

EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE EM EQUINOS DA RAÇA QUARTO DE MILHA PARTICIPANTES DA PROVA DOS TRÊS TAMBORES*

Marco Augusto Giannoccaro da Silva¹, Lina Maria Wehrle Gomide², Deborah Penteado Martins Dias², Carla Braga Martins³, Raquel Mincarelli Albernaz⁴, Nara Saraiva Bernardi², Antonio de Queiroz Neto⁴ e José Corrêa de Lacerda Neto²⁺

ABSTRACT. Silva M.A.G., Gomide L.M.W., Dias D.P.M., Martins C.B., Albernaz R.M., Bernardi N.S., Queiroz Neto A. & Lacerda Neto J.C. [**Acid base balance in Quarter Horses performing Three Barrel Racing**]. Equilíbrio ácido-base em equinos da raça Quarto de Milha participantes da Prova dos Três Tambores. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 35(2):188-192, 2013. Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, Jaboticabal, SP 14884-900, Brasil. E-mail: jlacerda@fcav.unesp.br

High intensity exercise, as performed during the Three Barrel Racing (3BR), demands great energy production in a very short period of time. This request is feasible via anaerobic metabolism activation. The anaerobic metabolism generates lactate and hydrogen protons (H^+) within the muscle fibers, which are spread through the circulation determining metabolic acidosis. The purpose of the present study was to evaluate possible changes in acid-base balance in Quarter Horses performing 3BR. Eight adult horses performing one 3BR were evaluated. Venous blood samples were obtained at rest before the race (baseline), and immediately after the end of 3BR. Lactate concentration, pH, bicarbonate ions concentration [HCO_3^-] and partial pressure of carbon dioxide (P_vCO_2) were assessed. The obtained values were analyzed by t-Student test ($P < 0.05$). Immediately after the race, blood lactate was markedly increased, and pH and [HCO_3^-] decreased. No differences were detected on P_vCO_2 values. The acid-base balance components analyzed in the present study indicate that Quarter Horses performing 3BR develop metabolic acidosis, even with the very short period of exercise. These findings highlight the significance of clinical follow-up after competition, aiming to evaluate the need of therapeutic intervention to correct the metabolic imbalance.

KEY WORDS. Equine, exercise, lactate, metabolic acidosis, Three Barrel Racing.

RESUMO. Exercícios de máxima intensidade e curtíssima duração, como o realizado na Prova dos Três Tambores (P3T), exigem que grande quantidade de energia seja produzida rapidamente, o que só é possível via metabolismo anaeróbio. O meta-

bolismo muscular anaeróbio gera lactato e prótons H^+ , que são difundidos pela corrente sanguínea determinando acidose metabólica. Objetivou-se avaliar as possíveis alterações no equilíbrio ácido-base de equinos da raça Quarto de Milha participantes

*Recebido em 06 de julho de 2012.

Aceito para publicação em 17 de junho de 2013.

¹Médico-veterinário, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Tocantins (UFT), BR153, Km 112, s/n, Araguaína, TO 77804-970, Brasil. E-mail: silva_vet@hotmail.com

²Médico-veterinário, DSc. Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP-Jaboticabal), Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, Jaboticabal, SP 14884-900, Brasil. E-mails: linagomide@gmail.com, deborah_dias@hotmail.com, nara.sb@gmail.com ⁺Autor para correspondência. E-mail: jlacerda@fcav.unesp.br

³Médica-veterinária. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário s/n, Alegre, ES 29500-000, Brasil. E-mail: carlabraga74@hotmail.com

⁴Médico-veterinário. D.Sc. Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, FCAV, UNESP-Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, Jaboticabal, SP 14884-900. E-mails: raquel_albernaz@hotmail.com, aqueiroz@fcav.unesp.br

da P3T. Avaliaram-se oito equinos adultos que realizaram um único percurso. Amostras de sangue venoso foram colhidas em repouso antes da prova (basal) e imediatamente após o término da mesma. Determinou-se a concentração de lactato, o logaritmo negativo da atividade de íons hidrogênio (pH), a concentração de íons bicarbonato [HCO_3^-] e a pressão parcial de dióxido de carbono no sangue venoso (P_vCO_2). As variáveis estudadas foram analisadas pelo teste *t-Student* ($p < 0,05$). Imediatamente após o término do percurso, observou-se aumento substancial nas concentrações sanguíneas de lactato e redução nos valores de pH e [HCO_3^-]. Não houve diferença com relação à P_vCO_2 . Os componentes associados ao equilíbrio ácido-base analisados no presente estudo indicam que equinos da raça Quarto de Milha que realizam a P3T desenvolvem acidose metabólica pós-exercional, apesar do curtíssimo tempo de exercício realizado, evidenciando a importância do acompanhamento clínico criterioso após a competição, avaliando-se a necessidade de intervenção terapêutica para correção do desequilíbrio metabólico gerado.

PALAVRAS-CHAVE: Acidose metabólica, equino, exercício, lactato, Prova dos Três Tambores.

INTRODUÇÃO

A Prova dos Três Tambores (P3T) é uma modalidade esportiva na qual o conjunto (cavalo e cavaleiro) deve executar um circuito onde três tambores são dispostos nos ápices de um triângulo. O percurso se inicia de 13 a 18 metros de distância do primeiro tambor, localizado à direita da base do triângulo e, consiste em realizar uma volta completa em torno de cada tambor, retornando em linha reta até o ponto de partida no menor tempo e sem faltas (Stricklin 1997). A raça mais utilizada para tal modalidade é a Quarto de Milha, devido à característica peculiar de acelerar rapidamente no primeiro quarto de uma milha (402 m) de uma corrida, superando a aceleração de equinos de qualquer outra raça (Nielsen et al. 2006). Tal característica deve-se à diferente distribuição das fibras musculares na raça, apresentando maior proporção de fibras do tipo IIX, de baixa capacidade oxidativa e alta capacidade glicolítica. Sendo fibras de contração rápida, as fibras IIX são as mais recrutadas em atividades de alta intensidade (Lindinger 2004), como no caso da P3T.

Em qualquer modalidade esportiva, a produção e a utilização apropriada de energia são essenciais para que o equino atleta atinja seu máximo desem-

penho (Eaton 1994, Harris & Harris 1998). Para realizar a P3T com sucesso, o animal precisa de agilidade e velocidade em um curtíssimo espaço de tempo (Black 1999), determinando que a produção de energia seja rápida o suficiente para suprir a demanda da intensa contração muscular. Entretanto, durante o exercício máximo, a utilização de energia pelos músculos esqueléticos excede sua capacidade de produzir ATP por via aeróbia e, por isso, grande parte da energia passa a ser gerada através da glicólise anaeróbia que possui como subproduto o ácido láctico. Uma vez em meio líquido, intra ou extracelular, o ácido láctico se dissocia rapidamente em lactato e prótons hidrogênio (H^+) (Kowalchuk et al. 1988, Marlin & Nankervis 2002). Alguns autores consideram que, além do ácido láctico, outras fontes colaboram para o aumento da concentração de H^+ no citosol. O consumo de ATP ($\text{ATP}^4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ADP}^3 + \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+$), por exemplo, promove a liberação de H^+ com o reaproveitamento deste próton na transformação de NAD em NADH. Entretanto, não há consumo de H^+ na re-síntese de ATP ($1,3\text{-bifosfoglicerato}^4 + \text{ADP}^3 \rightarrow 3\text{-fosfoglicerato}^3 + \text{ATP}^4$) (Robergs et al. 2004, Robergs et al. 2005, Robergs et al. 2006). Quanto maior a intensidade do exercício, maior a quantidade de lactato e H^+ produzidos (Eaton 1994) e, independentemente da origem, o aumento da concentração de H^+ no citoplasma promove acidose na fibra muscular (Böning & Maassen 2008).

O ácido láctico produzido no grupo muscular ativo, ou o lactato e H^+ gerados na sua dissociação, ganham a circulação gerando alterações do equilíbrio ácido-base que manifestam-se pela diminuição do logaritmo negativo da atividade de H^+ (pH) e consequente acidose metabólica. Visto que a musculatura esquelética representa cerca de 40 a 60% da massa corpórea de um equino adulto, o equilíbrio ácido-base geral é diretamente relacionado à atividade muscular (Lindinger 2004).

O controle do equilíbrio ácido-base se refere à regulação da concentração de H^+ nos líquidos corporais, que deve ser produzido e removido do organismo em proporções semelhantes. A concentração do próton H^+ é expressa pelo valor do pH, sendo que alterações destas variáveis apresentam-se de forma inversamente proporcional (Carlson 1997). Três principais mecanismos de tamponamento ácido-base são acionados para manutenção da homeostasia. A rápida correção de alterações de pH é realizada pelos tampões químicos do líquido intra

e extracelulares e pelo mecanismo ventilatório de regulação do equilíbrio ácido-base, enquanto que a correção a longo prazo é feita pelos rins, que promovem a excreção do excesso do próton (Cunningham 1999, Guyton & Hall 2002). Tampão é definido por Guyton & Hall (2002) como uma solução que contém a associação de duas ou mais substâncias químicas, capazes de impedir alterações acentuadas na concentração de H^+ quando um ácido ou uma base é adicionado à solução. Este sistema é dividido em três grandes componentes: bicarbonato (HCO_3^-) / ácido carbônico (H_2CO_3), proteínas e carbonatos / fosfatos (Guyton & Hall 2002). O dióxido de carbono (CO_2) produzido no trabalho muscular difunde-se para o sangue por gradiente de concentração, onde é hidratado na presença da enzima anidrase carbônica e transportado principalmente sob a forma de HCO_3^- (Taylor et al. 1995). Segundo Stewart (1978), o H_2CO_3 se transforma a partir da multiplicação da solubilidade da anidrase carbônica pela pressão parcial de dióxido de carbônico ($H_2CO_3 = S_{H_2CO_3} \times PCO_2$). Para evitar o acúmulo de CO_2 minimizando a concentração do H_2CO_3 no sangue sob ação catalisadora da enzima anidrase carbônica, a frequência respiratória se eleva para maior remoção do CO_2 circulante (Cunningham 1999).

Sabe-se que o eflúvio máximo de CO_2 ocorre durante os primeiros 30 segundos do exercício de intensidades alta (Kowalchuk et al. 1988, Lindinger et al. 1992), portanto o exercício intenso realizado na P3T seria determinante da acidose metabólica e da ativação dos mecanismos de regulação da homeostasia acima descritos. Assim, tendo em vista a escassez de informações a respeito da regulação do equilíbrio ácido-base de cavalos Quarto de Milha nas diferentes modalidades equestres das quais participam, o presente estudo teve como objetivo avaliar as possíveis alterações no equilíbrio ácido-base de equinos da raça Quarto de Milha na realização da P3T.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados oito equinos adultos da raça Quarto de Milha, já condicionados ao esforço exigido pela P3T, provenientes de diferentes centros de treinamento da região de Jaboaticabal, SP. Os animais foram considerados hígidos de acordo com exame físico realizado antes do início da prova. Os três tambores foram dispostos na pista de treinamento equestre pertencente à FCAV/UNESP, com dimensões semelhantes às de uma pista oficial, determinando um percurso triangular de aproximadamente 130 metros de extensão. A P3T contou com a supervisão de um juiz oficial da Associação Brasileira dos Criadores de Quarto de Milha (ABQM). Amostras de sangue

venoso foram colhidas mediante venipunção jugular, em repouso antes da P3T (basal) e imediatamente após o término do percurso. Utilizou-se agulhas 25x7 acopladas a seringas de 1 mL contendo 0,01 mL de heparina sódica^a. As amostras foram processadas imediatamente após a colheita em um analisador de gases^b, determinando-se o pH, a pressão parcial de dióxido de carbono no sangue venoso (P_vCO_2) em mmHg e a concentração de HCO_3^- em mmol/L. No momento de cada colheita de sangue, aferiu-se a temperatura corpórea por via retal^c, necessária para cálculo das variáveis pH e P_vCO_2 . A concentração de lactato em mmol/L foi determinada imediatamente através de um analisador portátil^d. As variáveis estudadas foram analisadas pelo teste *t-Student* ($p < 0,05$), utilizando-se o *software Sigma Stat*.

RESULTADOS

Todos os animais completaram o percurso da P3T conforme proposto em tempo médio de 18 segundos. Os valores referentes às determinações do lactato, pH, P_vCO_2 e HCO_3^- antes e após a realização da P3T encontram-se na Tabela 1. Imediatamente ao final da prova, observou-se aumento nas concentrações sanguíneas de lactato e redução no pH e nas concentrações de HCO_3^- . Não houve diferença estatística com relação à P_vCO_2 .

Tabela 1. Valores médios \pm erro padrão da média das concentrações de lactato, pH, $[HCO_3^-]$ e pressão parcial de dióxido de carbono no sangue venoso (P_vCO_2) em equinos antes e após a realização da Prova dos Três Tambores.

Período	Lactato (mmol/L)	pH	HCO_3^- (mmol/L)	P_vCO_2 (mmHg)
Basal	0,39a \pm 0,062	7,384a \pm 0,00	29,18a \pm 1,11	50,43a \pm 2,24
Pós-exercício	11,32b \pm 0,804	7,172b \pm 0,01	18,02b \pm 0,98	51,36a \pm 2,46

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste *t-Student* ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

No presente estudo, o aumento acentuado na concentração sanguínea de lactato observado após a realização do exercício, mostrou que a realização da P3T exige um esforço de alta intensidade com metabolismo predominantemente anaeróbio. Ainda, a lactacidemia observada ao final da prova permitiu inferir que o esforço físico ao qual os animais foram

^aHeptar Heparina Sódica - EUROFARMA Laboratórios Ltda., São Paulo, SP.

^bAnalisador de gases sanguíneos, Eletrólitos, Hemoglobina Total, Saturação de O_2 e Hematócrito OMNI C - Roche Diagnóstica Brasil, São Paulo, SP.

^cTermômetro digital Vicks V911 ultra-rápido - Kaz, Inc., Hudson, NY, EUA.

^dLactímetro YSL 1500 Sport - Yellow Springs Co., EUA.

submetidos foi de intensidade máxima, como esperado. Concomitante ao aumento na concentração de lactato, houve diminuição do pH e da concentração de HCO_3^- , o que caracteriza quadro de acidose metabólica e corrobora aos achados de Silva et al. (2009) e Carlson et al. (1995). Estes autores relacionam tais achados ao consumo do HCO_3^- no processo de tamponamento do ácido láctico produzido pelo metabolismo anaeróbio, ratificando a estreita relação existente entre estas variáveis.

A determinação do pH é de extrema importância para o clínico, uma vez que lhe mostra a resposta metabólica ao esforço realizado (Guyton & Hall 2002). O pH sanguíneo normal é de aproximadamente 7,4, sendo que se faz necessário a manutenção do pH próximo a este valor para a função normal dos processos celulares (Cunningham 1999). Os resultados encontrados no presente estudo indicando acidose metabólica pós-exercional, assemelham-se aos de Ferraz et al. (2010) que avaliaram cavalos participantes de provas de pólo, cujo exercício também foi caracterizado como máximo. Ferraz et al. (2010) demonstraram redução acentuada dos valores de pH e HCO_3^- no sangue venoso 5 minutos após o término do esforço, indicando que o exercício foi de alta intensidade culminando com o desenvolvimento de acidose metabólica.

Em exercícios com cargas de trabalho entre 65% a 85% do consumo máximo de oxigênio, o requisito energético de ATP para a contração muscular é mantido por meio do metabolismo anaeróbio da glicose, resultando na difusão do ácido láctico produzido pelas células musculares para a circulação sanguínea diminuindo o pH (Evans 2000). Outros autores, pesquisando diferentes raças, também atribuem a acidemia sanguínea desenvolvida no exercício máximo ao acúmulo do ácido láctico produzido (Aguilera-Tejero et al. 2000, Watanabe et al. 2006, Böning & Maassen 2008, Ba et al. 2009, Silva et al. 2009). Entretanto, contradizendo tal conceito, estudos recentes demonstraram que a produção de lactato não gera, mas sim consome prótons H^+ através da re-oxidação do NAD no final do ciclo da glicólise anaeróbia. Demonstrou-se ainda que a principal fonte de H^+ durante o exercício é a hidrólise do ATP que, assim como a produção de lactato, se intensifica proporcionalmente ao aumento do esforço (Robergs et al. 2006). Além disso, atualmente, o lactato não figura mais como um produto de descarte e sim é considerado como substrato valioso contribuindo significativamente para a produção de energia para

o coração, músculos não contráteis e até mesmo para o cérebro (Pösö 2002). A utilização do lactato como substrato energético é definida pelo ciclo de Cori. O ciclo de Cori é desencadeado quando a necessidade energética dos tecidos durante o exercício intenso se torna maior do que a capacidade de distribuição de O_2 pela circulação. Após o término da atividade física, ou do período de privação de O_2 , o lactato produzido pelo metabolismo anaeróbio é convertido em glicose no fígado através da gliconeogênese. Assim, o lactato é retirado da circulação deixando de ser prejudicial por acidificar o meio e é benéficamente transformado em substrato energético (Wasserman et al. 1991).

Não ocorreu alteração nos valores de P_vCO_2 possivelmente devido ao curtíssimo tempo de atividade física, lembrando que a prova foi realizada na média de 18 segundos. Assim, supõe-se que não houve tempo hábil para a ativação do mecanismo ventilatório de regulação do equilíbrio ácido-base, que promoveria aumento da frequência respiratória para maior eliminação do CO_2 , conseqüentemente aumentando P_vCO_2 . Thrall et al. (2004) caracterizaram o distúrbio ácido-base simples como sendo aquele em que ocorre alteração no sistema primário (alteração metabólica), com nenhuma ou pouca resposta respiratória compensatória. Portanto, devido à inalteração na P_vCO_2 , considera-se que a acidose observada após a realização da P3T nos equinos do presente estudo foi de origem puramente metabólica. Ressalta-se ainda a rapidez com a qual o distúrbio metabólico se instalou, visto que as colheitas de sangue venoso após o exercício que identificaram o desequilíbrio foram realizadas entre 30 segundos e 1 minuto após a finalização do percurso.

CONCLUSÃO

Os componentes associados ao equilíbrio ácido-base analisados no presente estudo indicam que equinos da raça Quarto de Milha que realizam a P3T desenvolvem acidose metabólica pós-exercional, apesar do curtíssimo tempo de exercício realizado, evidenciando a importância do acompanhamento clínico criterioso após a competição, avaliando-se a necessidade de intervenção terapêutica para correção do desequilíbrio metabólico gerado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera-Tejero E., Estepa J.C., López I., Bas S., Mayer-Valor R. & Rodríguez M. Quantitative analysis of acid-base ba-

- lance in show jumpers before and after exercise. *Res. Vet. Sci.*, 68:103-108, 2000.
- Ba A., Delliaux S., Bregeon F., Levy S. & Jammes Y. Post-exercise heart rate recovery in healthy, obese, and COPD subjects: relationships with blood lactic acid and PaO₂ levels. *Clin. Res. Cardiol.*, 98:52-58, 2009.
- Black J.B. Purchase examination of the western show and performance horse. *AAEP Proc.*, 45:1-3, 1999.
- Böning D. & Maassen N. Point: Lactic acid is the only physicochemical contributor to the acidosis of exercise. *J. Appl. Physiol.*, 105:358-359, 2008.
- Carlson G.P. Interrelationships between fluid, electrolyte and acid-base balance during maximal exercise. *Equine Vet. J.*, 27:261-265, 1995.
- Carlson G.P. Fluid, electrolyte, and acid-base balance, p. 485-516. In: Kaneko J.J., Harvey J.W. & Bruss M.L. (Eds), *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5th ed. Academic Press, San Diego, 1997.
- Cunningham J.G. Equilíbrio ácido-básico, p.436-442. In: Cunningham J.G. (Ed.), *Tratado de Fisiologia Veterinária*. 2^a ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1999.
- Eaton M.D. Energetics and performance, p.49-62. In: Hodgson D.R. & Rose R.J. (Eds), *The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine*. WB Saunders, Philadelphia, 1994.
- Evans D.L. *Training and fitness in athletic horses*. RIRDC, Sidney, 2000. 64p.
- Ferraz G.C., Soares O.A.B., Foz N.S.B., Pereira M.C. & Queiroz-Neto A. The workload and plasma ion concentration in a training match session of high-goal (elite) polo ponies. *Equine Vet. J. Suppl.*, 42:191-195, 2010.
- Guyton A.C. & Hall J.E. Regulação do Equilíbrio ácido-básico; Doença Renal; Micção, p.328-343. In: Guyton A.C. & Hall J.E (Eds), *Tratado de fisiologia médica*. 10^a ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2002.
- Harris P.A. & Harris R.C. Nutritional ergogenic aids in the horse - Uses and abuses. *CESMAS Proc.*, 1998. p.491-507.
- Kowalchuk J.M., Heigenhauser G.J., Lindinger M.I., Obminski G., Sutton J.R. & Jones N.L. Role of lungs and inactive muscle in acid-base control after maximal exercise. *J. Appl. Physiol.*, 65:2090-2096, 1988.
- Lindinger M.I. Acid-base physiology during exercise and in response to training, p.872-897. In: Hinchcliff K.W., Kaneps A.J. & Geor R.J. (Eds), *Equine sports medicine and surgery*. Saunders, Philadelphia, 2004.
- Lindinger M.I., Heigenhauser G.J., McKelvie R.S. & Jones N.L. Blood ion regulation during repeated maximal exercise and recovery in humans. *Am. J. Physiol.*, 262:R126-R136, 1992.
- Marlin D. & Nankervis K. *Equine exercise physiology*. 1st ed. Blackwell Publishing, Oxford, 2002. 304p.
- Nielsen B.D., Turner K.K., Ventura B.A., Woodward A.D. & O'Connor C.I. Racing speeds of Quarter Horses, Thoroughbreds and Arabians. *Equine Vet. J. Suppl.*, 36:128-132, 2006.
- Pösö A.R. Monocarboxylate transporters and lactate metabolism in equine athletes: a review. *Acta Vet. Scand.*, 43:63-74, 2002.
- Robergs R.A., Ghiasvand F. & Parker D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 287:R502-R516, 2004.
- Robergs R.A., Ghiasvand F. & Parker D. Lingering construct of lactic acidosis. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 289:R904:910, 2005.
- Robergs R.A., Ghiasvand F. & Parker D. Reply: The wandering argument favoring a lactic acidosis. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 291:R238-R239, 2006.
- Silva M.A.G., Martins C.B., Gomide L.M.W., Albernaz R.M., Queiroz Neto A. & Lacerda Neto J.C. Determinação de eletrólitos, gases sanguíneos, osmolalidade, hematócrito, hemoglobina, base titulável e *anion gap* no sangue venoso de equinos destreinados submetidos a exercício máximo e submáximo em esteira rolante. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 61:1021-1027, 2009.
- Stewart P.A. Independent and dependent variables of acid-base control. *Respir. Physiol.*, 33:9-26, 1978.
- Stricklin J.B. Barrel Racing. *AAEP Proc.*, 43:37-39, 1997.
- Taylor L.E., Ferrante P.L., Wilson J.A. & Kronfeld D.S. Arterial and mixed venous acid-base status and strong ion difference during repeated sprints. *Equine Vet. J. Suppl.*, 18:326-330, 1995.
- Thrall M.A., Baker D.C.T., Campbell T.W., DeNicola D.B., Fettman M.J., Lassen E.D., Rebar A. & Weiser G. *Veterinary hematology and clinical chemistry*. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 2004. 518p.
- Watanabe M.J., Thomassian A., Teixeira Neto F.J., Alves A.L.G., Hussni C.A. & Nicoletti J.L.M. Alterações do pH, da PO₂ e da PCO₂ arteriais e da concentração de lactato sanguíneo de cavalos da raça Árabe durante exercício em esteira de alta velocidade. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 58:320-326, 2006.
- Wasserman D.H., Connolly C.C. & Pagliassotti M.J. Regulation of hepatic lactate balance during exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23:912-919, 1991.