós-prandial	343,21 \pm 44,32	345,79 \pm 45,01	337,13 \pm 52,30	365,98 \pm 42,22	10,8	0,3543	0,2917	
Aspartato	pré-prandial	191,25 \pm 34,81	170,43 \pm 33,31	156,68 \pm 33,65	168,30 \pm 27,48	12,5	0,0701	0,0398 ⁶	
	pós-prandial	179,98 \pm 45,65	159,23 \pm 34,57	175,70 \pm 41,08	129,91 \pm 29,87	19,7	0,1472	0,1150	

Médias na coluna seguidas por letras minúsculas diferentes diferem pelo teste F (P<0,05)

¹ $\hat{Y} = 691,86 - 88,64x + 0,042x^2$. $R^2 = 0,38$; ² $\hat{Y} = 45,38 + 3,89x - 0,018x^2$. $R^2 = 0,21$;

³ $\hat{Y} = 675,27 - 8,24x + 0,039x^2$. $R^2 = 0,32$; ⁴ $\hat{Y} = 68,11 + 3,60x - 0,0169x^2$. $R^2 = 0,18$;

⁵ $\hat{Y} = 1772,42 - 28,07x + 12,84x^2$. $R^2 = 0,34$; ⁶ $\hat{Y} = 756,20 - 11,32x + 0,052x^2$. $R^2 = 0,19$

Nas avaliações das concentrações séricas entre os períodos antes e após o teste em esteira, houve diferença significativa na lisina em função das dietas (P=0,005), momento (P=0,021) e interação momento x dieta (P=0,003); leucina em função das dietas (P=0,004), momento (P=0,03) e interação momento x dieta (P=0,005); valina em função das dietas (P<0,001); treonina em função do momento (P=0,007) e momento x dieta (P=0,003) e nas concentrações de triptofano houve interação momento x dieta (P=0,01). Não houve diferença nas concentrações séricas entre os períodos de isoleucina, fenilalanina, serina e aspartato (Tabela 6).

Ao final do teste em esteira, foi observada resposta linear das concentrações séricas de treonina (P=0,04) e respostas quadráticas nas concentrações séricas de isoleucina (P=0,02) e valina (P=0,005) em função da proteína dietética. As concentrações de lisina e leucina aumentaram ao final do teste, enquanto as concentrações de treonina diminuíram. No momento antes do teste, houve diferença nas concentrações séricas de lisina (P=0,03) e leucina (P=0,04) em função dos teores de proteína dietética.

Tabela 6. Concentrações séricas de aminoácidos ($\mu\text{mol/L}$) em equinos, antes do teste (pós-prandial 5 horas) e imediatamente após o teste em esteira

Aas ($\mu\text{mol/L}$)	Momento	Dieta				EMP	P valor	
		I	II	III	IV		L	Q
Lisina	Antes	233,73 \pm 4,22b	235,59 \pm 5,37b	237,46 \pm 15,67a	245,30 \pm 7,84b	4,4	0,2205	0,0309 ¹
	Final	243,91 \pm 10,83a	240,52 \pm 15,67a	237,12 \pm 7,84a	247,95 \pm 10,83a	4,0	0,4855	0,1742
Treonina	Antes	152,43 \pm 26,17a	160,45 \pm 34,57a	116,54 \pm 29,66a	127,86 \pm 23,70a	20,6	0,0803	0,2362
	Final	139,05 \pm 39,90b	141,96 \pm 44,70b	109,47 \pm 32,81b	140,09 \pm 4,94b	15,5	0,0497 ²	0,4576
Leucina	Antes	242,47 \pm 4,96b	245,37 \pm 5,57b	248,28 \pm 16,25a	256,05 \pm 7,66a	5,1	0,1751	0,0487 ³
	Final	253,03 \pm 11,23a	249,51 \pm 16,25a	245,99 \pm 7,66b	256,99 \pm 11,23a	4,1	0,4770	0,1240
Isoleucina	Antes	286,46 \pm 83,65	312,33 \pm 84,50	277,24 \pm 88,62	348,74 \pm 91,13	27,7	0,3037	0,4876
	Final	237,54 \pm 10,99	285,18 \pm 86,33	238,53 \pm 99,15	267,88 \pm 35,80	20,2	0,2858	0,0257 ⁴
Valina	Antes	378,24 \pm 72,73	310,07 \pm 58,96	370,49 \pm 77,14	360,00 \pm 48,86	26,6	0,1219	0,3389
	Final	355,26 \pm 77,36	363,60 \pm 73,20	204,56 \pm 76,03	380,36 \pm 48,33	70,7	0,0291	0,0053 ⁵
Fenilalanina	Antes	255,53 \pm 45,44	255,36 \pm 42,01	277,00 \pm 29,91	229,46 \pm 45,54	16,8	0,0981	0,4315
	Final	255,59 \pm 18,98	252,35 \pm 25,61	264,38 \pm 19,04	254,36 \pm 16,03	4,6	0,2544	0,1579
Serina	Antes	343,21 \pm 44,32	345,79 \pm 45,01	337,13 \pm 52,30	365,98 \pm 42,22	10,8	0,3543	0,2917
	Final	357,01 \pm 44,91	336,49 \pm 50,14	346,50 \pm 45,04	368,06 \pm 43,32	11,8	0,1504	0,4913
Aspartato	Antes	179,98 \pm 45,65	159,23 \pm 34,57	175,70 \pm 41,08	129,91 \pm 29,87	19,7	0,1472	0,1150
	Final	123,12 \pm 24,93	131,11 \pm 25,46	144,29 \pm 30,53	160,04 \pm 5,58	14,0	0,4544	0,3138

Médias na coluna seguidas por letras minúsculas diferentes diferem pelo teste F (P<0,05)

¹ $\hat{Y} = 45,38 + 3,89x - 0,018x^2$. $R^2 = 0,21$; ² $\hat{Y} = 71,94 + 52,28x$. $r^2 = 0,13$;

³ $\hat{Y} = 68,11 + 3,60x - 0,016x^2$, $R^2 = 0,18$; ⁴ $\hat{Y} = - 1084,0 + 27,51x$. $r^2 = 0,22$;

⁵ $\hat{Y} = - 1363,5 + 32,18x - 14,54x^2$. $R^2 = 0,34$

4 DISCUSSÃO

Quanto aos aminoácidos dietéticos, o NRC (2007) recomenda para equinos de 488 kg de PV em atividade física intensa, ingestão diária de: lisina (Lis) 36,1g; treonina (Thr) 22g; isoleucina (Ile) 19,5g; leucina (Leu) 39g; valina (Val) 22,4g e fenilalanina (Phe) 22,4g, sem recomendações para triptofano (Trp).

No presente estudo, as quantidades de lisina, treonina, leucina, isoleucina, valina e fenilalanina consumidas pelos equinos nas dietas experimentais foram suficientes e até mais elevadas, para suprir as exigências segundo às recomendação do NRC (2007) para equinos em atividade física intensa, com excessão da lisina na dieta I, que foi consumida com deficiência de 8,3% em relação a exigência da categoria. Os equinos que consumiram a dieta I, consumiram 755 g PB/dia, abaixo da recomendação do NRC (2007) para a categoria, de 840 g PB/dia, ainda a dieta I foi suplementada com lisina. Esta deficiência ocorreu mesmo com os ajustes na formulação para que não houvesse a deficiência no consumo, o que enfatiza a importância da qualidade dos alimentos na formulação de dietas de equinos atletas. No entanto, não foram observados sinais clínicos de deficiência de lisina ou queda no desempenho dos animais que consumiram a dieta com 7,5% de PB.

A treonina foi consumida nas quantidades recomendadas pelo NRC (2007) pelos equinos que consumiram as dietas com 7,5 e 9,0% de PB e 112 e 120% a mais pelos equinos que consumiram as dietas com 11 e 13% de PB. A leucina, isoleucina e valina foram consumidas em média 70, 339 e 50% a mais do que as recomendações do NRC (2007) para equinos em atividade intensa. A quantidade média de fenilalanina consumida pelos equinos esteve 364% acima das recomendações do NRC (2007) para a categoria avaliada.

Em avaliações de concentrações plasmáticas de aminoácidos após jejum de 8 horas, Willson & Graham-Thiers (2009) observaram em potros em crescimento e éguas em lactação, diminuição das concentrações plasmáticas apenas de metionina, sugerindo este como aminoácido limitante para estas fases de produção.

Segundo GRAHAM et al. (1994), estudos com potros em crescimento comprovaram o crescimento de massa muscular, determinando a lisina como o primeiro aminoácido limitante e sugerindo a treonina como o segundo aminoácido limitante para equinos. As exigências dos outros aminoácidos dietéticos ainda não foram determinados para os equinos (WILSON & GRAHAM-THIERS, 2009).

No estudo atual, segundo as estimativas de exigência de treonina de 22g/dia (BRYDEN, 1991) e 31,7g/dia (WILSON & GRAHAM-THIERS, 2009) para equinos de 488 kg PV em atividade intensa (NRC, 2007), os animais consumiram treonina em quantidades semelhantes e acima das recomendações de Bryden (1991), mas considerando as recomendações de Wilson & Graham-Thiers (2009) os animais consumiram as dietas com 7,5 e 9,0% de PB, consumiram quantidade de treonina 24% abaixo das exigências indicadas pelos autores.

Eggum (1970) sugeriu que o excesso de aminoácidos na dieta causaria um aumento nas concentrações de uréia plasmática. Com relação ao teor crescente de proteína das dietas experimentais do presente estudo, poderia-se esperar um aumento no teor de aminoácidos livres do soro sanguíneo, resultando em aumento na concentração de uréia plasmática, o que de fato foi observado nesta variável no Capítulo II. Entretanto, o aumento nas concentrações de uréia plasmática em função dos teores de proteína dietética, não influenciaram negativamente as variáveis de desempenho dos equinos.

No estudo atual, os aminoácidos livres séricos que variaram seus teores em função da concentração de proteína dietética consumida foram a lisina, a valina e a serina, contudo, as variações nas concentrações entre as dietas foram pequenas. Estes teores estão relacionados

aos alimentos utilizados na formulação das dietas e sua qualidade em relação ao perfil de aminoácidos.

As concentrações séricas de lisina, leucina e isoleucina livres foram afetadas pelo teor de proteína da dieta nos períodos pré e pós-prandial. As concentrações séricas de aminoácidos livres do presente estudo, diferiram do período pré-prandial (jejum) em relação ao período pós-prandial com diminuição nas concentrações de lisina e leucina no período pós-prandial, com concentrações médias de lisina 265,07 $\mu\text{mol/L}$ (pré-prandial) e 238,02 $\mu\text{mol/L}$ (pós-prandial); e de leucina 273,23 $\mu\text{mol/L}$ (pré-prandial) e 248,04 $\mu\text{mol/L}$ (pós-prandial). Sugerindo a importância destes aminoácidos para equinos em treinamento. Respostas de declínio nas concentrações de aminoácidos plasmáticos (lisina, treonina, leucina, isoleucina, valina, alanina, fenilalanina e arginina) no período pós-prandial foram anteriormente observadas em equinos (Graham-Thiers & Bowen, 2011d).

Avaliando equinos em atividade física leve consumindo 1,6 g PB/kg de PV, Graham-Thiers & Bowen (2011a) diferente do presente estudo, observaram aumento nas concentrações plasmáticas de lisina (75,7 a 113,5 mmol/L), treonina (74,0 a 110,4 mmol/L), leucina (75,4 a 97,8 mmol/L) e valina livres (141,2 a 178,3 mmol/L) nos períodos pré e pós-prandial. Entretanto, as concentrações de isoleucina (50,5 a 54,7 mmol/L) e fenilalanina (46,3 a 56,7 mmol/L) tiveram comportamento semelhante ao observado no presente estudo, com concentrações de isoleucina (327,12 a 306,19 $\mu\text{mol/L}$) e fenilalanina (246,54 a 254,33 $\mu\text{mol/L}$) sem diferenças nas concentrações entre os períodos pré e pós-prandial.

Essén-Gustavsson et al. (2010) avaliaram equinos em testes curtos e intenso em esteira de alta velocidade e observaram que a dieta não afetou as concentrações de aminoácidos plasmáticos, mas verificaram interação entre as dietas e os momentos de coleta das amostras sanguíneas antes e após teste em esteira para: lisina (51 para 118 $\mu\text{mol/L}$), valina (168 para 306 $\mu\text{mol/L}$), serina (21 para 25 $\mu\text{mol/L}$), isoleucina (52 para 90 $\mu\text{mol/L}$) e leucina (79 para $\mu\text{mol/L}$).

No presente estudo, também foram observadas interações entre a dieta e o momento de coleta (antes e após o teste) nas concentrações dos aminoácidos livres lisina (237 para 242 $\mu\text{mol/L}$), leucina (247 para 251 $\mu\text{mol/L}$) e treonina (139 para 132 $\mu\text{mol/L}$). As diferenças no consumo foram verificadas apenas para a lisina e a leucina, sugerindo que as respostas nas concentrações de treonina estariam apenas associadas ao metabolismo do exercício.

Vários fatores como a composição da dieta, o perfil de aminoácidos da dieta, a quantidade de alimento ingerido, além do manejo alimentar, devem ser considerados na avaliação de aminoácidos livres no plasma ou soro sanguíneo (GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2005; HACKL et al., 2006). Em equinos atletas, mensurações de aminoácidos plasmáticos durante competições de enduro constataram que a carga de trabalho modifica as concentrações de aminoácidos livres na corrente sanguínea (ASSENZA et al., 2004).

No estudo atual, na avaliação do exercício, as concentrações séricas de lisina (238,02 e 242,37 $\mu\text{mol/L}$) e leucina livres (248,04 e 251,38 $\mu\text{mol/L}$) foram influenciadas pelo exercício, com concentrações mais elevadas ao final do teste e as concentrações de treonina livre (139,38 e 132,64 $\mu\text{mol/L}$) foram mais baixas ao final do teste.

Assenza et al. (2004) identificaram alterações nas concentrações sanguíneas de aminoácidos de cadeia ramificada em equinos durante competições de enduro de 20, 32, 60 e 72km e constataram que a intensidade do exercício (carga de trabalho) afeta as concentrações plasmáticas dos aminoácidos livres de cadeia ramificada, com maior redução nas provas longas de 60 e 72 km, com decréscimo de 49% na concentração de leucina, 30% na valina e de 22% na isoleucina livre. Concluindo-se que os aminoácidos de cadeia ramificada são utilizados como fonte de energia em exercícios de longa duração e, conseqüente depleção dos estoques de glicogênio.

Bergero et al. (2005), em estudos com equinos de enduro, observaram que não houve catabolismo de aminoácidos até uma distância de 17 km, mas encontraram durante a prova de 32 km aumentos significativos de alguns aminoácidos livres e, em particular, da alanina e fenilalanina; o aumento na concentração de alanina é devido ao seu papel no transpote da amônia produzida pelo metabolismo muscular, para o fígado. Com estes resultados, os autores sugerem que os aminoácidos contribuem para o metabolismo energético durante exercícios de longa duração. O comportamento das concentrações séricas de aminoácidos livres observados pelos autores citados, antes o após a prova de 32 km, foi semelhante ao observado no presente estudo para lisina (117,3 para 204,1 $\mu\text{mol/L}$) e leucina (144,1 para 294,0 $\mu\text{mol/L}$), com concentrações mais elevadas ao final do exercício. No entanto, na prova de 72 km as concentrações destes aminoácidos diminuíram significativamente, de 133,0 para 123,2 $\mu\text{mol/L}$ lisina e de 136,4 para 69,8 $\mu\text{mol/L}$ leucina.

Os aminoácidos leucina, isoleucina e valina (Aminoácidos de Cadeia Ramificada) são aminoácidos essenciais para os equinos e contribuem na composição das proteínas musculares em 35%, além de fornecer energia às fibras musculares nos momentos de maior exigência (HINCHCLIFF, 2008). Estes aminoácidos são foco de estudos relacionados ao metabolismo de síntese protéica muscular em equinos, pois estão diretamente envolvidos na regulação da síntese de proteína muscular (GRAHAM-THIERS & KRONFELD, 2005).

No homem, a leucina atua como um potente estimulador da secreção de insulina, esta ação é utilizada combinada ao fornecimento de glicose + leucina no período pós-exercício, auxiliando na resíntese de glicogênio. Em equinos, esta resposta pós-exercício foi avaliada por Nostell et al. (2012), entretanto, os autores não observaram correlação entre a resposta de insulina com as concentrações plasmáticas de leucina livre.

O período em que ocorre maior síntese proteica muscular em equinos é entre 2 e 3 horas após o exercício (MATSUI et al., 2006; GRAHAM-THIERS & BOWEN, 2011b). Os autores citados sugerem que este é o melhor momento para aumentar a concentração de aminoácidos livres plasmáticos através do fornecimento na dieta, a fim de estimular a síntese de proteína muscular. No presente estudo não foram avaliadas as concentrações dos aminoácidos no período pós-exercício, mas este é um tema de interesse dos autores para trabalhos futuros que possam contribuir aprimorando as estratégias nutricionais na modalidade de CCE.

A suplementação dos equinos atletas com aminoácidos livres (sintéticos ou naturais) com a intenção de melhorar o desempenho destes animais é tema de muitos estudos, entretanto este não foi foco do estudo atual. Contudo, quando falamos em dietas e proteína dietética para equinos, fica impossível não citar o tema suplementação aminoacídica.

Estudos com suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada não verificaram a capacidade de uma interferência positiva no desempenho de equinos atletas, que recebem dietas adequadas as suas exigências (CASINI et al., 2000; STEFANON et al., 2000). Segundo Hackl et al. (2009) a suplementação dietética de cavalos de esporte com aminoácidos, pode ter importância específica na manutenção da integridade muscular e no auxílio da recuperação muscular após o exercício de equinos atletas.

O efeito sinérgico entre exercício e nutrição no aumento da síntese de proteína muscular em equinos, foi observado por Graham-Thiers & Bowen, (2011b), Matsui et al. (2006) e Graham-Thiers & Kronfeld, (2005), entretanto, ainda são necessários estudos que determinem as exigências dos demais aminoácidos (HARRIS, 2009). É uma questão discutível se as discrepâncias nos estudos de aminoácidos sanguíneos ocorrem pelos diferentes tipos de exercícios, intensidade, treinamento ou idade dos equinos, com alterações na capacidade oxidativa dos músculos ou ainda com a utilização de aminoácidos como fonte de energia (HACKL et al., 2006; 2009). No presente estudo, foi possível observar que em equinos praticantes de atividade física intensa o teste em esteira de alta velocidade induz alterações

mensuráveis nas concentrações séricas de aminoácidos livres. Entretanto, não é possível afirmar que estas alterações sejam respostas do catabolismo muscular. Ainda, pode-se resaltar a interação entre os aminoácidos da dieta e as concentrações séricas de aminoácidos livres nos diferentes momentos de avaliação.

5 CONCLUSÕES

Os exercícios em esteira de alta velocidade induzem alterações mensuráveis nas concentrações séricas de aminoácidos livres em equinos treinados na modalidade de CCE.

Nas avaliações das concentrações séricas dos aminoácidos livres antes e após o teste em esteira houve diferenças nas concentrações de lisina e leucina em função da proteína dietética e do teste e, da concentração de treonina em função do teste.

O fornecimento e o consumo de aminoácidos estão relacionados a qualidade dos alimentos utilizados na formulação das dietas e ao perfil de aminoácidos destes alimentos.

As concentrações séricas de aminoácidos livres nos períodos pré-prandial e pós-prandial, as concentrações de lisina e leucina livres foram influenciadas pela proteína dietética e mais elevadas no momento pré-prandial.

Pode-se considerar que uma dieta suplementada com aminoácidos, principalmente em casos de deficiência, favorece reações catabólicas posteriores para obtenção de outros aminoácidos, entretanto, estes aminoácidos da dietas não são os únicos responsáveis nestes processos metabólicos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTONIE, F. R.; WEI, C. I.; LITTELL, R. C.; MARSHALL, M. R. HPLC Method for analysis of free amino acids in fish using o-phthaldialdehy de precolumn derivatization. **Journal of Agriculture Food Chemical**, v.47, n.12. p.5100-5107,1999.
- ASSENZA, A.; BERGERO, D.; TARANTOLA, M.; PICCIONE, G.; CAOLA, G. Blood serum branched chain amino acids and tryptophan modifications in horses competing in long-distance rides of different length. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.88, p.172-177, 2004.
- BERGERO, D.; ASSENZA, A.; SCHIAVONE, A.; PICCIONE, G.; PEROAN, G.; CAOLA, G. Amino acid concentrations in blood serum of horses performing long lasting low-intensity exercise. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.89, p.146-150, 2005.
- BRYDEN, W. L. Amino acid requirements of horses estimated from tissue composition. In **Proceedings...** Nutrition Society of Australia. p:16:53, 1991.
- CASINI, L.; GATTA, D.; MAGNI, L.; COLOMBANI, B. Effect of prolonged branched-chain amino acid supplementation on metabolic response to anaerobic exercise in Standardbreds. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.20, n.2, p.120-123, 2000.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; KRONFELD, D.S. Amino acid supplementation improves muscle mass in aged and young horses. **Journal of Animal Science**, v. 83, p.2783-2788, 2005b.
- GRAHAM-THIERS, P. M.; OTT, E. A.; BRENDEMUHL, J. H.; TENBROECK, S. H. The effect of supplemental lysine and threonine on growth and development of yearling horses. **Journal of Animal Science**, v.72, p.380-386, 1994.
- GRAHAM-THIERS, P.M.; BOWEN, L.K. The effect of time of feeding on plasma amino acids during exercise and recovery. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.31, n.5, p.281-282, 2011b.
- GRAHAM-THIERS, P.M.; BOWEN,L.K. Effect of protein source on nitrogen balance and plasma amino acids in exercising horses. **Journal of Animal Science**, v.89, n.3, p.729-735, 2011a.
- GRAHAM-THIERS, P.M; KRONFELD, D.S. Dietary protein influences acid-base balance in sedentary horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.25, n.10, p.434-438, 2005a.
- GRIMMETT, A.; SILLENCE, M.N. Calmatives for the excitable horse: a review of L-tryptophan. **Veterinary Journal**, v.170, n.1, p.24-32, 2005.
- HACKL, S.; VAN DEN HOVEN, R.; ZICKL, M.; SPONA, J.; ZENTEK, J. The effects of short intensive exercise on plasma free amino acids in Standardbred Trotters. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.93, p.165-173, 2009.
- HACKL, S; VAN DEN HOVEN, R.; ZICKL, M.; SPONA, J.; ZENTEK, J. Individual differences and repeatability of post-prandial changes of plasma-free amino acids in young horses. **Journal of Veterinary Medicine**, v.53, n.9, p. 439-444, 2006.
- HARRIS, P.A. Ergogenic aids in the performance horse. **Nutrition of the exercising horse**. EAAP publication, n.125, p.373-398, 2008.
- HARRIS, P.A. Feeding management of elite endurance horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.25, p.137-153, 2009.
- HILL, D. W.; WALTERS, F. H.; WILSON, T. D.; STUART, J. D. High Performance Liquid

Chromatographic determination of amino acids in the picomole range. **Analytical Chemistry**, v.51, n.8, p.1338-1341, 1979.

MATSUI, A.; OHMURA, H.; ASSAIT, Y.; TAKAHASHI, T.; HIRAGA, A.; OKAMURA, K.; TOKIMURA, H.; SUGINO, T.; OBITSU, T.; TANIGUCHI, K. Effect of amino acid and glucose administration following exercise on turnover of muscle protein in the hindlimb femoral region of Thoroughbreds. **Equine Veterinary Journal**, v.36, p.611-616, 2006.

NOSTELL, K.; ESSÉN-GUSTAVSSON, B; BRÖJER, J.T. Repeated post-exercise administration with a mixture of leucine and glucose alters the plasma amino acid profile in Standardbred trotters. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.54, n.1, p.1-9, 2012.

STEFANON, B.; BETTINI, C.; GUGGIA, P. Administration of branched-chain amino acids to Standardbred horses in training. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.20, n.2, p.115-119, 2000.

WILSON, J. A.; GRAHAM-THIERS, P. M. Muscle and Plasma Amino Acids in Pregnant/Lactating Mares and their Weanling Foals. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 29, n.5, p.370-371, 2009.

CONCLUSÕES GERAIS

Já está comprovado o efeito sinérgico entre nutrição e exercício em equinos, por isso, as pesquisas buscam de forma incessante a identificação das exigências e benefícios que possam atuar positivamente no desempenho produtivo desta espécie.

Considerando as condições experimentais, foi possível verificar que:

- O consumo de alimento e de água dos equinos, não foi influenciado pela proteína dietética;
- Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido são influenciados pelos teores de proteína bruta da dieta;
- A resposta máxima de digestibilidade da proteína bruta foi estimada com a inclusão de 11,6% de PB na dieta;
- O balanço de nitrogênio é alterado pelo teor de proteína da dieta de equinos e, a principal via de excreção do excesso de proteína ou nitrogênio na dieta em equinos é a urinária;
- Os equinos que consumiram 171 g N/dia e 753 g PD/dia, tiveram o balanço de nitrogênio mais equilibrado, considerando as exigências de nitrogênio, a excreção urinária de água e nitrogênio e, a eficiência na retenção de N em relação ao nitrogênio absorvido;
- Na avaliação da condição corporal do equino atleta da modalidade de CCE, o escore corporal e associado a mensuração da espessura de gordura da garupa por ultrassonografia, se mostraram eficientes na avaliação corporal;
- As concentrações séricas de uréia durante e após o exercício, foram influenciadas pelos teores de proteína dietética, entretanto, não afetaram outras variáveis que pudessem interferir no desempenho dos equinos, sugerindo-se atenção aos teores proteicos da dieta de equinos atletas;
- Os teores de proteína dietética avaliados no presente estudo não afetaram as variáveis de desempenho relacionadas às concentrações de lactato e a frequência cardíaca, pH, equilíbrio ácido-base e o equilíbrio hidroeletrolítico dos equinos em atividade física de alta intensidade;
- O equilíbrio ácido-base foi mantido pela elevação da concentração do bicarbonato e excesso de base no sangue com o aumento do teor de proteína nas dietas;
- Exercícios em esteira de alta velocidade induziram alterações mensuráveis nas concentrações séricas de aminoácidos livres em equinos;
- Não houve deficiência de consumo de aminoácidos nas dietas experimentais;
- O consumo de aminoácidos está relacionado ao perfil de aminoácidos dos alimentos e dos suplementos utilizados na formulação das dietas;
- Os animais não tiveram incremento no desempenho físico no período avaliado, mantendo o peso e escore corporal, bem como as variáveis de desempenho.

ANEXOS

ANEXO A	Capitulo I – Análises estatísticas
ANEXO B	Capitulo II – Análises estatísticas
ANEXO C	Capitulo III – Aminograma padrão e Análises estatísticas

ANEXO A - CAPITULO I Análises estatísticas

Variáveis de consumo

Procedimento = Modelos Pré-definidos Análises de Regressão

Objetivo = Regressão linear simples e múltipla

Independente NIVEL

Modelo = Linear Dependente = Peso vivo					
Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.475422E+03				
NIVEL	0.129678E+00	0.372575E+00	0.348058	0.075734	0.3656
R2	0.005736				
R2 ajustado	-0.041610				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	116.8395	116.8395	0.12	*****
Independente	21	20253.77	964.4652		

Modelo = Linear Dependente = Consumo MS em relação ao PV					
Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.152204E+01				
NIVEL	0.178060E-02	0.202239E-02	0.880443	0.188678	0.1943
R2	0.035599				
R2 ajustado	-0.10325				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	0.2202889E-01	0.2202889E-01	0.78	*****
Independente	21	0.5967738	0.2841780E-01		

Modelo = Linear Dependente = Consumo MS em KG					
Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.721835E+01				
NIVEL	0.108135E-01	0.112877E-01	0.957984	0.204626	0.1745
R2	0.041872				
R2 ajustado	-0.003753				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	0.8124386	0.8124386	0.92	*****
Independente	21	18.59059	0.8852663		

Modelo = Linear Dependente = Consumo MO					
Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.612901E+04				
NIVEL	0.722847E+01	0.902226E+01	0.801183	0.172220	0.2160
R2	0.029660				
R2 ajustado	-0.016547				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	363038.8	363038.8	0.64	*****
Independente	21	0.1187707E+08	565574.8		

Modelo = Linear Dependente = Consumo EE					
Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.120961E+03				
NIVEL	-0.165681E+00	0.118977E+00	-1.392546	-0.290751	0.0892
R2	0.084536				
R2 ajustado	0.040942				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	190.7251	190.7251	1.94	0.1783
Independente	21	2065.417	98.35319		

Modelo = Linear Dependente = Consumo FDN					
Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.350597E+04				
NIVEL	0.383280E+01	0.631546E+01	0.606891	0.131288	0.2752
R2	0.017237				
R2 ajustado	-0.029562				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	102068.4	102068.4	0.37	*****
Independente	21	5819542.	277121.1		

Modelo = Linear Dependente = Consumo FDA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.161817E+04				
NIVEL	0.148398E+01	0.309489E+01	0.479493	0.104066	0.3183
R2	0.010830				
R2 ajustado	-0.036274				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	15300.78	15300.78	0.23	*****
Independente	21	1397556.	66550.28		

Modelo = Linear Dependente = Consumo de PB g/ kg MS

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.125558E+02				
NIVEL	0.106327E+01	0.570814E-01	18.627238	0.971046	0.0000
R2	0.942931				
R2 ajustado	0.940213				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	7855.003	7855.003	346.97	0.0000
Independente	21	475.4105	22.63859		

Modelo = Linear Dependente = Consumo de PB g/ dia

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.196534E+02				
NIVEL	0.100869E+02	0.130849E+01	7.708821	0.859587	0.0000
R2	0.738890				
R2 ajustado	0.726456				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	706926.5	706926.5	59.43	0.0000
Independente	21	249814.5	11895.93		

Modelo = Linear Dependente = Consumo de PB g/ kg PV

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.218539E-01				
NIVEL	0.200115E-01	0.210538E-02	9.504930	0.900775	0.0000
R2	0.811395				
R2 ajustado	0.802414				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	2.782392	2.782392	90.34	0.0000
Independente	21	0.6467548	0.3079785E-01		

Modelo = Linear Dependente = Consumo de nitrogênio

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.314455E+01				
NIVEL	0.161390E+01	0.209358E+00	7.708821	0.859587	0.0000
R2	0.738890				
R2 ajustado	0.726456				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	18097.32	18097.32	59.43	0.0000
Independente	21	6395.251	304.5358		

Coefficientes de digestibilidade

Modelo = Linear Dependente = Coeficiente de digestibilidade MS

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.413212E+02				
NIVEL	0.110576E+00	0.599720E-01	1.843787	0.373267	0.0397
R2	0.139328				
R2 ajustado	0.098344				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	84.95287	84.95287	3.40	0.0794
Independente	21	524.7780	24.98943		

Modelo = Quadrático Dependente = Coeficiente de digestibilidade da MS

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.122378E+02				
NIVEL	0.122246E+01	0.604031E+00	2.023837	5.027387	0.0279
NIVEL ²	-0.555866E-02	0.293265E-02	-1.895440	-4.708440	0.0359
R2	0.240643				
R2 ajustado	0.168323				

Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	146.7312	73.36558	3.33	0.0555
Independente	21	463.0153	22.04835		

Modelo = Linear Dependente = Coeficiente de digestibilidade MO

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.437938E+02				
NIVEL	0.794368E-01	0.457574E-01	1.736045	0.347113	0.0483
R2	0.120487				
R2 ajustado	0.080510				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	65.07405	65.07405	3.01	0.0965
Independente	22	475.0162	21.59165		

Modelo = Quadrático Dependente = Coeficiente de digestibilidade MO

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.207021E+02				
NIVEL	0.138930E+01	0.540488E+00	2.570458	6.070789	0.0089
NIVEL ²	-0.637827E-02	0.262413E-02	-2.430618	-5.740521	0.0121
R2	0.313593				
R2 ajustado	0.248221				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	169.3687	84.68433	4.80	0.0192
Independente	21	370.7216	17.65341		

Modelo = Linear Dependente = Coeficiente de digestibilidade da PB

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.400399E+02				
NIVEL	0.287485E+00	0.561589E-01	5.119142	0.745076	0.0000
R2	0.555138				
R2 ajustado	0.533954				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	574.2368	574.2368	26.21	0.0000
Independente	21	460.1675	21.91274		

Modelo = Quadrático Dependente = Coeficiente de digestibilidade da PB

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.347661E+02				
NIVEL	0.186364E+01	0.742636E+00	2.509496	4.830002	0.0104
NIVEL ²	-0.804126E-02	0.377951E-02	-2.127596	-4.094964	0.0230
R2	0.637242				
R2 ajustado	0.600966				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	659.1658	329.5829	17.57	0.0000
Independente	20	375.2385	18.76193		

Modelo = Linear Dependente = Coeficiente de digestibilidade da EB

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.809963E+02				
NIVEL	0.278167E-01	0.250679E-01	1.109653	0.235345	0.1398
R2	0.055387				
R2 ajustado	0.010406				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	5.376134	5.376134	1.23	0.2797
Independente	21	91.68858	4.366123		

Modelo = Quadrático Dependente = Coeficiente de digestibilidade da EB

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.667632E+02				
NIVEL	0.323143E+00	0.262289E+00	1.232011	3.330769	0.1158
NIVEL ²	-0.147548E-02	0.127344E-02	-1.158654	-3.132447	0.1298
R2	0.100561				
R2 ajustado	0.014900				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	9.760969	4.880484	1.17	0.3286
Independente	21	87.30427	4.157346		

Modelo = Linear Dependente = Coeficiente de digestibilidade do EE

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.850532E+02				
NIVEL	0.150918E-01	0.237308E-01	0.635959	0.137460	0.2658
R2	0.018895				
R2 ajustado	-0.027824				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	1.582498	1.582498	0.40	*****
Independente	21	82.16838	3.912780		

Modelo = Quadrático Dependente = Coeficiente de digestibilidade do EE

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.676091E+02				
NIVEL	0.375023E+00	0.243232E+00	1.541836	4.155840	0.0690
NIVEL ²	-0.178521E-02	0.118092E-02	-1.511714	-4.074649	0.0728
R2	0.105967				
R2 ajustado	0.020821				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	8.898874	4.449437	1.24	0.3085
Independente	21	75.07857	3.575170		

Modelo Linear Dependente = Coeficiente de digestibilidade da FDN

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.185404E+02				
NIVEL	0.195940E+00	0.754396E-01	2.597309	0.493087	0.0084
R2	0.243135				
R2 ajustado	0.207093				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	266.7511	266.7511	6.75	0.0168
Independente	21	830.3827	39.54203		

Modelo = Quadrático Dependente = Coeficiente de digestibilidade da FDN

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.473124E+02				
NIVEL	0.156943E+01	0.764979E+00	2.051603	4.806458	0.0264
NIVEL ²	-0.690786E-02	0.371407E-02	-1.859919	-4.357383	0.0385
R2	0.324577				
R2 ajustado	0.260251				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	356.8757	178.4378	5.05	0.0162
Independente	21	742.6341	35.36353		

Modelo = Linear Dependente = Coeficiente de digestibilidade da FDA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.966176E+01				
NIVEL	0.185618E+00	0.792188E-01	2.343108	0.455250	0.0145
R2	0.207253				
R2 ajustado	0.169503				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	239.3872	239.3872	5.49	0.0290
Independente	21	915.6629	43.60300		

Modelo = Quadrático Dependente = Coeficiente de digestibilidade da FDA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.414530E+02				
NIVEL	0.125513E+01	0.825636E+00	1.520201	3.742436	0.0717
NIVEL ²	-0.540038E-02	0.400857E-02	-1.347210	-3.316566	0.0961
R2	0.254206				
R2 ajustado	0.183178				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	294.8626	147.4313	3.58	0.0460
Independente	21	865.0748	41.19404		

Variáveis de digestão

Modelo = Linear Dependente = MS digestível

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.289954E+01				
NIVEL	0.139700E-01	0.535519E-02	2.608680	0.494718	0.0082

R2	0.244746
R2 ajustado	0.208781
Análise de Variância	
Fontes de Variação	GL Soma de Quadrados Quadrado Médio F Probab.
Devido a Regressão	1 1.355972 1.355972 6.81 0.0164
Independente	21 4.184356 0.1992551

Modelo = Linear		Dependente = Proteína digestível			
Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.147047E+03				
NIVEL	0.812982E+01	0.700814E+00	11.600544	0.927087	0.0000
R2	0.859490				
R2 ajustado	0.853103				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	681594.0	681594.0	134.57	0.0000
Independente	22	111427.3	5064.879		

Modelo = Linear		Dependente = Energia digestível			
Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.245718E+02				
NIVEL	0.398129E-01	0.346842E-01	1.147867	0.242979	0.1320
R2	0.059039				
R2 ajustado	0.014231				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	11.01302	11.01302	1.32	0.2639
Independente	21	175.5264	8.358400		

Modelo = Linear		Dependente = Relação PB:ED			
Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.745766E+01				
NIVEL	0.264630E+00	0.147695E-01	17.917265	0.967401	0.0000
R2	0.935865				
R2 ajustado	0.932950				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	722.1721	722.1721	321.03	0.0000
Independente	22	49.49028	2.249558		

Modelo = Linear		Dependente = Energia digestível em relação ao PV			
Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.251082E+02				
NIVEL	0.336018E-01	0.278246E-01	1.207631	0.249336	0.1200
R2	0.062168				
R2 ajustado	0.019540				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	11.64364	11.64364	1.46	0.2400
Independente	22	175.6479	7.983998		

Balço hídrico

Modelo = Linear		Dependente = Consumo de água			
Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.200505E+02				
NIVEL	0.367440E-01	0.366046E-01	1.003810	0.259117	0.1663
R2	0.067141				
R2 ajustado	0.000509				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	6.750608	6.750608	1.01	0.3325
Independente	14	93.79254	6.699467		

Modelo = Linear		Dependente = Consumo de água pela dieta			
Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.126409E+01				
NIVEL	-0.316955E-02	0.859086E-03	-3.689447	-0.702121	0.0012
R2	0.492974				
R2 ajustado	0.456758				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	0.5023028E-01	0.5023028E-01	13.61	0.0024
Independente	14	0.5166198E-01	0.3690142E-02		

Modelo = Linear Dependente = Consumo Total de água

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.213146E+02				
NIVEL	0.335744E-01	0.365781E-01	0.917884	0.238251	0.1871
R2	0.056763				
R2 ajustado	-0.10611				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	5.636218	5.636218	0.84	*****
Independente	14	93.65703	6.689788		

Modelo = Linear Dependente = Água excretada na urina

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.600559E+00				
NIVEL	0.854160E-01	0.324747E-01	2.630230	0.575086	0.0099
R2	0.330724				
R2 ajustado	0.282918				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	36.47947	36.47947	6.92	0.0198
Independente	14	73.82253	5.273038		

Modelo = Linear Dependente = Água excretada nas fezes

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.997737E+01				
NIVEL	-0.160196E-01	0.255902E-01	-0.626004	-0.165013	0.2707
R2	0.027229				
R2 ajustado	-0.042254				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	1.283132	1.283132	0.39	*****
Independente	14	45.84001	3.274286		

Modelo = Linear Dependente = Excreção total de água

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.937681E+01				
NIVEL	0.693964E-01	0.396862E-01	1.748629	0.423387	0.0511
R2	0.179257				
R2 ajustado	0.120632				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	24.07933	24.07933	3.06	0.1022
Independente	14	110.2496	7.874969		

Modelo = Linear Dependente = Balanço hídrico

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.119377E+02				
NIVEL	-0.358220E-01	0.403021E-01	-0.888837	-0.231120	0.1946
R2	0.053416				
R2 ajustado	-0.014197				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	6.416075	6.416075	0.79	*****
Independente	14	113.6982	8.121302		

Balanço de nitrogênio

Modelo = Linear Dependente = Nitogenio consumido

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.385601E+01				
DIETA	0.153534E+01	0.216796E+00	7.081969	0.884181	0.0000
R2	0.781776				
R2 ajustado	0.766189				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	16206.21	16206.21	50.15	0.0000
Independente	14	4523.780	323.1271		

Modelo = Linear Dependente = Nitrogenio fecal

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.372718E+02				
DIETA	0.183189E+00	0.121575E+00	1.506802	0.373557	0.0770
R2	0.139545				
R2 ajustado	0.078083				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	230.7126	230.7126	2.27	0.1541
Independente	14	1422.613	101.6152		

Modelo = Linear Dependente = Nitrogenio absorvido

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.226300E+02				
DIETA	0.126045E+01	0.145679E+00	8.652239	0.917851	0.0000
R2	0.842451				
R2 ajustado	0.831197				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	10922.54	10922.54	74.86	0.0000
Independente	14	2042.654	145.9038		

Modelo = Linear Dependente = Nitrogenio urinário

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.337191E+02				
DIETA	0.128033E+01	0.126506E+00	10.120696	0.937952	0.0000
R2	0.879755				
R2 ajustado	0.871166				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	11269.87	11269.87	102.43	0.0000
Independente	14	1540.374	110.0267		

Modelo = Quadrático Dependente = Nitrogenio retido

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.362766E+02				
DIETA	-0.658773E+00	0.837816E+00	-0.786298	-2.650471	0.2229
DIETA²	0.355754E-02	0.406770E-02	0.874584	2.948066	0.1988
R2	0.134418				
R2 ajustado	0.001252				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	57.08958	28.54479	1.01	0.3913
Independente	13	367.6261	28.27893		

Modelo = Quadrático Dependente = N retido em relação ao N consumido

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.283713E+02				
DIETA	-0.471733E+00	0.428270E+00	-1.101486	-3.812120	0.1453
DIETA²	0.225425E-02	0.207930E-02	1.084138	3.752081	0.1490
R2	0.087545				
R2 ajustado	-0.052833				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	9.216430	4.608215	0.62	*****
Independente	13	96.06025	7.389250		

Modelo = Quadrático Dependente = N retido em relação ao N absorvido

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.485488E+02				
DIETA	-0.805265E+00	0.627513E+00	-1.283263	-4.330450	0.1109
DIETA²	0.376244E-02	0.304665E-02	1.234942	4.167387	0.1194
R2	0.132497				
R2 ajustado	-0.00965				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	31.49860	15.74930	0.99	*****
Independente	13	206.2313	15.86395		

ANEXO B - CAPITULO II Análises estatísticas

Variáveis de Avaliação Corporal

Procedimento = Arranjos Fatoriais em parcelas sub divididas

Peso Vivo

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	95	151706.4			
Total de Redução	35	105289.6	3008.274	3.89	0.0000
DIETA	3	729.5946	243.1982	0.05	*****
** ERRO(A) **	20	95030.18	4751.509		
MES	3	549.2112	183.0704	0.24	*****
MES*DIETA	9	8980.600	997.8445	1.29	0.2614
Resíduo	60	46416.86	773.6143		
Coef. de Variação =	5.6709				

Gordura corporal

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	95	412.0962			
Total de Redução	35	357.5713	10.21632	11.24	0.0000
DIETA	3	43.75125	14.58375	0.99	*****
** ERRO(A) **	20	295.5750	14.77875		
MES	3	3.861250	1.287083	1.42	0.2468
MES*DIETA	9	14.38375	1.598194	1.76	0.0955
Resíduo	60	54.52500	0.9087500		
Coef. de Variação =	7.3084				

Gordura na Base do Pescoço

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	95	1.244677			
Total de Redução	35	0.6004375	0.1715536E-01	1.60	0.0547
DIETA	3	0.8469612E-01	0.2823204E-01	1.37	0.2608
** ERRO(A) **	20	0.4123175	0.2061587E-01		
MES	3	0.7260125E-02	0.2420042E-02	0.23	*****
MES*DIETA	9	0.9616371E-01	0.1068486E-01	1.00	*****
Resíduo	60	0.6442392	0.1073732E-01		
Coef. de Variação =	39.673				

Gordura Meio do Pescoço

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	95	1.079175			
Total de Redução	35	0.4573338	0.1306668E-01	1.26	0.2119
DIETA	3	0.2397446E-01	0.7991486E-02	0.44	*****
** ERRO(A) **	20	0.3611092	0.1805546E-01		
MES	3	0.4877212E-01	0.1625738E-01	1.57	0.2063
MES*DIETA	9	0.2347804E-01	0.2608671E-02	0.25	*****
Resíduo	60	0.6218408	0.1036401E-01		
Coef. de Variação =	73.076				

Gordura na Garupa

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	95	18.32178			
Total de Redução	35	15.95002	0.4557150	11.53	0.0000
DIETA	3	1.668858	0.5562861	0.82	*****
** ERRO(A) **	20	13.56007	0.6780038		
MES	3	0.1618583	0.5395278E-01	1.36	0.2622
MES*DIETA	9	0.5592333	0.6213704E-01	1.57	0.1445
Coef. de Variação =	21.484				

Escore Corporal

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	95	14.32240			
Total de Redução	35	11.23115	0.3208899	6.23	0.0000
DIETA	3	0.3661458	0.1220486	0.23	*****
** ERRO(A) **	20	10.46375	0.5231875		
MES	3	0.1061458	0.3538194E-01	0.69	*****
MES*DIETA	9	0.2951042	0.3278935E-01	0.64	*****
Resíduo	60	3.091250	0.5152083E-01		
Coef. de Variação =	4.4827				

Procedimento = Correlações Objetivo = Correlações paramétricas de Pearson
Variáveis (1) = PV % GORDUR BPESCOÇO MPESCOÇO GARUPA SCORE

Variável	Variável	Observações	Correlação	T	Significância
PV	PV	80	1.0000	*****	0.0001
PV	% GORDUR	80	0.3384	3.1763	0.0007
PV	BPESCOÇO	80	0.1942	1.7489	0.0402
PV	MPESCOÇO	80	0.1174	1.0441	0.1482
PV	GARUPA	80	0.3499	3.2987	0.0005
PV	SCORE	80	0.4255	4.1531	0.0001
% GORDUR	% GORDUR	80	1.0000	*****	0.0001
% GORDUR	BPESCOÇO	80	0.4840	4.8852	0.0001
% GORDUR	MPESCOÇO	80	0.4159	4.0395	0.0001
% GORDUR	GARUPA	80	0.9919	*****	0.0001
% GORDUR	SCORE	80	0.7618	10.3847	0.0001

BPESCOÇO BPESCOÇO	80	1.0000	*****	0.0001
BPESCOÇO MPESCOÇO	80	0.5232	5.4216	0.0001
BPESCOÇO GARUPA	80	0.4942	5.0212	0.0001
BPESCOÇO SCORE	80	0.3948	3.7949	0.0001
MPESCOÇO MPESCOÇO	80	1.0000	*****	0.0001
MPESCOÇO GARUPA	80	0.4397	4.3239	0.0001
MPESCOÇO SCORE	80	0.4550	4.5128	0.0001
GARUPA GARUPA	80	1.0000	*****	0.0001
GARUPA SCORE	80	0.7725	10.7438	0.0001
SCORE SCORE	80	1.0000	*****	0.0001

Variáveis de Desempenho

Procedimento = Arranjos Fatoriais em parcelas sub divididas

VL2

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	43.14437			
Total de Redução	27	34.88450	1.292019	3.13	0.0054
DIETA	3	1.691903	0.5639676	0.35	*****
** ERRO(A) **	20	32.67021	1.633510		
TESTE	1	0.9863912E-01	0.9863912E-01	0.24	*****
DIETA*TESTE	3	0.4237553	0.1412518	0.34	*****
Resíduo	20	8.259862	0.4129931		
Coef. de Variação =		10.081			

VL4

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	46.82517			
Total de Redução	27	40.74673	1.509138	4.97	0.0002
DIETA	3	2.578904	0.8596345	0.45	*****
** ERRO(A) **	20	37.91559	1.895780		
TESTE	1	0.1322114E-01	0.1322114E-01	0.04	*****
DIETA*TESTE	3	0.2390167	0.7967224E-01	0.26	*****
Resíduo	20	6.078438	0.3039219		
Coef. de Variação =		6.7718			

V150

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	117.1618			
Total de Redução	27	91.00582	3.370586	2.58	0.0163
DIETA	3	12.32905	4.109683	1.10	0.3719
** ERRO(A) **	20	74.65972	3.732986		
TESTE	1	2.314408	2.314408	1.77	0.1984
DIETA*TESTE	3	1.702642	0.5675472	0.43	*****
Resíduo	20	26.15595	1.307797		
Coef. de Variação =		31.027			

V200

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	47.43853			
Total de Redução	27	36.94184	1.368216	2.61	0.0153
DIETA	3	1.060923	0.3536410	0.27	*****
** ERRO(A) **	20	25.93616	1.296808		
TESTE	1	7.672002	7.672002	14.62	0.0011
DIETA*TESTE	3	2.272756	0.7575854	1.44	0.2599
Resíduo	20	10.49669	0.5248346		
Coef. de Variação =		8.8979			

UREIA ANTES E AO FINAL DO EXERCÍCIO

Procedimento = Arranjos Fatoriais em parcelas sub sub divididas

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	95	23123.64			
Total de Redução	55	21097.67	383.5940	7.57	0.0000
DIET	3	6011.730	2003.910	3.80	0.0174
** ERRO(A) **	20	10551.08	527.5541		
TEST	1	1308.917	1308.917	18.34	0.0001
DIET*TEST	3	1184.648	394.8825	5.53	0.0028
** ERRO(B) **	20	1427.604	71.38018		
MOM	1	66.73335	66.73335	1.32	0.2579
MOM*DIET	3	167.8874	55.96246	1.10	0.3584
MOM*TEST	1	247.2984	247.2984	4.88	0.0329
MOM*DIET*TEST	3	131.7732	43.92440	0.87	*****
Resíduo	40	2025.972	50.64929		
Coef. de Variação =		15.239			

Procedimento = Seleção **Seleção** = TEST =1

Objetivo = Regressão linear simples e múltipla

Modelo = Linear Dependente = Concentração de uréia antes e ao final do exercício

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.114649E+02				
DIET	0.311536E+00	0.876399E-01	3.554727	0.464220	0.0004
R2	0.215500				
R2 ajustado	0.198446				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	2001.750	2001.750	12.64	0.0009
Independente	46	7287.105	158.4153		

Procedimento = Seleção **Seleção = TEST =2**
 Objetivo = Regressão linear simples e múltipla

Modelo = Linear Dependente = Concentração de uréia antes e ao final do exercício

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.140621E+02				
DIET	0.358823E+00	0.101998E+00	3.517957	0.460440	0.0005
R2	0.212005				
R2 ajustado	0.194875				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	2655.551	2655.551	12.38	0.0010
Independente	46	9870.321	214.5722		

UREIA AO FINAL EX. E PERIODO DE RECUPERAÇÃO

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	143	35891.64			
Total de Redução	63	34657.87	550.1249	35.67	0.0000
DIET	3	11122.45	3707.483	4.87	0.0037
** ERRO(A) **	20	15241.00	762.0502		
TEST	1	3704.142	3704.142	20.09	0.0000
DIET*TEST	3	665.7055	221.9018	1.20	0.3140
** ERRO(B) **	20	3688.454	184.4227		
MOM	2	104.4013	52.20063	3.38	0.0388
MOM*DIET	6	27.81375	4.635625	0.30	*****
MOM*TEST	2	14.67014	7.335069	0.48	*****
MOM*DIET*TEST	6	89.22931	14.87155	0.96	*****
Resíduo	80	1233.772	15.42215		
Coef. de Variação =		8.4511			

Seleção = Teste 1 e MOM = 1 (FINAL EXERCICIO)

Modelo = Linear Dependente = Concentração de uréia

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.443114E+01				
DIET	0.356919E+00	0.115932E+00	3.078698	0.548733	0.0027
R2	0.301108				
R2 ajustado	0.269340				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	1313.720	1313.720	9.48	0.0055
Independente	22	3049.237	138.6017		

Seleção = TEST =1 E MOM = 10 MINUTOS APÓS O EXERCICIO

Modelo = Linear Dependente = Concentração de uréia

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.443114E+01				
DIET	0.356919E+00	0.115932E+00	3.078698	0.548733	0.0027
R2	0.301108				
R2 ajustado	0.269340				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	1313.720	1313.720	9.48	0.0055
Independente	22	3049.237	138.6017		

Seleção = TEST =1 E MOM = 30 MINUTOS APÓS O EXERCICIO

Modelo = Linear Dependente = Concentração de uréia

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.821047E+01				
DIET	0.344119E+00	0.119010E+00	2.891511	0.524769	0.0042
R2	0.275382				
R2 ajustado	0.242445				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	1221.183	1221.183	8.36	0.0085
Independente	22	3213.319	146.0599		

Seleção = TEST =2 E MOM = FINAL DO EXERCICIO

Modelo = Linear Dependente = Concentração de uréia

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.114469E+02				
DIET	0.392269E+00	0.143462E+00	2.734307	0.503628	0.0061
R2	0.253641				
R2 ajustado	0.219716				

Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	1586.836	1586.836	7.48	0.0121
Independente	22	4669.392	212.2451		

Seleção = TEST =2 E MOM = 10 MINUTOS APÓS O EXERCICIO

Modelo = Linear Dependente = Concentração de uréia

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.114469E+02				
DIET	0.392269E+00	0.143462E+00	2.734307	0.503628	0.0061
R2	0.253641				
R2 ajustado	0.219716				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	1586.836	1586.836	7.48	0.0121
Independente	22	4669.392	212.2451		

Seleção = TEST =2 E MOM = 30 MINUTOS APÓS O EXERCICIO

Modelo = Linear Dependente = Concentração de uréia

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.203803E+02				
DIET	0.315190E+00	0.153864E+00	2.048501	0.400236	0.0263
R2	0.160188				
R2 ajustado	0.122015				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	1024.495	1024.495	4.20	0.0526
Independente	22	5371.062	244.1392		

CONCENTRAÇÃO ACIDO URICO ANTES E AO FINAL DO EXERCICIO

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	95	14.56197			
Total de Redução	55	10.80003	0.1963642	2.09	0.0081
DIET	3	1.153089	0.3843632	4.88	0.0055
** ERRO(A) **	20	1.574717	0.7873585E-01		
TEST	1	0.2084325	0.2084325	2.23	0.1429
DIET*TEST	3	0.2987506	0.9958355E-01	1.07	0.3738
** ERRO(B) **	20	1.866116	0.9330578E-01		
MOM	1	3.037820	3.037820	32.30	0.0000
MOM*DIET	3	1.445042	0.4816807	5.12	0.0043
MOM*TEST	1	0.3522073	0.3522073	3.74	0.0601
MOM*DIET*TEST	3	0.8638550	0.2879517	3.06	0.0390
Resíduo	40	3.761944	0.9404859E-01		
Coef. de Variação =		44.998			

Seleção = MOM =1 (ANTES EXERCÍCIO)

Modelo = Linear Dependente = Concentração de ácido úrico

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.580539E+00				
DIET	-0.759564E-03	0.131639E-02	-0.577005	-0.084768	0.2834
R2	0.007186				
R2 ajustado	-.014397				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	0.1189932E-01	0.1189932E-01	0.33	*****
Independente	46	1.644074	0.3574074E-01		

Seleção = MOM =2 (FINAL EXERCICIO)

Modelo = Linear Dependente = Concentração de ácido úrico

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.155070E-01				
DIET	0.864114E-02	0.296277E-02	2.916576	0.395048	0.0027
R2	0.156063				
R2 ajustado	0.137716				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	1.540054	1.540054	8.51	0.0055
Independente	46	8.328126	0.1810462		

CONCENTRAÇÃO ACIDO URICO AO FINAL EX. E NA RECUPERAÇÃO

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	143	36.69930			
Total de Redução	63	32.08735	0.5093230	8.83	0.0000
DIET	3	7.133996	2.377999	3.61	0.0168
** ERRO(A) **	20	13.17274	0.6586372		
TEST	1	1.773114	1.773114	5.56	0.0208
DIET*TEST	3	3.010181	1.003394	3.15	0.0296
** ERRO(B) **	20	6.376199	0.3188099		
MOM	2	0.1310039	0.6550194E-01	1.14	0.3262

MOM*DIET	6	0.1027132	0.1711886E-01	0.30	*****
MOM*TEST	2	0.4247514E-02	0.2123757E-02	0.04	*****
MOM*DIET*TEST	6	0.3831495	0.6385826E-01	1.11	0.3653
Resíduo	80	4.611951	0.5764939E-01		
Coef. de Variação =	27.263				

Seleção = TESTE = 1

Modelo = Linear Dependente = Concentração de ácido úrico
Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.548973E+00				
DIET	0.226673E-02	0.202591E-02	1.118868	0.162768	0.1345
R2	0.026493				
R2 ajustado	0.005330				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	0.1059723	0.1059723	1.25	0.2690
Independente	46	3.893972	0.8465156E-01		

Seleção = TESTE = 2

Modelo = Linear Dependente = Concentração de ácido úrico
Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.426804E+00				
DIET	0.141335E-01	0.428936E-02	3.295000	0.436982	0.0009
R2	0.190953				
R2 ajustado	0.173365				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	4.119937	4.119937	10.86	0.0019
Independente	46	17.45571	0.3794721		

CONCENTRAÇÃO DE CREATININA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	95	15.06525			
Total de Redução	45	11.60891	0.2579757	3.73	0.0000
DIET	3	1.403239	0.4677464	1.31	0.2818
** ERRO(A) **	15	5.358860	0.3572573		
TEST	1	0.1452370	0.1452370	0.78	*****
DIET*TEST	3	0.7054028	0.2351343	1.26	0.2993
** ERRO(B) **	15	2.806679	0.1871119		
MOM	1	1.075690	1.075690	15.56	0.0003
MOM*DIET	3	0.5724046E-01	0.1908015E-01	0.28	*****
MOM*DIET*TEST	3	0.4945279E-01	0.1648426E-01	0.24	*****
MOM*TEST	1	0.7107042E-02	0.7107042E-02	0.10	*****
Resíduo	50	3.456338	0.6912676E-01		
Coef. de Variação =	15.054				

LACTATO MÁXIMO ANTES E AO FINAL DO EXERCÍCIO

LACRAIZ

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	95	129.4503			
Total de Redução	55	125.0965	2.274482	20.90	0.0000
DIETA	3	0.3622202	0.1207401	0.50	*****
** ERRO(A) **	20	4.841172	0.2420586		
TESTE	1	0.6801411E-02	0.6801411E-02	0.10	*****
DIETA*TESTE	3	0.2753553	0.9178509E-01	1.37	0.2662
** ERRO(B) **	20	1.341404	0.6707021E-01		
MOM	1	117.7411	117.7411	1081.74	0.0000
MOM*DIETA	3	0.1388373	0.4627911E-01	0.43	*****
MOM*TESTE	1	0.2979921	0.2979921	2.74	0.1058
MOM*DIETA*TESTE	3	0.9160521E-01	0.3053507E-01	0.28	*****
Resíduo	40	4.353778	0.1088444		
Coef. de Variação =	18.615				

CONCENTRAÇÃO LACTATO AO FINAL EX. E NA RECUPERAÇÃO

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	143	2232.393			
Total de Redução	63	1980.096	31.43009	9.97	0.0000
DIET	3	63.01062	21.00354	0.39	*****
** ERRO(A) **	20	1067.093	53.35466		
TEST	1	10.10710	10.10710	0.59	*****
DIET*TEST	3	27.28569	9.095230	0.53	*****
** ERRO(B) **	20	343.6971	17.18485		
MOM	2	451.8641	225.9320	71.64	0.0000
MOM*DIET	6	7.186021	1.197670	0.38	*****
MOM*TEST	2	1.991685	0.9958424	0.32	*****
MOM*DIET*TEST	6	7.860049	1.310008	0.42	*****
Resíduo	80	252.2969	3.153711		
Coef. de Variação =	25.486				

HEMATOCRITO% ANTES E AO FINAL EXERCÍCIO

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	95	10383.91			
Total de Redução	45	10080.12	224.0027	36.87	0.0000
DIET	3	85.98458	28.66153	0.83	*****

** ERRO(A) **	15	517.4729	34.49819		
TEST	1	9.500417	9.500417	1.45	0.2338
DIET*TEST	3	72.20125	24.06708	3.68	0.0180
** ERRO(B) **	15	98.10625	6.540417		
MOM	1	9231.604	9231.604	1519.42	0.0000
MOM*DIET	3	23.54458	7.848194	1.29	0.2875
MOM*DIET*TEST	3	37.11458	12.37153	2.04	0.1207
MOM*TEST	1	4.593750	4.593750	0.76	*****
Resíduo	50	303.7875	6.075750		

Coef. de Variação = 5.5156

GLICOSE ANTES E AO FINLA EXERCICIO

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	95	18752.04			
Total de Redução	45	11358.85	252.4189	1.71	0.0334
DIET	3	925.4024	308.4675	1.04	0.3819
** ERRO(A) **	15	4438.037	295.8692		
TEST	1	13.06850	13.06850	0.09	*****
DIET*TEST	3	598.8162	199.6054	1.37	0.2618
** ERRO(B) **	15	2180.682	145.3788		
MOM	1	1222.797	1222.797	8.27	0.0059
MOM*DIET	3	695.3422	231.7807	1.57	0.2089
MOM*DIET*TEST	3	1284.703	428.2343	2.90	0.0442
MOM*TEST	1	0.1204167E-02	0.1204167E-02	0.00	*****
Resíduo	50	7393.189	147.8638		

Coef. de Variação = 12.122

PROTEINAS TOTAIS ANTES E AO FINAL EXERCICIO

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	95	261.9552			
Total de Redução	45	194.8996	4.331103	3.23	0.0000
DIET	3	6.839536	2.279845	0.78	*****
** ERRO(A) **	15	43.65908	2.910605		
TEST	1	56.89376	56.89376	11.74	0.0012
DIET*TEST	3	8.547616	2.849205	0.59	*****
** ERRO(B) **	15	72.66508	4.844339		
MOM	1	4.824067	4.824067	3.60	0.0637
MOM*DIET	3	0.4311083	0.1437028	0.11	*****
MOM*DIET*TEST	3	0.4873083	0.1624361	0.12	*****
MOM*TEST	1	0.5520667	0.5520667	0.41	*****
Resíduo	50	67.05557	1.341111		

Coef. de Variação = 16.244

EQUILIBRIO HIDROELETROLITICO

CONCENTRAÇÃO NA⁺

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	158.9792			
Total de Redução	27	109.8958	4.070216	1.66	0.1234
DIETA	3	3.729167	1.243056	0.24	*****
** ERRO(A) **	20	101.7500	5.087500		
TESTE	1	1.020833	1.020833	0.42	*****
DIETA*TESTE	3	3.395833	1.131944	0.46	*****
Resíduo	20	49.08333	2.454167		

Coef. de Variação = 1.1162

CONCENTRAÇÃO K⁺

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	12.24237			
Total de Redução	27	7.968033	0.2951123	1.38	0.2306
DIETA	3	0.5552333	0.1850778	0.66	*****
** ERRO(A) **	20	5.612333	0.2806167		
TESTE	1	0.4320000E-01	0.4320000E-01	0.20	*****
DIETA*TESTE	3	1.757267	0.5857556	2.74	0.0703
Resíduo	20	4.274333	0.2137167		

Coef. de Variação = 7.7512

CONCENTRAÇÃO CL⁻

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	17828.41			
Total de Redução	27	11602.00	429.7037	1.38	0.2309
DIETA	3	522.9006	174.3002	0.95	*****
** ERRO(A) **	20	3667.244	183.3622		
TESTE	1	7185.860	7185.860	23.08	0.0001
DIETA*TESTE	3	225.9940	75.33132	0.24	*****
Resíduo	20	6226.411	311.3205		

Coef. de Variação = 14.894

CONCENTRAÇÃO Ca²⁺

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	0.1244252			
Total de Redução	27	0.9715692E-01	0.3598404E-02	2.64	0.0143
DIETA	3	0.2069892E-01	0.6899639E-02	2.65	0.0771
** ERRO(A) **	20	0.5216833E-01	0.2608417E-02		
TESTE	1	0.2193075E-01	0.2193075E-01	16.09	0.0007
DIETA*TESTE	3	0.2358917E-02	0.7863056E-03	0.58	*****

Resíduo 20 0.2726833E-01 0.1363417E-02
 Coef. de Variação = 2.3098

DIFERENÇA DE ÍONS FORTES

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	18360.66			
Total de Redução	27	12307.96	455.8505	1.51	0.1742
DIETA	3	511.7350	170.5783	0.80	*****
** ERRO(A) **	20	4283.986	214.1993		
TESTE	1	7322.562	7322.562	24.20	0.0001
DIETA*TESTE	3	189.6799	63.22663	0.21	*****
Resíduo	20	6052.692	302.6346		

Coef. de Variação = 62.456

VARIÁVEIS DE HEMOGASOMETRIA - JEJUM

Modelo = Linear Dependente = PH

Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.745932E+01				
DIET	-0.238545E-03	0.181067E-03	-1.317443	-0.190682	0.0971
R2	0.036360				
R2 ajustado	0.015411				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	0.1173644E-02	0.1173644E-02	1.74	0.1942
Independente	46	0.3110502E-01	0.6761962E-03		

Modelo = Linear Dependente = PCO2

Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.398523E+02				
DIET	0.645491E-01	0.185494E-01	3.479851	0.456497	0.0006
R2	0.208389				
R2 ajustado	0.191180				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	85.93582	85.93582	12.11	0.0011
Independente	46	326.4456	7.096643		

Modelo = Linear Dependente = PO2

Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.408433E+02				
DIET	-0.909212E-01	0.245495E-01	-3.703581	-0.479264	0.0003
R2	0.229694				
R2 ajustado	0.212948				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	170.5000	170.5000	13.72	0.0006
Independente	46	571.7925	12.43027		

Modelo = Linear Dependente = HCO3

Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.281732E+02				
DIET	0.271576E-01	0.983671E-02	2.760838	0.377024	0.0041
R2	0.142147				
R2 ajustado	0.123498				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	15.21164	15.21164	7.62	0.0083
Independente	46	91.80195	1.995695		

Modelo = Linear Dependente = TCO2

Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.293580E+02				
DIET	0.289333E-01	0.103160E-01	2.804695	0.382144	0.0037
R2	0.146034				
R2 ajustado	0.127470				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	17.26597	17.26597	7.87	0.0074
Independente	46	100.9665	2.194925		

Modelo = Linear Dependente = O2

Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.820558E+02				
DIET	-0.206230E+00	0.520202E-01	-3.964431	-0.504637	0.0001
R2	0.254659				
R2 ajustado	0.238456				

Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	877.2006	877.2006	15.72	0.0003
Independente	46	2567.409	55.81325		

VARIÁVEIS DE HEMOGASOMETRIA AO FINAL EXERCÍCIO

PH

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	0.1740760			
Total de Redução	27	0.1226769	0.4543589E-02	1.77	0.0962
DIETA	3	0.5180833E-03	0.1726944E-03	0.04	*****
** ERRO(A) **	20	0.9612383E-01	0.4806192E-02		
TESTE	1	0.5905203E-02	0.5905203E-02	2.30	0.1452
DIETA*TESTE	3	0.2012978E-01	0.6709926E-02	2.61	0.0797
Resíduo	20	0.5139910E-01	0.2569955E-02		

Coef. de Variação = 0.69471

PCO2

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	2794.934			
Total de Redução	27	2097.047	77.66840	2.23	0.0346
DIETA	3	149.9669	49.98896	0.62	*****
** ERRO(A) **	20	1624.607	81.23034		
TESTE	1	138.5161	138.5161	3.97	0.0602
DIETA*TESTE	3	183.9569	61.31896	1.76	0.1877
Resíduo	20	697.8868	34.89434		

Coef. de Variação = 10.193

HCO3

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	161.2471			
Total de Redução	27	117.1961	4.340595	1.97	0.0609
DIETA	3	20.74860	6.916200	1.63	0.2139
** ERRO(A) **	20	84.81767	4.240883		
TESTE	1	0.8003333E-01	0.8003333E-01	0.04	*****
DIETA*TESTE	3	11.54977	3.849922	1.75	0.1895
Resíduo	20	44.05100	2.202550		

Coef. de Variação = 5.2699

TCO2

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	165.4400			
Total de Redução	27	118.7733	4.399012	1.89	0.0738
DIETA	3	25.70667	8.568889	1.98	0.1501
** ERRO(A) **	20	86.73333	4.336667		
TESTE	1	0.8333333E-01	0.8333333E-01	0.04	*****
DIETA*TESTE	3	6.250000	2.083333	0.89	*****
Resíduo	20	46.66667	2.333333		

Coef. de Variação = 5.1088

PO2

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	804.0045			
Total de Redução	27	667.9202	24.73778	3.64	0.0021
DIETA	3	23.66891	7.889635	0.27	*****
** ERRO(A) **	20	576.6844	28.83422		
TESTE	1	35.10630	35.10630	5.16	0.0343
DIETA*TESTE	3	32.46057	10.82019	1.59	0.2231
Resíduo	20	136.0844	6.804219		

Coef. de Variação = 9.8167

O2

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	5897.917			
Total de Redução	27	4908.083	181.7809	3.67	0.0020
DIETA	3	129.0833	43.02778	0.20	*****
** ERRO(A) **	20	4227.833	211.3917		
TESTE	1	243.0000	243.0000	4.91	0.0385
DIETA*TESTE	3	308.1667	102.7222	2.08	0.1356
Resíduo	20	989.8333	49.49167		

Coef. de Variação = 16.969

VARIÁVEIS DE HEMOGASOMETRIA CORRELAÇÃO

Variáveis (1 E 2) = PH, PCO2, PO2, HCO3, O2, TCO2, NA, K, ICA, CL, DIF, AGAP, EB
Correlações de Pearson

Variável	Variável	Observações	Correlação	T	Significância
PH	PH	48	1.0000	*****	0.0000
PH	PCO2	48	-0.8851	-12.9006	0.0000
PH	PO2	48	0.4638	3.5504	0.0004
PH	HCO3	48	0.4589	3.5026	0.0005
PH	O2	48	0.6708	6.1343	0.0000
PH	TCO2	48	0.3072	2.1891	0.0168
PH	NA	48	-0.6527	-5.8434	0.0000
PH	K	48	-0.6406	-5.6588	0.0000

PH	ICA	48	0.1026	0.6999	0.2438
PH	CL	48	0.1744	1.2014	0.1179
PH	DIF	48	-0.4987	-3.9018	0.0002
PH	AGAP	48	-0.5753	-4.7704	0.0000
PH	EB	48	0.7292	7.2283	0.0000
PCO2	PCO2	48	1.0000	*****	0.0000
PCO2	PO2	48	-0.6209	-5.3727	0.0000
PCO2	HCO3	48	0.0004	0.0028	0.5000
PCO2	O2	48	-0.7765	-8.3571	0.0000
PCO2	TCO2	48	0.1592	1.0934	0.1400
PCO2	NA	48	0.5865	4.9108	0.0000
PCO2	K	48	0.5396	4.3469	0.0000
PCO2	ICA	48	-0.1414	-0.9687	0.1689
PCO2	CL	48	-0.1026	-0.6995	0.2439
PCO2	DIF	48	0.4012	2.9710	0.0024
PCO2	AGAP	48	0.3296	2.3678	0.0111
PCO2	EB	48	-0.3334	-2.3984	0.0103
PO2	PO2	48	1.0000	*****	0.0000
PO2	HCO3	48	-0.2067	-1.4329	0.0793
PO2	O2	48	0.9628	24.1776	0.0000
PO2	TCO2	48	-0.2992	-2.1270	0.0194
PO2	NA	48	-0.2868	-2.0302	0.0241
PO2	K	48	-0.1528	-1.0489	0.1499
PO2	ICA	48	0.0394	0.2677	0.3950
PO2	CL	48	-0.0393	-0.2666	0.3955
PO2	DIF	48	-0.1126	-0.7689	0.2229
PO2	AGAP	48	-0.0180	-0.1222	0.4516
PO2	EB	48	0.0219	0.1486	0.4413
HCO3	HCO3	48	1.0000	*****	0.0000
HCO3	O2	48	-0.0631	-0.4290	0.3350
HCO3	TCO2	48	0.9766	30.8145	0.0000
HCO3	NA	48	-0.2920	-2.0705	0.0220
HCO3	K	48	-0.3243	-2.3255	0.0123
HCO3	ICA	48	-0.0199	-0.1353	0.4465
HCO3	CL	48	0.2062	1.4294	0.0798
HCO3	DIF	48	-0.3281	-2.3559	0.0114
HCO3	AGAP	48	-0.6303	-5.5070	0.0000
HCO3	EB	48	0.9359	18.0257	0.0000
O2	O2	48	1.0000	*****	0.0000
O2	TCO2	48	-0.1830	-1.2627	0.1065
O2	NA	48	-0.4273	-3.2057	0.0012
O2	K	48	-0.3309	-2.3781	0.0108
O2	ICA	48	0.0738	0.5022	0.3090
O2	CL	48	-0.0061	-0.0413	0.4836
O2	DIF	48	-0.2215	-1.5402	0.0652
O2	AGAP	48	-0.1592	-1.0939	0.1398
O2	EB	48	0.2099	1.4561	0.0761
TCO2	TCO2	48	1.0000	*****	0.0000
TCO2	NA	48	-0.1708	-1.1757	0.1229
TCO2	K	48	-0.2321	-1.6181	0.0562
TCO2	ICA	48	-0.0340	-0.2306	0.4093
TCO2	CL	48	0.1776	1.2243	0.1135
TCO2	DIF	48	-0.2418	-1.6898	0.0489
TCO2	AGAP	48	-0.5509	-4.4774	0.0000
TCO2	EB	48	0.8589	11.3752	0.0000
NA	NA	48	1.0000	*****	0.0000
NA	K	48	0.4019	2.9765	0.0023
NA	ICA	48	-0.1985	-1.3733	0.0882
NA	CL	48	-0.1974	-1.3660	0.0893
NA	DIF	48	0.6392	5.6366	0.0000
NA	AGAP	48	0.6306	5.5105	0.0000
NA	EB	48	-0.4756	-3.6665	0.0003
K	K	48	1.0000	*****	0.0000
K	ICA	48	-0.0276	-0.1874	0.4261
K	CL	48	-0.0190	-0.1287	0.4491
K	DIF	48	0.3109	2.2188	0.0157
K	AGAP	48	0.3725	2.7224	0.0046
K	EB	48	-0.5028	-3.9455	0.0001
ICA	ICA	48	1.0000	*****	0.0000
ICA	CL	48	0.3069	2.1873	0.0169
ICA	DIF	48	-0.3305	-2.3746	0.0109
ICA	AGAP	48	-0.2644	-1.8593	0.0347
ICA	EB	48	0.0393	0.2668	0.3954
CL	CL	48	1.0000	*****	0.0000
CL	DIF	48	-0.8723	-12.0999	0.0000
CL	AGAP	48	-0.7913	-8.7764	0.0000
CL	EB	48	0.2354	1.6429	0.0536
DIF	DIF	48	1.0000	*****	0.0000
DIF	AGAP	48	0.9402	18.7157	0.0000
DIF	EB	48	-0.4526	-3.4425	0.0006
AGAP	AGAP	48	1.0000	*****	0.0000
AGAP	EB	48	-0.7095	-6.8291	0.0000
EB	EB	48	1.0000	*****	0.0000

ENZIMAS Marcadores Musculares

AST

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	239	7798546.			
Total de Redução	79	6826498.	86411.37	14.22	0.0000
DIET	3	45162.32	15054.11	0.15	*****
** ERRO(A) **	20	1988658.	99432.88		
TEST	1	1679759.	1679759.	16.49	0.0001
DIET*TEST	3	636058.5	212019.5	2.08	0.1049
** ERRO(B) **	20	2037844.	101892.2		
MOM	4	170567.8	42641.95	7.02	0.0001
MOM*DIET	12	111275.2	9272.930	1.53	0.1196
MOM*TEST	4	66273.15	16568.29	2.73	0.0312
MOM*DIET*TEST	12	90900.39	7575.032	1.25	0.2557
Resíduo	160	972048.0	6075.300		
Coef. de Variação =		17.922			

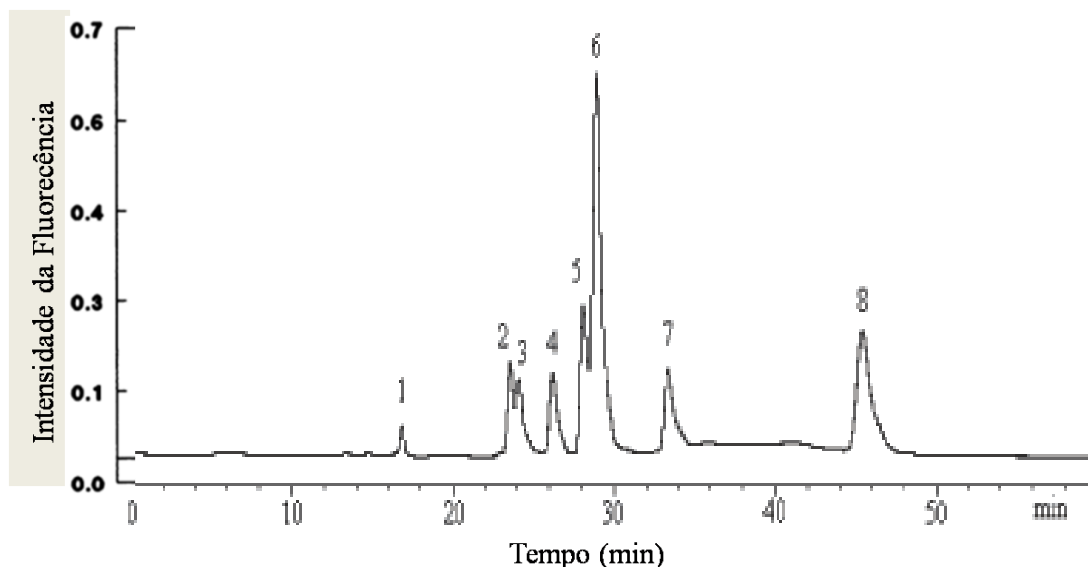
LDH

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	239	5885977.			
Total de Redução	79	3822985.	48392.22	3.75	0.0000
DIET	3	192713.1	64237.69	0.68	*****
** ERRO(A) **	20	1898153.	94907.65		
TEST	1	88765.68	88765.68	2.90	0.0907
DIET*TEST	3	116090.1	38696.70	1.26	0.2889
** ERRO(B) **	20	612660.6	30633.03		
MOM	4	497410.1	124352.5	9.64	0.0000
MOM*DIET	12	176738.8	14728.23	1.14	0.3299
MOM*TEST	4	32684.18	8171.044	0.63	*****
MOM*DIET*TEST	12	207769.6	17314.13	1.34	0.1994
Resíduo	160	2062992.	12893.70		
Coef. de Variação =		21.829			

CK

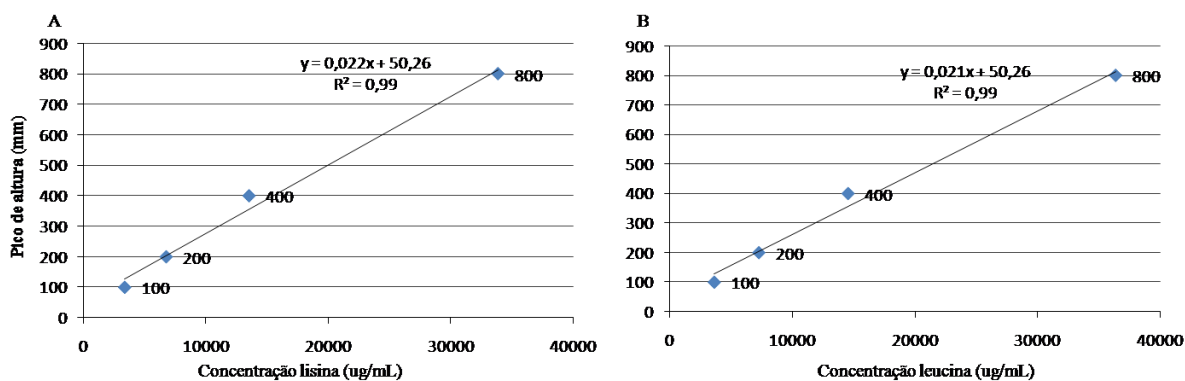
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	239	1500663.			
Total de Redução	79	936578.0	11855.42	3.36	0.0000
DIET	3	16766.67	5588.889	0.26	*****
** ERRO(A) **	20	426478.8	21323.94		
TEST	1	748.8547	748.8547	0.06	*****
DIET*TEST	3	67242.24	22414.08	1.82	0.1452
** ERRO(B) **	20	246005.0	12300.25		
MOM	4	83554.86	20888.72	5.92	0.0002
MOM*DIET	12	36892.30	3074.358	0.87	*****
MOM*TEST	4	19150.85	4787.712	1.36	0.2509
MOM*DIET*TEST	12	39738.41	3311.534	0.94	*****
Resíduo	160	564084.6	3525.529		
Coef. de Variação =		33.606			

ANEXO C - CAPITULO III



Condições empregadas: coluna Hypersil ODS (C18) 5µm tamanho de partícula, 4,6 mm X 25 cm (Thermo Scientific), sem a utilização de pré-coluna Fase móvel = 10% metanol, 20% acetonitrila e 70% água ultra pura. Aminoácidos: (1) lisina, (2) triptofano, (3) fenilalanina, (4) leucina, (5) isoleucina, (6) serina, (7) valina e (8) treonina.

Figura 1. Aminograma de amostra padrão de aminoácidos separados através da HPLC



Condições empregadas: coluna Hypersil ODS (C18) 5µm tamanho de partícula, 4,6 mm X 25 cm (Thermo Scientific), sem a utilização de pré-coluna Fase móvel = 10% metanol, 20% acetonitrila e 70% água ultra pura. Aminoácido lisina.

Figura 2. Curva de calibração do aminoácido lisina (A) e leucina (B) na solução padrão, através de HPLC

Análises estatísticas

Aminoácidos consumidos nas dietas experimentais

Objetivo = Regressão linear simples e múltipla

Modelo = Linear Dependente = Lisina

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.238127E+01				
DIETA	0.382345E+00	0.489969E-01	7.803470	0.901704	0.0000
R2	0.813069				
R2 ajustado	0.799717				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	1005.043	1005.043	60.89	0.0000
Independente	14	231.0666	16.50475		

Modelo = Quadrático Dependente = Lisina

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.367658E+02				
DIETA	-0.315978E+00	0.635184E+00	-0.497459	-0.745187	0.3136
DIETA ²	0.340043E-02	0.308390E-02	1.102638	1.651737	0.1451
R2	0.829057				
R2 ajustado	0.802758				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	1024.805	512.4024	31.52	0.0000
Independente	13	211.3045	16.25419		

Modelo = Linear Dependente = Treonina

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.162535E+02				
DIETA	0.513491E+00	0.526519E-01	9.752566	0.933645	0.0000
R2	0.871692				
R2 ajustado	0.862527				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	1812.751	1812.751	95.11	0.0000
Independente	14	266.8262	19.05902		

Modelo = Quadrático Dependente = Treonina

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.434618E+02				
DIETA	0.106607E+01	0.697025E+00	1.529459	1.938364	0.0751
DIETA ²	-0.269074E-02	0.338414E-02	-0.795103	-1.007676	0.2204
R2	0.877642				
R2 ajustado	0.858818				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	1825.125	912.5626	46.62	0.0000
Independente	13	254.4522	19.57325		

Modelo = Linear Dependente = Leucina

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.395899E+02				
DIETA	0.283618E+00	0.111142E-01	25.518490	0.989421	0.0000
R2	0.978953				
R2 ajustado	0.977450				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	553.0200	553.0200	651.19	0.0000
Independente	14	11.88937	0.8492409		

Modelo = Quadrático Dependente = Leucina

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.351730E+02				
DIETA	0.373323E+00	0.148589E+00	2.512456	1.302361	0.0130
DIETA ²	-0.436809E-03	0.721417E-03	-0.605487	-0.313861	0.2776
R2	0.979531				
R2 ajustado	0.976382				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	553.3461	276.6730	311.05	0.0000
Independente	13	11.56328	0.8894827		

Modelo = Linear Dependente = ISOLEUCINA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.577285E+02				
DIETA	0.271509E+00	0.233146E-01	11.645448	0.952065	0.0000
R2	0.906427				
R2 ajustado	0.899744				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	506.8057	506.8057	135.62	0.0000
Independente	14	52.31872	3.737051		

Modelo = Quadrático Dependente = ISOLEUCINA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.746421E+02				
DIETA	-0.719944E-01	0.301274E+00	-0.238966	-0.252453	0.4074
DIETA ²	0.167266E-02	0.146272E-02	1.143525	1.208063	0.1367
R2	0.914979				
R2 ajustado	0.901899				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	511.5873	255.7937	69.95	0.0000
Independente	13	47.53704	3.656695		

Modelo = Linear Dependente = Valina

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.102113E+02				
DIETA	0.228345E+00	0.243141E-01	9.391490	0.928985	0.0000
R2	0.863014				
R2 ajustado	0.853229				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	358.4738	358.4738	88.20	0.0000
Independente	14	56.90055	4.064325		

Modelo = Quadrático Dependente = Valina

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.622269E+02				
DIETA	-0.828054E+00	0.149311E+00	-5.545823	-3.368799	0.0000
DIETA ²	0.514404E-02	0.724925E-03	7.095969	4.310432	0.0000
R2	0.971890				
R2 ajustado	0.967566				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	403.6984	201.8492	224.74	0.0000
Independente	13	11.67600	0.8981541		

Modelo = Linear Dependente = Fenilalanina

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.910515E+02				
DIETA	0.901091E-01	0.121945E+00	0.738934	0.193746	0.2361
R2	0.037538				
R2 ajustado	-0.031210				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	55.82258	55.82258	0.55	*****
Independente	14	1431.287	102.2348		

Modelo = Quadrático Dependente = Fenilalanina

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.285140E+03				
DIETA	-0.385169E+01	0.123718E+01	-3.113297	-8.281642	0.0041
DIETA ²	0.191943E-01	0.600664E-02	3.195508	8.500331	0.0035
R2	0.460951				
R2 ajustado	0.378020				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	685.4849	342.7424	5.56	0.0180
Independente	13	801.6251	61.66347		

Modelo = Linear Dependente = Serina

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.420627E+01				
DIETA	0.367655E+00	0.255742E-01	14.375967	0.967758	0.0000
R2	0.936556				
R2 ajustado	0.932025				

Análise de Variância				
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F Probab.
Devido a Regressão	1	929.2928	929.2928	206.67 0.0000
Independente	14	62.95155	4.496540	

Modelo = Quadrático Dependente = Serina

Parâmetros da Regressão				
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta Probab.
Constante	0.451276E+02			
DIETA	-0.634280E+00	0.206208E+00	-3.075914	-1.669582 0.0044
DIETA ²	0.487883E-02	0.100117E-02	4.873140	2.645102 0.0002
R ²	0.977556			
R ² ajustado	0.974103			
Análise de Variância				
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F Probab.
Devido a Regressão	2	969.9743	484.9871	283.11 0.0000
Independente	13	22.27010	1.713084	

Modelo = Linear Dependente = Aspartato

Parâmetros da Regressão				
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta Probab.
Constante	0.661836E+01			
DIETA	0.460127E+00	0.287893E-01	15.982582	0.973674 0.0000
R ²	0.948041			
R ² ajustado	0.944330			
Análise de Variância				
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F Probab.
Devido a Regressão	1	1455.555	1455.555	255.44 0.0000
Independente	14	79.77426	5.698162	

Modelo = Quadrático Dependente = Aspartato

Parâmetros da Regressão				
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta Probab.
Constante	0.221325E+02			
DIETA	0.145047E+00	0.380312E+00	0.381389	0.306934 0.3545
DIETA ²	0.153426E-02	0.184646E-02	0.830916	0.668703 0.2105
R ²	0.950661			
R ² ajustado	0.943071			
Análise de Variância				
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F Probab.
Devido a Regressão	2	1459.578	729.7891	125.24 0.0000
Independente	13	75.75117	5.827013	

Concentração aminoácidos no soro sanguíneo dos equinos

Procedimento = Arranjos Fatoriais

Dependentes = LIS TREO LEU ISO VAL FEN SER ASP

Momentos = 1 (pré-prandial ou basal) e 2 pós-prandial

LISINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	15815.06			
Total de Redução	27	12207.27	452.1213	2.51	0.0189
DIETA	3	1922.523	640.8409	3.40	0.0377
** ERRO(A) **	20	3766.471	188.3235		
MOM	1	1529.771	1529.771	8.48	0.0086
MOM*DIETA	3	4988.510	1662.837	9.22	0.0005
Resíduo	20	3607.785	180.3893		
Coef. de Variação =	5.4230				

TREONINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	56987.05			
Total de Redução	27	39345.17	1457.228	1.65	0.1252
DIETA	3	6215.038	2071.679	1.47	0.2533
** ERRO(A) **	20	28221.46	1411.073		
MOM	1	1079.992	1079.992	1.22	0.2816
MOM*DIETA	3	3828.679	1276.226	1.45	0.2590
Resíduo	20	17641.88	882.0941		
Coef. de Variação =	20.015				

LEUCINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	15702.66			
Total de Redução	27	11964.26	443.1208	2.37	0.0252
DIETA	3	2037.331	679.1105	3.13	0.0486
** ERRO(A) **	20	4340.389	217.0194		
MOM	1	1019.439	1019.439	5.45	0.0301
MOM*DIETA	3	4567.104	1522.368	8.14	0.0010
Resíduo	20	3738.401	186.9201		
Coef. de Variação =	5.3321				

ISOLEUCINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	367606.6			
Total de Redução	27	164843.3	6105.308	0.60	*****
DIETA	3	46944.61	15648.20	3.57	0.0324
** ERRO(A) **	20	87681.73	4384.087		
MOM	1	712.4070	712.4070	0.07	*****
MOM*DIETA	3	29504.57	9834.855	0.97	*****
Resíduo	20	202763.3	10138.16		

Coef. de Variação = 33.825

VALINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	223307.6			
Total de Redução	27	126086.0	4669.853	0.96	*****
DIETA	3	10549.87	3516.623	0.69	*****
** ERRO(A) **	20	102598.6	5129.931		
MOM	1	177.7110	177.7110	0.04	*****
MOM*DIETA	3	12759.84	4253.280	0.87	*****
Resíduo	20	97221.52	4861.076		

Coef. de Variação = 19.990

FENILALANINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	62623.42			
Total de Redução	27	29269.16	1084.043	0.65	*****
DIETA	3	2229.903	743.3009	0.74	*****
** ERRO(A) **	20	20086.01	1004.300		
MOM	1	4111.550	4111.550	2.47	0.1321
MOM*DIETA	3	2841.699	947.2329	0.57	*****
Resíduo	20	33354.26	1667.713		

Coef. de Variação = 16.034

SERINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	118804.3			
Total de Redução	27	46692.73	1729.360	0.48	*****
DIETA	3	2144.322	714.7741	0.37	*****
** ERRO(A) **	20	38910.80	1945.540		
MOM	1	4639.513	4639.513	1.29	0.2701
MOM*DIETA	3	998.0919	332.6973	0.09	*****
Resíduo	20	72111.54	3605.577		

Coef. de Variação = 17.360

ASPARTATO

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	83991.81			
Total de Redução	27	60541.18	2242.266	1.91	0.0694
DIETA	3	9880.838	3293.613	1.78	0.1829
** ERRO(A) **	20	36956.82	1847.841		
MOM	1	1327.153	1327.153	1.13	0.3001
MOM*DIETA	3	12376.37	4125.456	3.52	0.0339
Resíduo	20	23450.63	1172.531		

Coef. de Variação = 21.277

Seleção = MOM = 1 = Pré-prandial

Objetivo = Regressão linear simples e múltipla

Dependentes = LIS TREO LEU ISOLEU VAL TRP FEN SER ASP

Modelo = Linear Dependente = LISINA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.257400E+03				
DIETA	-0.403721E-01	0.218434E+00	-0.184825	-0.039374	0.4275
R2	0.001550				
R2 ajustado	-0.043834				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	16.80844	16.80844	0.03	*****
Independente	22	10824.98	492.0444		

Modelo = Quadrático Dependente = LISINA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.691864E+03				
DIETA	-0.886402E+01	0.219105E+01	-4.045551	-8.644946	0.0003
DIETA ²	0.429660E-01	0.106378E-01	4.038977	8.630897	0.0003
R2	0.438071				
R2 ajustado	0.384554				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	4749.472	2374.736	8.19	0.0024
Independente	21	6092.314	290.1102		

Modelo = Linear Dependente = LEUCINA

Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.277246E+03				
DIETA	-0.160279E+00	0.219155E+00	-0.731350	-0.154063	0.2361
R2	0.023735				
R2 ajustado	-0.020640				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	264.9215	264.9215	0.53	*****
Independente	22	10896.55	495.2977		

Modelo = Quadrático Dependente = LEUCINA

Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.675271E+03				
DIETA	-0.824388E+01	0.233590E+01	-3.529204	-7.924154	0.0010
DIETA ²	0.393624E-01	0.113411E-01	3.470773	7.792958	0.0011
R2	0.379610				
R2 ajustado	0.320526				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	4237.011	2118.505	6.42	0.0067
Independente	21	6924.459	329.7362		

Modelo = Linear Dependente = ISOLEUCINA

Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.473389E+03				
DIETA	-0.169744E+01	0.815763E+00	-2.080801	-0.405515	0.0247
R2	0.164443				
R2 ajustado	0.126463				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	29713.41	29713.41	4.33	0.0493
Independente	22	150978.2	6862.644		

Modelo = Quadrático Dependente = ISOLEUCINA

Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.177242E+04				
DIETA	-0.280798E+02	0.925367E+01	-3.034454	-6.708225	0.0032
DIETA ²	0.128467E+00	0.449277E-01	2.859410	6.321258	0.0047
R2	0.398596				
R2 ajustado	0.341319				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	72022.91	36011.45	6.96	0.0048
Independente	21	108668.7	5174.698		

Modelo = Linear Dependente = ASPARTATO

Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.229103E+03				
DIETA	-0.621318E+00	0.406109E+00	-1.529930	-0.310102	0.0701
R2	0.096163				
R2 ajustado	0.055080				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	3980.998	3980.998	2.34	0.1403
Independente	22	37417.23	1700.783		

Modelo = Quadrático Dependente = ASPARTATO

Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.756207E+03				
DIETA	-0.113264E+02	0.489851E+01	-2.312217	-5.653056	0.0155
DIETA ²	0.521275E-01	0.237828E-01	2.191810	5.358677	0.0199
R2	0.264434				
R2 ajustado	0.194380				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	10947.10	5473.550	3.77	0.0398
Independente	21	30451.12	1450.053		

Seleção = MOM = 2 = Prós-prandial (5 horas)

Objetivo = Regressão linear simples e múltipla

Dependentes = LIS TREO LEU ISOLEU VAL TRP FEN SER ASP

Modelo = Linear Dependente = LISINA

Parâmetros da Regressão					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.232368E+03				

DIETA	0.953390E-01	0.121511E+00	0.784615	0.164988	0.2205
R2	0.027221				
R2 ajustado	-,016996				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	93.73581	93.73581	0.62	*****
Independente	22	3349.766	152.2621		

Modelo = Quadrático Dependente = LISINA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.453808E+02				
DIETA	0.389292E+01	0.139600E+01	2.788631	6.736860	0.0055
DIETA ²	-0.184920E-01	0.677774E-02	-2.728342	-6.591212	0.0063
R2	0.281801				
R2 ajustado	0.213401				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	970.3811	485.1905	4.12	0.0309
Independente	21	2473.121	117.7677		

Modelo = Linear Dependente = LEUCINA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.240003E+03				
DIETA	0.116518E+00	0.122089E+00	0.954367	0.199386	0.1751
R2	0.039755				
R2 ajustado	-,003893				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	140.0069	140.0069	0.91	*****
Independente	22	3381.748	153.7158		

Modelo = Quadrático Dependente = LEUCINA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.681132E+02				
DIETA	0.360748E+01	0.144259E+01	2.500698	6.173137	0.0104
DIETA ²	-0.169989E-01	0.700394E-02	-2.427050	-5.991331	0.0122
R2	0.250103				
R2 ajustado	0.178685				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	880.8028	440.4014	3.50	0.0487
Independente	21	2640.952	125.7596		

Cncentração aminoácidos no soro sanguíneo dos equinos

Procedimento = Arranjos Fatoriais

Dependentes = LIS TREO LEU ISO VAL FEN SER ASP

Efeitos = REP MOM DIETA

Momento = 2 antes do teste e 3 imediatamente após teste em esteira

LISINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	11078.84			
Total de Redução	27	8558.388	316.9773	2.52	0.0186
DIETA	3	2477.647	825.8822	5.80	0.0051
** ERRO(A) **	20	2848.492	142.4246		
MOM	1	790.9682	790.9682	6.28	0.0210
MOM*DIETA	3	2441.280	813.7601	6.46	0.0031
Resíduo	20	2520.453	126.0226		
Coef. de Variação =	4.5619				

TREO NINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	53089.09			
Total de Redução	27	43645.37	1616.495	3.42	0.0031
DIETA	3	1160.288	386.7626	0.26	*****
** ERRO(A) **	20	29533.73	1476.686		
MOM	1	4221.838	4221.838	8.94	0.0072
MOM*DIETA	3	8729.515	2909.838	6.16	0.0039
Resíduo	20	9443.723	472.1862		
Coef. de Variação =	16.184				

LEUCINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	11553.55			
Total de Redução	27	8700.981	322.2586	2.26	0.0321
DIETA	3	2562.927	854.3089	5.96	0.0045
** ERRO(A) **	20	2868.317	143.4158		
MOM	1	776.0135	776.0135	5.44	0.0302
MOM*DIETA	3	2493.724	831.2414	5.83	0.0050
Resíduo	20	2852.569	142.6285		
Coef. de Variação =	4.6684				

ISOLEUCINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	345119.0			
Total de Redução	27	207699.2	7692.562	1.12	0.4028
DIETA	3	22557.69	7519.231	0.96	*****
** ERRO(A) **	20	156469.7	7823.485		
MOM	1	29.32966	29.32966	0.00	*****
MOM*DIETA	3	28642.43	9547.478	1.39	0.2750
Resíduo	20	137419.9	6870.994		

Coef. de Variação = 28.137

VALINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	394566.5			
Total de Redução	27	273487.7	10129.17	1.67	0.1194
DIETA	3	130757.2	43585.73	8.87	0.0006
** ERRO(A) **	20	98293.73	4914.686		
MOM	1	345.5093	345.5093	0.06	*****
MOM*DIETA	3	44091.28	14697.09	2.43	0.0954
Resíduo	20	121078.8	6053.938		

Coef. de Variação = 22.607

FENILALANINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	56160.30			
Total de Redução	27	31948.11	1183.263	0.98	*****
DIETA	3	2388.927	796.3089	0.71	*****
** ERRO(A) **	20	22394.41	1119.721		
MOM	1	2988.642	2988.642	2.47	0.1318
MOM*DIETA	3	4176.126	1392.042	1.15	0.3533
Resíduo	20	24212.20	1210.610		

Coef. de Variação = 13.588

SERINA

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	109382.9			
Total de Redução	27	68334.57	2530.910	1.23	0.3181
DIETA	3	834.4052	278.1351	0.09	*****
** ERRO(A) **	20	59310.22	2965.511		
MOM	1	4998.962	4998.962	2.44	0.1343
MOM*DIETA	3	3190.987	1063.662	0.52	*****
Resíduo	20	41048.35	2052.417		

Coef. de Variação = 13.084

ASPARTATO

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	47	60190.89			
Total de Redução	27	36653.12	1357.523	1.15	0.3758
DIETA	3	3931.371	1310.457	1.05	0.3932
** ERRO(A) **	20	25017.28	1250.864		
MOM	1	305.4810	305.4810	0.26	*****
MOM*DIETA	3	7398.987	2466.329	2.10	0.1329
Resíduo	20	23537.77	1176.889		

Coef. de Variação = 22.399

Procedimento = Seleção **Seleção** = MOM = 2 Antes do teste

Modelo = Quadrático Dependente = LISINA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.453808E+02				
DIETA	0.389292E+01	0.139600E+01	2.788631	6.736860	0.0055
DIETA ²	-0.184920E-01	0.677774E-02	-2.728342	-6.591212	0.0063
R ²	0.281801				
R ² ajustado	0.213401				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	970.3811	485.1905	4.12	0.0309
Independente	21	2473.121	117.7677		

Modelo = Quadrático Dependente = LEUCINA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.681132E+02				
DIETA	0.360748E+01	0.144259E+01	2.500698	6.173137	0.0104
DIETA ²	-0.169989E-01	0.700394E-02	-2.427050	-5.991331	0.0122
R ²	0.250103				
R ² ajustado	0.178685				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	880.8028	440.4014	3.50	0.0487
Independente	21	2640.952	125.7596		

Procedimento = Seleção Seleção = MOM = 3 Após teste em esteira

Modelo = Linear Dependente = TREONINA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	0.719478E+02				
DIETA	0.522846E+00	0.251706E+00	2.077211	0.404930	0.0248
R2	0.163969				
R2 ajustado	0.125967				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	1	2819.106	2819.106	4.31	0.0497
Independente	22	14373.84	653.3565		

Modelo = Quadrático Dependente = ISOLEUCINA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.108405E+04				
DIETA	0.275113E+02	0.939923E+01	2.926973	7.008881	0.0040
DIETA ²	-0.131641E+00	0.456344E-01	-2.884685	-6.907617	0.0044
R2	0.294378				
R2 ajustado	0.227176				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	46772.88	23386.44	4.38	0.0257
Independente	21	112114.2	5338.772		

Modelo = Quadrático Dependente = VALINA

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
Constante	-0.136355E+04				
DIETA	0.321832E+02	0.115360E+02	2.789795	6.194443	0.0055
DIETA ²	-0.145442E+00	0.560089E-01	-2.596765	-5.765840	0.0084
R2	0.393303				
R2 ajustado	0.335522				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Probab.
Devido a Regressão	2	109482.5	54741.25	6.81	0.0053
Independente	21	168884.6	8042.124		