

ALTERAÇÕES HEMOGASOMÉTRICAS E ELETROLÍTICAS DE CAVALOS DA RAÇA ÁRABE DURANTE PROVA DE ENDURO DE 60 KM

PAULA ALESSANDRA DI FILIPPO,¹ LINA MARIA WEHRLE GOMIDE,¹ CÉSAR ANDREY GALINDO OROZCO,¹
MARCO AUGUSTO GIANNOCCARO DA SILVA,² CARLA BRAGA MARTINS,³ JOSÉ CORRÊA DE LACERDA NETO⁴ E
ÁUREO EVANGELISTA SANTANA⁵

-
1. Pós-graduandos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária (FCAV), Unesp, Jaboticabal, SP. E-mail: paula_difilippo@yahoo.com.br
 2. Professor adjunto I do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, TO
 3. Pós-doutoranda da FCAV, Unesp, Jaboticabal, SP
 4. Professor assistente, doutor, Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da FCAV/Unesp, Jaboticabal
 5. Professor adjunto, doutor, Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da FCAV/Unesp, Jaboticabal

RESUMO

Avaliaram-se as alterações do pH, pCO₂, pO₂, HCO₃⁻ e da cBase do sangue venoso e das concentrações séricas de sódio, potássio, cálcio ionizado e cloreto de oito cavalos adultos da raça Árabe, durante prova de enduro de 60 km de extensão, com velocidade média de 12km h⁻¹. As amostras de sangue foram coletadas antes do início da prova (M0), imediatamente após o seu término (M1) e sessenta minutos após a realização da prova (M2), com os animais já em repouso. Imediatamente após o término do exercício (M1), os animais apresentaram aumento nos valores do pH o qual,

associado ao aumento da cHCO₃⁻ e da cBase, caracterizou a alcalose metabólica, que teve como provável origem a perda de cloro no suor. As alterações metabólicas observadas no M1 foram rapidamente corrigidas por modificações respiratórias, caracterizadas pelo aumento da pCO₂ ou hipoventilação. Adicionalmente, apresentaram desidratação, hipocalemia e hipocalcemia. Não se associaram os distúrbios hemogasométricos e bioquímico-séricos observados a alterações clínicas.

PALAVRAS-CHAVES: Ácido-base, eletrólitos, enduro, equino.

ABSTRACT

CHANGES ELECTROLYTES AND BLOOD GASES IN ARABIAN HORSES DURING TO 60 KM ENDURANCE RACE

Changes in venous blood pH, pCO₂, pO₂, HCO₃⁻ and cBase, and in serum concentrations of sodium, potassium, ionized calcium and chloride were studied in eight Arabian horses during endurance ride of 60km, with controlled speed of 12km/h. The blood samples were collected prior to the beginning (M0) of the exercise, immediately after the ride (M1) and one hour after the ride (M2), with the animals resting. Immediately after the end of the exercise (M1) the animals presented higher values for pH which, added

to the increase of cHCO₃⁻ and cBase, characterized the metabolic alkalosis, probably due to losses of chloride ions in the sweat. The metabolic changes observed in M1 were quickly corrected by respiratory changes, characterized by increased pCO₂ or hypoventilation. Additionally, the horses presented dehydration, hypocalcemia and hypokalemia. The metabolic disturbances observed were not associated with clinical changes.

KEY WORDS: Acid-base, electrolytes, endurance, equine.

INTRODUÇÃO

O enduro é uma modalidade de esporte equestre caracterizada por um esforço aeróbico prolongado, de intensidade variável. O cavalo é submetido a um trabalho permanente, muito exigente dos sistemas orgânicos para a manutenção da homeostase (CARLSON, 1983). A homeostase é considerada um dos princípios fundamentais da fisiologia e, dentre os muitos processos que a mantêm, destaca-se a regulação do equilíbrio ácido-base e hidroeletrolítico (JOHNSON, 1995).

Nos equinos, a manutenção da termorregulação corporal durante o exercício prolongado é mantida às expensas de fluidos e eletrólitos por meio da sudorese. De acordo com CARLSON (1983), durante prova de enduro de 160 km, estima-se uma perda de até 10% do peso seu corporal, sendo aproximadamente 90% em água. Grandes quantidades de sódio, potássio e cloro e pequenas quantidades de magnésio e cálcio também são perdidas no suor equino.

A depleção de fluidos corporais e de eletrólitos, como consequência da sudorese, representa uma limitação importante para o desempenho contínuo durante exercícios prolongados de enduro. Distúrbios substanciais na composição dos fluidos durante exercícios exaustivos podem levar a um aumento do risco de lesões e a vários problemas clínicos (SCHOTT & HINCHCLIFF, 1993). ROSE et al. (1980) avaliaram as perdas de sódio e potássio em equinos que cumpriram provas de 100 km, em temperatura ambiente variando de 16°C a 30°C, mensurando esses elementos no soro e no suor. Nessa pesquisa, os autores concluíram que as perdas de potássio influenciavam significativamente o desempenho dos animais, visto que há grande diferença na concentração do referido eletrólito nos equinos que terminaram a prova ($4,00 \pm 0,11$ mmol/L), quando comparados aos que não conseguiam cumprir o percurso ($3,60 \pm 0,07$ mmol/L). Por sua vez, WILLIANSO (1974), trabalhando com cavalos de corrida, observou que os animais vencedores apresentavam valores médios de sódio e potássio de 141 e 2,8 mEq/L, respectivamente, e naqueles que apresentavam valores abaixo de 125 mEq/L de sódio e 3,6 mEq/L

de potássio (considerados como os limites inferiores de normalidade) podia-se notar a queda de rendimento e até mesmo alterações no traçado eletrocardiográfico relacionados à concentração sérica de potássio.

Diante dessas observações, o presente estudo teve o objetivo de avaliar as alterações no equilíbrio ácido-base e eletrolítico de equinos da raça Árabe, saudáveis, submetidos ao exercício de enduro de 60 km de extensão, por meio de exames hemogasométricos e bioquímico-séricos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados oito equinos da raça Árabe, dois machos (castrados) e seis fêmeas (não gestantes), com idade variando de quatro a sete anos (média de 5,56 anos) e peso corporal de 380 a 422 kg (média de 407,5 kg). Antes do período experimental, após exame físico para avaliação da higidez e das condições nutricionais (SPEIRS, 1997), fez-se o controle de endoparasitas¹ e de ectoparasitas.² Os animais foram alojados em piquetes coletivos de Tifton com água à vontade. Ademais, receberam 40% da exigência energética para trabalho moderado (NRC, 1989) com concentrado comercial.³

Após quatro meses sem treinamento específico o programa de condicionamento dos animais constituiu-se de duas etapas com seis semanas de duração cada, período em que os equinos realizaram um total de 42 sessões de exercícios. O condicionamento consistia em se montar os animais por trilhas demarcadas, preferencialmente no período da tarde. Antes de cada sessão, com quatro horas de duração, os animais foram submetidos a um aquecimento de dez minutos, com igual tempo de desaquecimento após o exercício. Uma vez determinada a velocidade média do treinamento, demarcaram-se os percursos com a distância a ser percorrida em 45 minutos, monitorando-se, então, o tempo durante o exercício.

Os índices meteorológicos utilizados neste trabalho foram extraídos de um conjunto de dados

1 Platelmin Equino – UCB S.A.

2 Butox P – Intervet S.A.

3 Omolene – Purina®.

pertencentes ao acervo da área de Agrometeorologia do Departamento de Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/Unesp) de Jaboticabal. A temperatura ambiente variou de 22,7°C a 24,4°C com a umidade relativa entre 69% e 78,3%.

Os animais foram submetidos a um exercício de 60 km de extensão, divididos em três anéis de 31, 17 e 12 km de extensão, respectivamente. Os percursos foram realizados à velocidade média de 12 km h⁻¹ e, entre cada percurso, realizou-se parada de trinta minutos para resfriamento dos animais, fornecimento de água e exame veterinário. Para cada equino colheram-se amostras de sangue, segundo os seguintes intervalos: antes do início do exercício de 60 km (M0), imediatamente após os 60 km (M1) e uma hora após o término do enduro (M2).

Para a análise hemogasométrica, coletaram-se as amostras de sangue anaerobicamente, por meio da punção da jugular, com agulha 25x8, em seringas plásticas descartáveis de 1mL, previamente heparinizadas⁴ e acondicionadas em água com gelo e encaminhadas imediatamente (com intervalo de, no máximo, três minutos) para a análise das seguintes variáveis: pH – pH(v); pressão parcial de oxigênio – pO₂(v); pressão parcial do dióxido de carbono – pCO₂(v); concentração de bicarbonato no plasma – cHCO₃⁻(vP); concentração de base titulável – cBase(v); concentração total de dióxido de carbono no plasma do sangue venoso – ctCO₂(v) e saturação de oxigênio – sO₂(v). Essas análises foram realizadas em aparelho de hemogasometria,⁵ com calibração automática.

Os exames eletrolíticos foram realizados em amostras de sangue coletadas em frascos sem anticoagulante. Ato contínuo, procedeu-se à centrifugação imediata das amostras a 800G por cinco minutos e, após sinérese, acondicionou-se o soro obtido em flaconetes, identificados e armazenados a -20°C até o momento das determinações laboratoriais, que não ultrapassaram 48 horas pós-coleta. Analisou-se o íon cloreto com o auxílio

de reagentes para diagnósticos⁶ realizando-se posterior leitura espectrofotométrica.⁷ Os íons sódio, potássio e cálcio ionizável foram determinados com o auxílio de reagentes para diagnóstico⁸ e posterior leitura em Seletor de íons⁹. Mediante o emprego de amostras de sangue coletadas em frascos contendo anticoagulante (ácido etileno diamino tetracético), obteve-se o hematócrito em tubos de microhematócrito centrifugados a 14.000G, por cinco minutos, com posterior leitura em escala especial.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas através do Teste Tukey (P<0,05), utilizando-se o programa Statistical Analysis of System (SAS).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos valores do pH(v), pCO₂(v), pO₂(v), cHCO₃⁻(vP) e cBase(v), com as respectivas médias, desvios-padrão e estatística calculada estão expressos na Tabela 1.

Todos os oito animais completaram o percurso total do exercício, de 60 km. Apesar das alterações metabólicas que se seguem, estas não apresentaram correspondência clínica.

No M1, observou-se discreto aumento nos valores do pH(v), provavelmente originário da perda de cloro no suor (Tabela 2). A perda de cloro resulta na retenção do íon bicarbonato (HCO₃⁻), considerado o segundo íon negativo mais abundante no organismo, visando restaurar o equilíbrio de cargas negativas. O resultado é um excesso de HCO₃⁻ e o desencadeamento da alcalose metabólica hipoclorêmica (DAY, 2002). Corroborando as afirmações anteriores (Tabelas 1 e 2), os animais ensaiados apresentaram, no M1, redução significativa (P<0,05) na concentração sérica de Cl⁻ e aumento da cHCO₃⁻(vP), e da cBase(v). A alcalose metabólica hipoclorêmica é uma complicação clínica importante na síndrome

4 Parinex – Hipolabor.

5 AGS-12 – Drake.

6 Labtest – Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG.

7 Labquest - CELM, modelo E-225-D.

8 Iselab - Drake.

9 Seletor de íons Iselab.

da exaustão apresentada por equinos submetidos a exercício de enduro, além de ser frequentemente observada em casos de rabdomiólise exercicional (JOHNSON, 1995).

TABELA 1. Valores médios±desvios-padrão do pH(v), pCO₂(v) (mmHg), pO₂(v) (mmHg), cHCO₃⁻(vP) (mmol/L) e cBase(v) (mmol/L) de equinos submetidos à prova de enduro de 60 km de extensão

Variável	M0	M1	M2	Valores de referência*
pH(v)	7,35±0,01 ^C	7,46±0,01 ^A	7,43±0,01 ^B	7,32 a 7,44
pCO ₂ (v)	42,67±1,64 ^B	45,47±3,05 ^{AB}	48,73±4,85 ^A	38 a 46
pO ₂ (v)	40,81±3,20 ^B	47,61±4,43 ^A	33,41±4,67 ^C	35 a 40
cHCO ₃ ⁻ (vP)	23,26±2,00 ^B	32,36±2,18 ^A	32,35±3,60 ^A	24 a 30
cBase(v)	-1,2±1,9 ^B	9,1±2,0 ^A	7,9±3,1 ^A	-2 a +2

M0= basal em repouso; M1= após os 60 km; M2= 1 hora após o término do enduro.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha divergem pelo teste Tukey (P<0,05).

*CARLSON (1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por ROSE et al. (1979) em equinos submetidos a exercício de enduro. Já WATANABE et al. (2006), trabalhando com animais da raça Árabe submetidos a exercício em esteira de alta velocidade, observaram acidose metabólica, decorrente da difusão do ácido láctico produzido pelas células musculares para a circulação sanguínea. O requisito energético das células musculares em exercícios de moderada a alta intensidade, diferentemente do enduro, é mantido predominantemente pelo metabolismo anaeróbico da glicose, o que resulta no acúmulo do ácido láctico nas células musculares com consequente desenvolvimento da acidemia sanguínea (AGUILERA-TEJERO et al., 2000).

Imediatamente após o término do enduro (M1), os animais apresentaram aumento nos valores do pO₂(v), cuja provável origem é a hiperventilação alveolar. Segundo AGUILERA-TEJERO et al. (2000), após o término do exercício, estímulos físicos e químicos, como o aumento da temperatura sanguínea, promovem a elevação da frequência respiratória e, consequentemente, da pO₂(v).

Os pulmões, juntamente com os rins, são os principais órgãos envolvidos na regulação do equilíbrio ácido-base. As compensações respiratórias ocorrem quase que imediatamente, pois,

segundo ROBINSON (2004), os quimiorreceptores respondem rapidamente às alterações no pH sanguíneo, modificando a pCO₂. Entretanto, a resposta respiratória compensatória ocorre por curto período de tempo e permite a correção apenas de distúrbios leves. A correção, a longo prazo, requer a excreção de íons H⁺ e a retenção de bicarbonato pelos rins (FETTMAN, 2004).

Com base nas afirmações anteriores e considerando que o pH normal de referência do sangue venoso de equinos encontra-se entre 7,32 e 7,44 (CARLSON, 1989), constatou-se que as alterações no pH apresentadas pelos animais no M1 foram corrigidas por modificações respiratórias já no M2, caracterizando a alcalose metabólica com compensação respiratória ou simplesmente alcalose metabólica compensada (aumento da pCO₂ ou hipoventilação). Quando o dióxido de carbono é dissolvido em água, uma pequena proporção (1:1000) combina com a água para formar o ácido carbônico (H₂CO₃). O aumento da pCO₂ aumenta a concentração do ácido carbônico, fazendo com que o plasma se torne mais ácido (CORLEY & MARR, 1998). Segundo FETTMAN (2004), para cada 1,0mEq/L de HCO₃⁻ adicionado ao organismo, 0,7mmHg de pCO₂ são retidos visando à correção do distúrbio ácido-base.

Ainda no M2, os animais apresentaram diminuição da pO₂, decorrente provavelmente da

diminuição da frequência respiratória na tentativa de corrigir a alcalose metabólica (retenção de CO₂) e em função do repouso prolongado, como descrito por CORLEY & MARR (1998).

Os resultados dos valores do hematócrito, sódio, potássio, cloreto e cálcio ionizável, com as respectivas médias, desvios-padrão e estatística calculada estão expressos na Tabela 2.

TABELA 2. Valores médios \pm desvios-padrão do hematócrito (%), sódio (mmol/L), potássio (mmol/L), cloreto (mmol/L) e cálcio ionizado (mmol/L) de equinos submetidos à prova de enduro de 60 km de extensão

Variável	M0	M1	M2	Valores de referência*
Hematócrito	34 \pm 1,27 ^C	46 \pm 0,37 ^A	41 \pm 1,46 ^B	32 a 42
Sódio	144,87 \pm 1,77 ^A	145,62 \pm 1,82 ^A	142,37 \pm 2,14 ^A	133 a 144
Potássio	3,72 \pm 0,31 ^A	3,06 \pm 0,22 ^B	2,47 \pm 0,30 ^C	3,2 a 4,2
Cloreto	95,11 \pm 1,18 ^A	87,46 \pm 1,53 ^B	89,38 \pm 0,62 ^B	94 a 104
Ca ionizado	1,49 \pm 0,10 ^A	1,26 \pm 0,10 ^B	1,34 \pm 0,107 ^B	1,54 a 1,69 ^{**}

M₀= basal em repouso; M1= após 60 km; M2=1 hora após o término do enduro.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha divergem pelo teste Tukey (P<0,05).

* ROSE & HODGSON, (1994).

**BERLIN & AROCH (2008)

A regulação do equilíbrio ácido-base está intimamente vinculada ao balanço de fluidos e eletrólitos, em que os rins possuem função significativa na manutenção da concentração fisiológica de muitos eletrólitos plasmáticos. Dentre estes eletrólitos, destacam-se o sódio, o potássio e o cloreto (ROSE et al., 1980).

No M1, constata-se aumento nos valores do hematócrito (Tabela 2), que ainda se manteve no M2. Esse aumento ocorreu em virtude da hemoconcentração associada à desidratação e também de um maior aporte de eritrócitos na corrente sanguínea em decorrência da contração esplênica comum nessa espécie, como explicou JOHNSON (1995).

Durante todo o período experimental não foram observadas alterações significativas nos valores do íon sódio, o que, segundo SCHOTT & HINCHLIFF (1993), é um achado comum em equinos submetidos a exercícios de baixa intensidade e longa duração como o enduro. Porém, observa-se aumento numérico na concentração deste íon no M1, decorrente da perda de fluidos circulantes (Tabela 2), conforme afirmado por FERNANDES & LARSSON (2000). Por sua vez, a diminuição numérica na concentração sanguínea de sódio, observada uma hora após o exercício

(M2), também foi relatada por ROSE et al. (1980), em equinos submetidos à prova de enduro, atribuindo essa diminuição à perda desse elemento no suor. Resultados semelhantes foram observados por SNOW et al. (1982), que, ao avaliarem equinos submetidos à prova de enduro de 80 km de extensão, constataram aumento nos teores do sódio nos quilômetros finais e a aproximadamente trinta minutos após o término da prova, com posterior diminuição desse íon durante o repouso.

Na Tabela 2, nos M1 e M2, constata-se diminuição (P<0,05) na concentração sérica de potássio. Essa diminuição foi ocasionada pela perda desse elemento no suor (ROSE et al., 1979; FERNANDES & LARSSON, 2000). Valores de potássio menores que 2,5mEq/L podem resultar em fraqueza, diminuição da motilidade intestinal, íleo paralítico e até mesmo em alterações no traçado eletrocardiográfico (DAY, 2002). As arritmias cardíacas observadas desenvolvem-se pela hiperpolarização dos cardiócitos (FETTMAN, 2004). Esses resultados corroboram os de ROSE et al. (1980) e os de SNOW et al. (1982), observando que os animais que não conseguiram cumprir o percurso da prova apresentaram valores mais baixos de potássio, quando comparados aos animais que terminaram a prova, concluindo, assim, que as

perdas de potássio influenciam significativamente no desempenho dos animais. E diferem dos de SANTOS et al. (2001), que observaram aumento de potássio sérico, enquanto SNOW (1990) obteve valores médios de potássio semelhantes nas amostras colhidas antes e após o exercício. Esses resultados, aparentemente conflitantes com relação ao potássio sérico, provavelmente ocorreram em virtude das diferenças climáticas e dos próprios percursos em que foram realizadas as diferentes provas.

Observou-se, nos M1 e M2, diminuição nos valores de cálcio ionizável, que teve como provável origem a perda no suor, como descrito por SCHOTT & HINCHLIFF (1993). Para McCONAGHY (1994), a diminuição da concentração sérica de cálcio pode ser explicada pelo fato de, durante a contração muscular, o cálcio precisar ligar-se com a molécula de troponina para permitir a ligação da actina e miosina. Assim sendo, o cálcio move-se intracelularmente, permitindo a eficiente contração muscular. A hipocalcemia também pode exacerbar-se na presença da alcalose metabólica hipoclorêmica e da hemoconcentração (KRONFELD, 2001).

Dentre os problemas acarretados pela perda de cálcio, destaca-se o *flutter* diafragmático sincrônico (FDS). Essa condição é muito comum em provas de enduro realizadas em dias quentes e úmidos. A etiologia exata é desconhecida, mas aparentemente possui relação direta com o cálcio perdido no suor (SANTOS et al., 2001).

CONCLUSÕES

Equinos da raça Árabe submetidos a exercício de enduro de 60 km de extensão apresentam, imediatamente após o término total do percurso, aumento nos valores do pH(v), o qual, associado com o aumento da $c\text{HCO}_3^-(v)$ e $c\text{Base}(v)$, confirmou a alcalose metabólica, que teve como provável origem a perda de cloro no suor. Trata-se de alterações leves e temporárias, as quais são rapidamente corrigidas por modificações respiratórias (aumento da $p\text{CO}_2$ ou hipoventilação), não necessitando de qualquer intervenção terapêutica. Ademais, apresentam-se desidratados, hipocalcêmicos e hipocalêmicos. Os distúrbios hemoga-

sométricos e bioquímico-séricos observados não foram associados a alterações clínicas.

REFERÊNCIAS

- AGUILERA-TEJERO, E.; ESTEPA, J.C.; LÓPEZ, I.; BAS, S.; MAYER-VALOR, R.; RODRÍGUEZ, M. Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. **Research in Veterinary Science**, London, v. 68, n. 2, p. 103-108, 2000.
- BERLIN, D.; AROCH, I. Concentrations of ionized and total magnesium and calcium in healthy horses: Effects of age, pregnancy, lactation, pH and sample type. **Veterinary Journal**, London, v. 8, 2008.
- CARLSON, G. P. Thermoregulation and fluid balance in the exercising horse. In: SNOW, D. H.; PERSON, S. G. B.; ROSE, R. J. **Equine exercise physiology**. Cambridge: Granta Editions, 1983. p. 275-309.
- CARLSON, G. P. Fluid, electrolyte, and acid-base balance. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th. ed. San Diego: Academic, 1997. p. 485-516.
- CORLEY, K. T. T.; MARR, C M. Pathophysiology, assessment and treatment of acid-base disturbances in the horse. **Equine Veterinary Education**, Newmarket, v. 10, n. 5, p. 255-265, 1998.
- DAY, T.K. Blood gas analysis. **Veterinary Clinical Small Practice**, Philadelphia, v. 32, n. 4, p. 1031-1048, 2002.
- FERNANDES, W. R.; LARSSON, M. H. M. A. Alterações nas concentrações séricas de glicose, sódio, potássio, uréia e creatinina, em eqüinos submetidos a provas de enduro de 30km com velocidade controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 393-398, 2000.
- FETTMAN, M. J. Fluid and electrolyte metabolism. In: THRALL, M.A.; BAKER, D.C.; CAMPBELL, T. W.; LASSEN, E. D. DeNICOLA, D. B.; REBAR, A.; FETTMAN, M. J.; WEISER, G. **Veterinary hematology and clinical chemistry**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2004. p. 329-355.
- JOHNSON, P. J. Electrolyte and acid-base disturbances in the horse. **Clinical Pathology**, London, v. 11, n. 3, p. 491-514, 1995.
- KRONFELD, D. S. Body fluids and exercise: Physiological responses (part I). **Journal of Equine Veterinary Science**, Wildomar, v. 21, n. 7, p. 312-322, 2001.

- McCONAGHY, F. Thermoregulation. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. (Ed.). **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1994. p.181-202.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of horses**. 5th ed. Washington DC: NRC, 1989.
- ROBINSON, N. E. Homeostase ácido-básica. In: CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 539-550.
- ROSE, R. J.; ILKIW, J. E.; MARTIN, I. C. A. Blood-gas, acid-base and haematological values in horses during an endurance ride. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 11, n. 2, p. 56-59, 1979.
- ROSE, R. J.; ARNOLD, K. S.; CHURCH, S. Plasma and sweat electrolyte concentrations in the horse during long distance exercise. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 12, n.1, p. 19-22, 1980.
- SANTOS, S. A.; SILVA, R. A. M. S.; AZEVEDO, J. R. M.; MELLO, M. A. R.; SOARES, A. C.; SIBUYA, C.Y.; ANARUMA, C. A. Serum electrolyte and total protein alterations in Pantaneiro horse during long distance exercise. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 3, 2006.
- SCHOTT, H.C.; HINCHCLIFF, K.W. Fluids, electrolytes, and bicarbonate. **Veterinary Clinics of North America Equine Practice**, Philadelphia, v. 9, n. 3, p. 577-604, 1993.
- SNOW, D. H.; KERR, M. G.; NIMMO, M. A.; ABBOTT, E. M. Alterations in blood, sweat, urine and muscle composition during prolonged exercise in the horse. **The Veterinary Record**, London, v. 110, n. 16, p. 377-384, 1982.
- SNOW, D.H. Haematological, biochemical and physiological changes in horses and ponies during the cross country stage of driving trial competitions. **The Veterinary Record**, London, v. 126, n. 10, p. 233-239, 1990.
- SPEIRS, C.V. The alimentary tract. In: _____. **Clinical examination of horses**. Philadelphia: Saunders, 1997. p. 261-298.
- WATANABE, M. J.; THOMASSIAN, A.; TEIXEIRA NETO, F. J.; ALVES, A. L. G.; HUSSNI, C. A.; NICOLETTI, J. L. M. Alterações do pH, da P_{O_2} e da P_{CO_2} arteriais e da concentração de lactato sanguíneo de cavalos da raça Árabe durante exercício em esteira de alta velocidade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 3, p. 320-326, 2006.
- WEISS, D.; BURGER, D.; WEISHAUPT, M.A.; FAKLER, A.; SPICHIGER, U.E.; GIESE, L.; LIESEGANG, A.; WANNER, M.; RIOND, J.L. Effects of 61.7km ride on magnesium and calcium homeostasis in well trained endurance horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, Wildomar, v. 22, n. 2, p. 77-83, 2002.
- WILLIAMSON, H. M. Normal and abnormal electrolyte levels in the racing horse and their effect on performance. **Journal of the South African Veterinary Association**, Pretoria, v. 45, n. 4, p. 335-340, 1974.

Protocolado em: 15 ago. 2007. Aceito em: 7 out. 2008.