

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS ARAÇATUBA

**AVALIAÇÃO ENDOSCÓPICA DAS VIAS AÉREAS, PERFIL DE GASES
SANGUÍNEOS, ELETRÓLITOS E DO EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE EM
EQUINOS SUBMETIDOS AO TREINAMENTO DE TRÊS TAMBORES**

João Pedro Borges Barbosa
Médico Veterinário

ARAÇATUBA - SP
2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS ARAÇATUBA

Autor: João Pedro Borges Barbosa

Orientador: Prof. Dr. Luiz Cláudio Nogueira Mendes

Dissertação apresentada a Faculdade de Medicina Veterinária – unesp, Campus Araçatuba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal: Área de concentração: Fisiopatologia Médica e Cirúrgica de Grandes Animais.

ARAÇATUBA - SP

2015

Catálogo na Publicação(CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação – FMVA/UNESP

Barbosa, João Pedro Borges

B234a

Avaliação endoscópica das vias aérea, perfil de gases sanguíneo, eletrólitos e do equilíbrio ácido-base em equinos submetidos ao treinamento de três tambores / João Pedro Borges Barbosa.

Araçatuba: [s.n], 2015

52 f. il.; CD-ROM

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária, 2015

Orientador: Prof. Adjunto Luiz Cláudio Nogueira Mendes

1. Equino. 2. Hemogasometria. 3. Endoscopia 4. Exercício 5. I. T.

CDD: 636.1



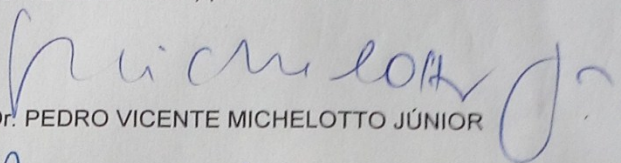
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

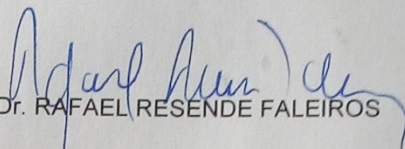
TÍTULO: Avaliação endoscópica das vias aéreas, perfil de gases sanguíneos, eletrólitos e do equilíbrio ácido-base em equinos submetidos ao treinamento de três tambores.

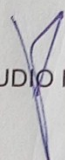
AUTOR: JOÃO PEDRO BORGES BARBOSA

ORIENTADOR: Dr. LUIZ CLÁUDIO NOGUEIRA MENDES

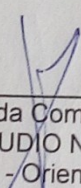
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL (FISIOPATOLOGIA MÉDICA E CIRÚRGICA) pela Comissão Examinadora.


Dr. PEDRO VICENTE MICHELOTTO JÚNIOR


Dr. RAFAEL RESENDE FALEIROS


Dr. LUIZ CLÁUDIO NOGUEIRA MENDES

DATA DA REALIZAÇÃO: 7 de agosto de 2015.



Presidente da Comissão Examinadora
Dr. LUIZ CLÁUDIO NOGUEIRA MENDES
- Orientador -

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JOÃO PEDRO BORGES BARBOSA - nascido na cidade de João Pessoa, PB, no dia 09 de novembro de 1984, filho de Antônio Barbosa Filho e Maria do Socorro Borges Barbosa. Médico Veterinário graduado pela Faculdade de Jaguariúna, com início em fevereiro de 2007 e término em junho de 2011. Realizou estágio curricular na área de Clínica Cirúrgica de Grandes Animais no ano de 2011, no Hospital Veterinário localizado na Faculdade de Medicina Veterinária (FMVA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Unesp, Campus de Araçatuba, sob a orientação da Professora Dra. Juliana Peiró. Residente no Jockey Club de São Paulo no ano de 2012 na área de Clínica Médica e Cirúrgica de Equinos. Em agosto de 2013 ingressou no Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, na área de Fisiopatologia Médica e Cirúrgica de Grandes Animais, no curso de Mestrado da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Campus de Araçatuba, sob a orientação do Professor Dr. Luiz Claudio N. Mendes.

Aqueles que passam por nós,
não vão sós, não nós deixam sós.
Deixam um pouco de si,
levam um pouco de nós.

Saint-Exupéry

*O otimista é um tolo. O pessimista, um chato.
Bom mesmo é ser um realista esperançoso.*

Ariano Suassuna

Dedico:

A minha família pelo apoio incondicional.

Aos cavalos...

AGRADECIMENTO

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Claudio N. Mendes, pela oportunidade que foi oferecida, pela paciência e tolerância que teve desde o início até a conclusão deste trabalho. Levo comigo as lembranças das boas conversas e conselhos;

A Faculdade de Medicina Veterinária e ao programa de pós-graduação da unesp, campus Araçatuba, pelo apoio em todas as fases do projeto;

Ao Rancho GF pelo apoio a pesquisa e principalmente aos que trabalham todos os dias com os cavalos – Claudio, Gabriel, João e Bruno;

A minha mãe pelos conselhos, ensinamentos e incentivos constantes durante todo o programa de mestrado. Minha inspiração para realização deste trabalho. TE AMO;

Ao meu pai pelas conversas de apoio, sempre tão bem fundamentadas e com toda a paciência para me explicar as dificuldades e desafios que a vida nos impõe. TE AMO;

Ao meu irmão Raoni pela paciência e dedicação em me ensinar todas as etapas do programa de mestrado. Foi meu orientador à distância. MUITO OBRIGADO;

As minhas irmãs Iara e Roana por sempre estarem do meu lado em todos os momentos. As conversas com vocês sempre me confortavam. Apesar da distancia, estão sempre no meu coração;

Ao amigo Paolo pelo incentivo e apoio na transição entre residência e mestrado. Pelas boas conversas que tivemos, que nos fez chegar a uma ideia para o tema da pesquisa;

Ao amigo Jeffeson Alcindo pela lembrança, pelas palavras de incentivo e por me fazer acreditar que tudo sempre vai dar certo. Você foi à ponte entre a residência e o programa de mestrado;

A Gabriela pelo apoio na fase final do mestrado. Você foi essencial para a conclusão deste trabalho;

Ao meu amigo Heitor pelas conversas e apoio durante todo o mestrado;

A professora Luciane Raser pelo apoio nos primeiros passos da graduação até o mestrado.

Aos meus amigos Juliana, Leonardo, Adriana, Mariana e Juliano pelo apoio mesmo a distancia.

A Daniela pelas contribuições e ajuda na realização deste trabalho;

Aos colegas do projeto (Arthur, José, Priscila, Mariana e Rafaela) pela contribuição nas coletas;

As Professoras Flavia Lucas e Lina Maria pelo apoio na realização deste trabalho;

A Mariúcha pelo apoio mesmo a distancia;

A CAPES pelo apoio e bolsa oferecidos no primeiro ano do mestrado;

A FAPESP pelo financiamento a pesquisa; processo 2014/23012-7.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente estiveram presentes na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
Capítulo 1 – Considerações Gerais	15
1 Introdução	15
2 Três tambores	17
3 Resposta respiratória ao exercício	19
4 Equilíbrio ácido-base	20
5 Eletrólitos	21
6 Hemorragia pulmonar induzida por exercício	23
7 Referências bibliográficas	27
Capítulo 2 – Artigo Científico	35
Resumo	
Abstract	36
Introdução	37
Material e método	39
Resultados e discussão	42
Conclusão	48
Referências bibliográficas	49

LISTA DE ABREVIATURAS

ACVIM =	American College of Veterinary Internal Medicine
BE =	Base Access
CO ₂ =	Dióxido de carbono
FC =	Frequência Cardíaca
FR =	Frequência Respiratória
FMVA =	Faculdade de medicina veterinária
HCO ₃ =	Bicarbonato de sódio
HPIE =	Hemorragia pulmonar induzida por exercício
HFL =	Hiperplasia folicular linfoide
ICa =	Calcio ionizado
K =	Potássio
Km/h =	Quilômetros por hora
LBA =	Lavado broncoalveolar
M0 =	Momento zero
M1 =	Momento um
M2 =	Momento dois
MMHG =	Miligrama de mercúrio
M/S =	Metros por segundo

MIN =	Minutos
N =	Numero de animais
NL =	Neuropatia laringeana
Na =	Sódio
O ₂ =	Oxigênio
PCO ₂ =	Pressão parcial de dióxido de carbono
PO ₂ =	Pressão parcial de oxigênio
Ph =	Logaritmo negativo da atividade de íons hidrogênio
PSI =	Puro sangue inglês
QM =	Quarto de Milha
SO ₂ =	Saturação de oxigênio
TCO ₂ =	Total de dióxido de carbono
TT =	Três tambores
TR =	Treino Regular
TE =	Treino esporádico
T =	Temperatura
UNESP =	Universidade estadual paulista

INDICE DE TABELAS

		Página
Tabela 1	Graduação da presença de folículos linfóides na faringe Raker e Bowles (1978)	40
Tabela 2	Sistema de Classificação da Hemorragia Pulmonar induzida por exercício em cavalos por endoscopia das vias aéreas inferiores (adaptado de HINCHCLIFF et al., 2005)	40
Tabela 3	Frequência da Hemorragia Pulmonar Induzida por Exercício e Hiperplasia Folicular Linfoide, observado por exame endoscópico e graduados de 1 a 4 segundo Hinchclif (2004) e Raker e Boles (1978).	43
Tabela 4	Médias $\pm$ desvio padrão obtidas para as concentrações de PaO ₂ , PaCO ₂ e SaO ₂ em equinos submetidos a exercício de alta intensidade, antes e após o treinamento de três tambores.	44
Tabela 5	Médias $\pm$ desvio padrão obtidas para as concentrações de pH, HCO ₃ , TCO ₂ e BE em equinos submetidos a exercício de alta intensidade, antes e após o treinamento de três tambores.	46
Tabela 6	Médias $\pm$ desvio padrão obtidas para as concentrações de Na, K e iCa em equinos submetidos a exercício de alta intensidade, antes e após o treinamento de três tambores, divididos em TR e TE	47
Tabela 7	Médias $\pm$ desvio padrão obtidas para as concentrações de Glicose, Hemoglobina e Hematócrito em equinos submetidos a exercício de alta intensidade, antes e após o treinamento de três tambores.	48

AVALIAÇÃO ENDOSCÓPICA DAS VIAS AÉREAS, PERFIL DE GASES, ELETRÓLITOS E DO EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE EM EQUINOS SUBMETIDOS AO TREINAMENTO DE TRÊS TAMBORES

RESUMO - A competição de três tambores exige dos cavalos alto desempenho atlético. A raça mais utilizada nessa modalidade é o Quarto de Milha. Para ter sucesso, o animal deve ter agilidade e alta aceleração. Avaliações endoscópicas revelam uma elevada prevalência de doenças do sistema respiratório em cavalos atletas como a Hemorragia pulmonar induzida por exercício. Por permitir a avaliação das vias aéreas posteriores dos equinos, a endoscopia propicia avaliar a quantidade de sangue depositado nas vias aéreas após exercícios. Associado ao exame endoscópico a hemogasometria arterial tem sido utilizada visando identificar o comportamento das trocas gasosas, além da compreensão do estado de equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base em que o animal se encontra, possuindo grande valor para o entendimento de distúrbios metabólicos. O objetivo do presente estudo foi avaliar as vias aéreas, o perfil de gases sanguíneos, eletrólitos e o equilíbrio ácido-base de equinos submetidos ao treinamento de três tambores. Dezesesseis cavalos divididos em 2 grupos de 8 animais, Treino regular (TR - 5 vezes) e Treino esporádico (TE - 2 vezes por semana) foram utilizados no experimento. A endoscopia foi realizada antes e 90 min após o exercício. Foram realizadas 2 coletas de sangue por punção da Artéria facial transversa antes do aquecimento (M0) e imediatamente após o exercício (M1), e as leituras foram realizadas com o I-Stat[®]. Foram determinadas a PCO₂, PO₂, SO₂, pH, BE, HCO₃ e TCO₂, Na⁺, K⁺, iCa, Glicose, Hg e Ht. Foi utilizado ANOVA com medidas repetidas no tempo para comparações dos grupos e momentos ($p < 0,05$). A HFL acometeu em grau leve (1-2) os animais de ambos os grupos com 8/8 (100%) no TR e 5/8 (62,5%) para o TE. Presença de secreção serosa na traqueia em 4/8 (50%) para ambos os grupos. A HPIE acometeu em grau leve (1-2) os animais de ambos os grupos com 4/8 (50%) no grupo TR e 3/8 (37,5%) para o grupo TE. Os animais com grau 2 de HPIE apresentaram leve hipoxemia e hipercapnia pós exercício. A SO₂, PCO₂, pH, HCO₃, BE, K e iCa⁺ não diferiram estatisticamente $P > 0,05$ entre os grupos. Os cavalos da raça QM submetidos ao exercício de TT apresentam HPIE e acidose metabólica.

Palavra-chave: equino, hemogasometria, endoscopia, exercício

ENDOSCOPIC AIRWAY, BLOOD GAS, ELECTROLYTES AND ACID-BASE IN EQUINE SUBMITTED TO THREE BARREL TRAINING

SUMMARY - The Three barrel competition requires of high performance athletic horses. The race more used in this modality and the Quarter Horse usually begins training very young. To have success, the animals must have high speed and acceleration, requiring high performance athletic horses. Reviews endoscopic reveal a high prevalence of diseases of the System Respiratory as Exercise induced pulmonary hemorrhage in Athletes horses. For allow evaluation of post airways of horses, an endoscopy provides evaluate a blood amount deposited in the airways after exercises. Associated with endoscopic examination a blood gas analysis has been widely used in order to identify the behavior of gas exchange in high-performance horses, beyond for understanding of the balance electrolyte and acid-base in the animals find, possessing great value for understanding metabolic disorders. The present study goal was to assess how Airway, the profile of blood gases, electrolytes, acid-base balance of horses submitted the Three barrel training. Sixteen horses divided into two groups of 8 animals, regular training (RT - 5 times) and sporadic training (ET - 2 times a week) were used in the experiment. Endoscopy was performed before and 90 min after training. They were held two blood samples by puncturing the transverse facial artery before heating (M0) and immediately after training (M1), and the readings were performed with the I-Stat®. They were determined PCO₂, PO₂, SO₂, pH, BE, HCO₃ and TCO₂, Na⁺, K⁺, iCa, Glucose, Hg e Ht. It was used ANOVA with repeated measures over time for comparisons of groups and time (p <0.05). The HFL befell was mild (1-2) the animals from both groups with 8/8 (100%) in the TR and 5/8 (62.5%) for the TE. Presence of serous trachea 4/8 (50%) for both groups. The EIPH befell was mild (1-2) the animals from both groups with 4/8 (50%) in the RT group and 3/8 (37.5%) for the TE group. Animals with grade 2 EIPH had mild hypoxemia and hypercapnia after exercise. The SO₂, PCO₂, pH, HCO₃, BE, K, iCa and did not differ P <0.05 between groups. QM race submitted to TT exercise have EIPH and metabolic acidosis.

Keywords: equine, blood gas, endoscopy, exercise

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

Os cavalos tornaram-se atletas de elite e estão amplamente difundidos no mundo, utilizados em diversas modalidades esportivas e dentre todas as que envolvem as competições rurais ou *western* tem papel econômico de marcada importância. Dentre as modalidades rurais, os três tambores (TT) se destacam no interior do país, principalmente no estado de São Paulo, com grande número de competidores e altas premiações. A competição se caracteriza por uma volta completa em torno de três tambores, em um arranjo triangular e o vencedor é o cavalo que completa o circuito mais rápido sem falhas. Para ter sucesso, o animal deve ter agilidade e alta aceleração, exigindo dos cavalos alto desempenho atlético (ABQM, 2015).

A raça mais utilizada nessa modalidade é a Quarto de Milha (QM). Esses animais possuem grande massa muscular e seleção genética visando explosão de velocidade em curtas distâncias quando comparada as outras raças (SILVA et al., 2013). Iniciam doma e treinamento ainda muito jovens, antes dos dois anos de idade, incentivados por competições como Potro do Futuro (ABQM, 2015), expondo-os a um desafio ambiental nos primeiros anos de vida, ainda no haras, com a mudança de manejo dos piquetes para baias com serragem, feno e pista de areia, estando esses fatores intimamente ligados ao aparecimento de doenças respiratórias (MICHELOTTO et al., 2012).

Entre as enfermidades respiratórias de equinos de esporte, destacam-se a Hemorragia pulmonar induzida por exercício (HPIE) pela sua alta frequência com prejuízos econômico e no treinamento (HINCHCLIFF et al., 2005; HINCHCLIFF et al., 2009), além da Doença inflamatória das vias aéreas (DIVA) e Obstrução recorrente das vias aéreas (ORVA) (MICHELOTTO et al., 2013). Essas afecções causam alterações na passagem do ar e dificuldade na troca gasosa, comprometendo o desempenho dos animais durante treinamento e competição (HINCHCLIFF et al., 2009; MORLEY et al., 2014).

O exame endoscópico das vias aéreas antes e após o exercício é o método amplamente utilizado para diagnóstico de enfermidades das vias aéreas, principalmente a HPIE (HINCHCLIFF et al., 2015; MORLEY et al., 2014). Para Walldridge et al. (2006) o procedimento é rápido, com mínimo desconforto para o animal e traz informações valiosas

das vias aéreas. As avaliações endoscópicas revelam uma elevada prevalência de doenças das vias aéreas em cavalos (AINSWORTH, 2012). Por permitir a avaliação das vias áreas posteriores dos cavalos, a endoscopia propicia avaliar a quantificação de sangue nas vias aéreas após exercícios forçados, vistos principalmente em cavalos de corrida como Puro-sangue Inglês (PSI) e o Quarto de Milha (BACCARIN, 2005; BIAVA et al., 2006; (HINCHCLIFF et al., 2015). Associado ao exame endoscópico a gasometria arterial tem sido amplamente utilizada, visando identificar o comportamento das trocas gasosas em cavalos de alto desempenho, com testes em esteira ou a campo (COUETIL; DENICOLA, 1999; SANCHEZ et al., 2005). A presença de sangue na traqueia foi implicada na diminuição do desempenho por interferir na troca gasosa, relatada em estudo com mais 1000 animais por Sanchez et al. (2005), sugerindo que os animais com HPIE foram severamente prejudicados por apresentarem hipoxemia e hipercapnia após o exercício. Logo, a análise hemogasométrica é de grande importância e utilidade na medicina esportiva, uma vez que permite avaliar não apenas o comportamento da troca gasosa, como compreender o estado de equilíbrio ácido-base em que o animal se encontra, possuindo grande valor para o entendimento de distúrbios metabólicos (SILVA et al., 2013).

Embora estudos anteriores abordem por avaliação hemogasométrica a função respiratória de equinos de corrida, ainda é escassa a literatura em cavalos de provas *rurais*, como TT. A análise de gases e eletrólitos foi realizada apenas em ambientes controlados, utilizando a esteira, e poucos são os estudos que utilizam métodos de avaliação da função respiratória a campo (COUETIL et al., 2007; DAVIDSON et al., 2006; DAVIDSON et al., 2011; SANCHEZ et al., 2005; SILVA et al., 2012). Peiró e colaboradores (2010) demonstraram a eficácia da avaliação de gases sanguíneos e eletrólitos a partir do uso de um dispositivo portátil para análises clínicas (I-STAT[®]), principalmente em situações onde os animais se encontram longe de centros urbanos.

A compreensão do estado hemodinâmico e do equilíbrio hidroeletrólítico do animal atleta é de suma importância para o clínico veterinário, visando à manutenção da vida esportiva. Portanto, o uso de instrumentos a campo para a avaliação dos gases, equilíbrio ácido-base e dos eletrólitos durante o treinamento visa à maximização dos resultados obtidos em competições, tornando-se um processo embasado na clínica e fisiologia do animal. Diante do exposto, a hipótese proposta pelo estudo foi que o exercício e/ou treinamento de TT tenha

como consequência a hemorragia pulmonar, o desequilíbrio de eletrólitos e ácido-base. Logo, o objetivo do presente estudo foi avaliar as vias aéreas, o perfil de gases, eletrólitos e o equilíbrio ácido-base de equinos submetidos ao treinamento de TT.

TRÊS TAMBORES

A modalidade de TT tem sua origem nos Estados Unidos da América e foi introduzida no Brasil no início da década 70, período da vinda do cavalo QM para o Brasil. Nessa época começaram os primeiros campeonatos na região de Presidente Prudente e Bauru no estado de São Paulo que difundiram a modalidade. Cada vez mais presente em eventos promovidos por diversas associações de raças equinas, com destaque para a Raça QM, a modalidade TT vem sendo apreciada pelos espectadores, conquistando adeptos de todas as idades e distribuindo premiações vultosas com valores que chegam até meio milhão de reais, com mais de três mil inscrições em um único evento (CBH, 2015). Houve um crescimento no ano de 2013 para 2014 de 40% no número de eventos (SGP, 2014).

A prova de TT requer dos conjuntos (cavalo e cavaleiro) habilidade e velocidade para realizar um percurso determinado, contornando três tambores dispostos de forma triangular (FIGURA 1) no menor tempo (CBH, 2015). A raça mais utilizada é a QM, devido a sua característica peculiar de rápida aceleração, superando equinos de qualquer outra raça nesta modalidade (SILVA et al., 2013). 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 (LINDIGER, 2004).

Para realizar a modalidade com sucesso, o cavalo precisa atingir alta velocidade em curtíssimo espaço de tempo. Logo, necessita de alta produção de energia e apropriado consumo para suprir a demanda da intensa contração muscular (SILVA et al., 2013). As principais vias energéticas utilizadas para a produção de ATP são a via aeróbia e a via anaeróbia, no qual a predominância da via metabólica utilizada depende essencialmente da velocidade e da intensidade do gasto energético. Quando a intensidade do exercício começa a aumentar, a energia passa a ser provida principalmente pelo metabolismo anaeróbio láctico,

com consequente diminuição do pH sanguíneo e acidose metabólica (MARLIN; NANKERVIS, 2002). Silva et al. (2013) observaram, por meio de hemogasometria de sangue venoso, de cavalos após prova de TT, redução dos valores de pH e HCO_3^- , e por consequência o desenvolvimento de uma acidose metabólica.

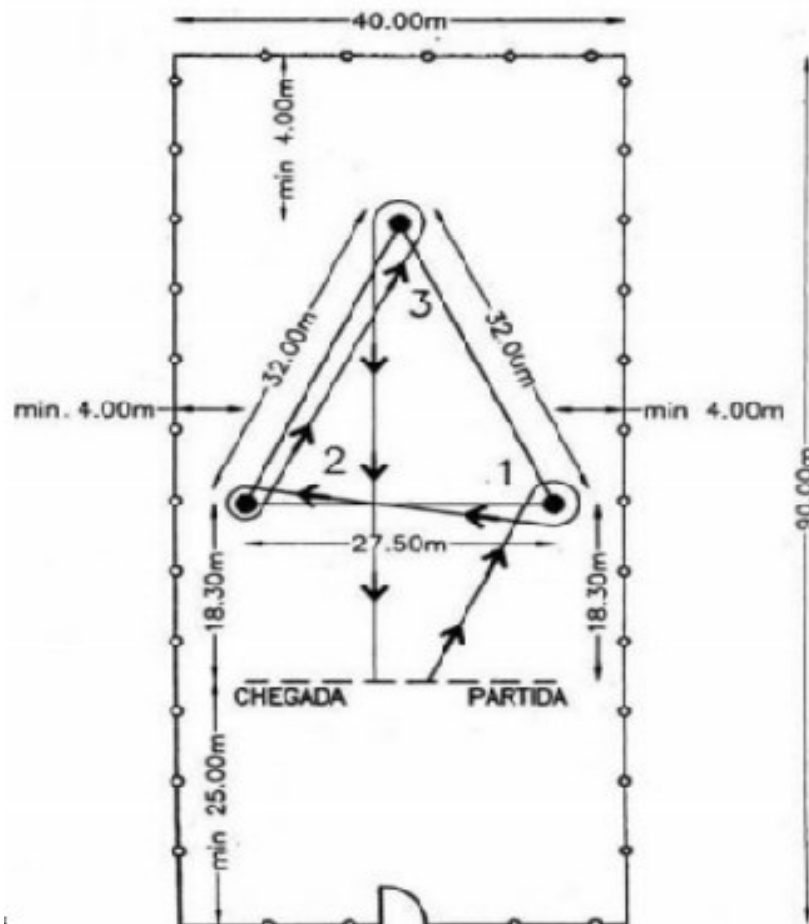


FIGURA 1 - Ilustração esquemática do percurso de três tambores. Pista com medições oficiais, utilizada pela Associação Brasileira de criadores de cavalo da raça Quarto de Milha (ABQM).

O exercício também tem sido associado à inflamação das vias aéreas de cavalos atletas (COUËTIL; DENICOLA, 1999; SÁNCHEZ et al., 2005). A prevalência das enfermidades respiratórias tem ocorrido em maior parte em cavalos em treinamento ou submetidos a exercícios, provavelmente pela inalação de maiores quantidades de poeira orgânica (areia das pistas, feno, serragem e transporte) (MICHELOTTO et al., 2012), pela exposição das vias aéreas inferiores ao ar frio ou pela ocorrência de HPIE (DAVIS et al., 2005; CHRISTLEY;

RUSH, 2007). Essas enfermidades respiratórias têm sido associadas à queda de desempenho em cavalos de corrida PSI (SANCHEZ et al., 2005), principalmente a HPIE (BAYLE, 2008; HINCHCLIFF et al., 2009), pelo comprometimento na troca gasosa, causando hipoxemia acentuada e hipercapnia (COUETIL; DENICOLA, 1999, SANCHEZ et al., 2005).

RESPOSTA RESPIRATÓRIA AO EXERCÍCIO

A principal função dos pulmões é a troca de oxigênio pelo dióxido de carbono, além de atuar no controle ácido-base. Essa troca envolve a ventilação, perfusão de capilares pulmonares com o sangue, adaptação entre a ventilação e o fluxo sanguíneo, difusão de gases entre ar e o sangue, bem como o transporte para os músculos (HINCHCLIFF et al., 2014).

O consumo de oxigênio está intimamente ligado ao movimento e à velocidade empregada durante o esforço ou exercício. Esse aumento ocorre quase linearmente ao aumento da velocidade. Para acomodar tal elevação de consumo de oxigênio, ocorre aumento da ventilação por minuto, do débito cardíaco e da quantidade de hemoglobina no sangue. Essa resposta do sistema de transporte de oxigênio durante exercício que ocorre no cavalo representa uma das adaptações mais surpreendentes dentre os mamíferos (HINCHCLIFF et al., 2014).

Em exercícios de alta intensidade e curtíssima duração, como nos TT, as respostas de diferentes sistemas são desencadeadas em questões de segundos (LACERDA-NETO, 2004). O sistema cardiovascular é dotado de grande capacidade de transporte de oxigênio para os músculos, através do aumento do débito cardíaco. Concomitantemente ocorre contração esplênica, resultando em incremento do volume globular e da concentração de hemoglobina (POOLE; ERICKSON, 2004). O conteúdo arterial de oxigênio está intimamente ligado a concentração de hemoglobina no sangue e da eficiência da ventilação alveolar bem como da troca gasosa (HINCHCLIFF et al., 2014). Em resposta ao exercício de alta intensidade e curta duração, observa-se o aumento na produção de CO₂, na frequência respiratória e na ventilação pulmonar, com consequente elevação na perfusão das artérias pulmonares e passagem de CO₂ para os alvéolos (LACERDA-NETO, 2004). O consumo de oxigênio pode aumentar 40 vezes

em cavalos da raça Quarto de Milha entre repouso e exercício máximo, enquanto que ocorre o aumento aproximado de 5 vezes da absorção de oxigênio pelos tecidos (ERICKSON, 1996).

A resposta respiratória ao exercício resulta em queda na pressão arterial de gás carbônico (PaCO_2) em muitas espécies, contudo em cavalos foi observado aumento durante exercício extenuante (hipercapnia), seguido pela diminuição na pressão arterial de oxigênio (PaO_2). Essa hipoxemia também é observada em atletas humanos de alto desempenho. As razões ainda não são bem esclarecidas, embora as hipóteses mais prováveis sejam: aumento na distância de difusão entre o sangue e os alvéolos, que pode estar relacionada ao aparecimento de edema pulmonar e diminuição na troca gasosa; hipoventilação e redução no tempo de trânsito de eritrócitos (HINCHCLIFF et al., 2014).

O desenvolvimento de hipoxemia e hipercapnia arteriais induzidos pelo exercício parece estar diretamente ligado ao nível de exercício, visto que cavalos que desenvolvem velocidades baixas durante exercício não apresentam alterações significativas na PaO_2 (HINCHCLIFF et al., 2004). Aproximadamente 5% do CO_2 se encontram dissolvidos no plasma. Esta fração representa a pressão parcial de CO_2 (PaCO_2), o restante é transportado em combinação com a água (H_2O), formando bicarbonato (HCO_3^-) e íon hidrogênio. Com o exercício intenso, os músculos produzem grande quantidade de CO_2 , porém, a ventilação alveolar não aumenta proporcionalmente à produção de CO_2 o suficiente para eliminá-lo, ocorrendo hipercapnia (LEKEUX; ART, 1994). Essa hipercapnia pode influenciar o desempenho de equinos durante o exercício, retardando a regulação do íon hidrogênio, particularmente aquele produzido nos músculos em atividade (ERICKSON, 1996).

EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE

Para o bom desempenho na modalidade de TT o animal precisa de agilidade e velocidade em curtíssimo espaço de tempo, necessitando de energia rápida o suficiente para suprir a demanda da intensa contração muscular (SILVA et al., 2013). Logo, 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^+) (MARLIN; NANKERVIS, 2002).

A concentração de H^+ nos líquidos corporais é expressa pelo pH e sua regulação ocorre através do controle do equilíbrio ácido-base. Quando a concentração de íons de hidrogênio se eleva no sangue, ocorre diminuição do pH e consequente acidemia (GUYTON; HALL 2002). Do ponto de vista prático e de acordo com Viu et al. (2010), a tradicional aplicação da equação de Henderson-Hasselbach, relacionada à dissociação do ácido carbônico, demonstra a ocorrência da acidose metabólica a partir do aumento da concentração de H^+ no sangue, diminuição das concentrações de HCO_3^- e possível aumento na $PaCO_2$.

Dos mecanismos tamponantes a associação entre o sistema tampão bicarbonato/ácido carbônico e o mecanismo ventilatório apresentam alta capacidade de regulação das alterações no pH sanguíneo após exercício de curta duração e alta intensidade. A ligação entre HCO_3^- e H^+ formam ácido carbônico, onde este se dissocia em CO_2 e H_2O ; o CO_2 produzido nessa reação é então eliminado pelos pulmões por meio da respiração. No entanto, o principal responsável pela excreção real do excesso de H^+ é o sistema renal (GUYTON; HALL, 2002). Os rins controlam a concentração de íons H^+ do líquido extra-celular (LEC) por três mecanismos básicos: secreção de íons H^+ , reabsorção dos íons HCO_3^- filtrados e produção de novos íons HCO_3^- . A taxa de secreção do íon H^+ pelas células tubulares renais é determinada por seu pH intracelular que, se modifica, à medida que o pH sanguíneo ou a pressão parcial de dióxido de carbono se alteram. (HOUPY, 2006).

O método mais adequado e eficaz para a detecção das alterações do equilíbrio ácido-base dos fluidos orgânicos consiste na hemogasometria (DAY, 2002; SILVERMAN; BIRKS, 2002; GOKCE et al., 2004), a qual se refere à análise dos gases sanguíneos (PaO_2 e $PaCO_2$), assim como do HCO_3^- e do pH (DAY, 2002).

ELETRÓLITOS

A água é o componente mais abundante no organismo, representando nos equinos, aproximadamente, 70% do seu peso vivo. Nesse líquido estão diluídas inúmeras substâncias, entre elas os eletrólitos (SILVA et al., 2009). O exercício intenso pode provocar alterações metabólicas e fisiológicas, com grande quantidade de água e eletrólitos perdidos através da sudorese representando uma limitação importante para a manutenção do desempenho de

equinos atletas (ASSENZA et al., 2014). Os efeitos do exercício sobre esses componentes séricos dependem da intensidade e da duração do esforço, mas situações ambientais desfavoráveis, como temperatura e umidade relativa do ar elevadas, podem induzir o esgotamento de eletrólitos mesmo em exercícios de alta intensidade e curta duração (COENEN, 2005).

A concentração constante de água é essencial para a regulação da pressão hidrostática e osmótica, mantendo vários processos fisiológicos e homeostasia. Durante o exercício, há um deslocamento substancial de fluido a partir do plasma, que cria uma mudança no equilíbrio eletrolítico. Em particular, sódio (Na^+), potássio (K^+) e cálcio (Ca^+), estão envolvidos em funções importantes para manter o equilíbrio celular, e os seus desequilíbrios podem levar a queda do desempenho dos cavalos (ASSENZA et al., 2014).

O sódio (Na^+) é o cátion mais importante do LEC e se encontra no suor equino em concentrações semelhantes ou superiores às do plasma. Seus valores basais se encontram entre 132 e 146 mmol/L (CARLSON, 2000). O sódio sob a forma ionizada é um dos principais fatores de regulação osmótica do sangue, plasma, fluidos corpóreos e equilíbrio ácido-base (SEAHORN; SEAHORN, 2003). Com relação à concentração de sódio plasmático em animais que realizaram exercício Robert et al. (2010) relatou hiponatremia. Esses achados foram semelhantes aos encontrados por Gêiser (1994) em cavalos submetidos a exercício de alta intensidade.

Durante o exercício, o potássio (K^+) é liberado no músculo em contração com a finalidade de promover vasodilatação e consequente aumento do fluxo sanguíneo para os grupos musculares envolvidos na atividade física. É o principal cátion do líquido intracelular, pois 98% do seu conteúdo corporal total estão no interior das células (HOUPY, 2006). Sua manutenção em níveis fisiológicos é resultado da ingestão, absorção intestinal e perdas na urina, suor e fezes (JOHNSON, 1995) com a finalidade de preservar a condutividade neuromuscular e a função cardíaca (SEAHORN; SEAHORN, 2003). Seus valores plasmáticos normais variam entre 2,4 e 4,9 mmol/L (ROSE; HODGSON, 1994). Com o término do exercício, as concentrações de K^+ decrescem rapidamente para valores próximos aos basais devido ao seu retorno para as células musculares, além da perda atribuída a sudorese (FERNANDES; LARSSON, 2000).

O cálcio ionizado (iCa^{+}) é a forma biologicamente ativa no organismo e representa cerca de 50% do total de cálcio presente no sangue, refletindo a real concentração desse eletrólito no organismo (SEAHORN; SEAHORN, 2003). A principal função do cálcio durante o exercício é sua fundamental participação na contração muscular. Ao ser liberado pelo retículo sarcoplasmático, entra em contato com as miofibrilas desbloqueando os sítios de ligação da actina e permitindo que esta se ligue à miosina, iniciando desta forma a contração muscular (GUYTON; HILL, 2002). O exercício intenso pode acarretar em diminuição nas concentrações de cálcio plasmático, no entanto esse decréscimo ocorre com pequena variação, em média apenas 0,15 mmol/L, pois maiores perdas estão relacionadas a distúrbios gastrintestinais (BEARD; HINCHCLIFF, 2002).

A dosagem de eletrólitos e outras variáveis sanguíneas fora do laboratório é frequentemente um desafio. Usualmente os centros de treinamento equestres estão em locais mais distantes, onde, na maioria das vezes, não há a possibilidade da utilização de equipamentos laboratoriais. Outros fatores como o acondicionamento e transporte das amostras também podem dificultar a mensuração dessas variáveis. A utilização de equipamentos portáteis pode auxiliar nesta questão, porém é necessária a avaliação da confiabilidade do equipamento de escolha para a interpretação adequada das variáveis obtidas (PEIRÓ et al. 2010)

Neste estudo foi utilizado o analisador de gases portátil I-Stat®. Um estudo prévio (SILVERMAN; BIRKES, 2002) comparou os valores de pH, PCO_2 , PO_2 , HCO_3^- e BE obtidos pelo I-Stat® e por métodos de análises de referência. Os valores obtidos pelo analisador portátil foram confiáveis e precisos. Peiró et al., (2010) avaliaram tanto as variáveis hemogasométricas como os eletrólitos e obtiveram uma alta correlação entre os valores obtidos pelo analisador portátil e pelos métodos de referência.

HEMORRAGIA PULMONAR INDUZIDA PELO EXERCÍCIO

Na descrição inicial da Hemorragia Pulmonar Induzida por Exercício (HPIE) em cavalos de corrida puro-sangue O'Callaghan (1987) observou, à necropsia, uma coloração marrom-azulada no tecido pulmonar e na pleura dorsal. A HPIE caracteriza-se pela presença

de sangue nos alvéolos pulmonares e vias aéreas superiores, impedindo a troca gasosa, reduzindo a eficiência pulmonar (HINCHCLIFF et al., 2005). Reconhecida em cavalos de corrida por volta da metade do século XVIII em animais que apresentavam sangramento nasal (epistaxe) (MARLIN, 2008), esta condição tem sido relatada principalmente em cavalos PSI de corrida, e nos últimos anos também descrita em cavalos da raça QM (BACCARIN, 2005; BIAVA et al., 2006; MICHELOTTO et al., 2007; SAULEZ, 2009).

Há cerca de 30 anos, antes do uso do endoscópio a HPIE era de diagnóstico limitado. Apenas cavalos com epistaxe eram considerados com HPIE, o que ocorre em apenas 0,1% dos animais em competição (MARLIN, 2008). Atualmente, a endoscopia das vias aéreas é o método de eleição para o diagnóstico das HPIE (HINCHCLIFF et al., 2015). A introdução do exame endoscópico em competições demonstrou uma maior prevalência de HPIE em cavalos de corrida, com cerca de 40-70% dos animais com sangue na traqueia após o galope ou corrida, 62,3% em QM e 52,1% em Appaloosas de corrida (SAULEZ et al., 2009). Biava et al. (2006) avaliaram 40 cavalos QM em provas rurais, 30 min após a prova, e observaram incidência maior em provas de três tambores (75%) quando comparado a seis balizas (40%). Em um estudo endoscópico de 258 PSI e 296 cavalos de corrida de trote, Birks e colaboradores (2002) relataram uma prevalência de 75% de HPIE para ambos os grupos, indicando que nem a marcha, nem a raça foi o principal determinante da HPIE. Quando múltiplos exames endoscópicos foram conduzidos em dias diferentes, uma taxa de prevalência de 95% de HPIE foi encontrada. Quando o diagnóstico de HPIE foi baseado na presença de eritrócitos ou hemosideróforos no fluido do lavado traqueal ou no fluido do lavado broncoalveolar (LBA), praticamente 100% dos cavalos envolvidos em exercícios intensos desenvolveram HPIE. No entanto, o American College Veterinary Internal Medicine (ACVIM) em consenso realizado neste ano, coloca como não significativa a evidência de hemosideróforos no LBA, visto que até o momento não foi determinado a concentração ou quantidade de hemossiderofagos para o diagnóstico conclusivo de HPIE (HINCHCLIFF et al., 2015). Outras evidências sugeriam que todo cavalo de corrida, ou em treinamento severo, sangrou em pelo menos uma ocasião. Em cavalos que foram submetidos à endoscopia em três ocasiões distintas após competirem, pelo menos em uma das ocasiões o sangue foi visto na traqueia. Sendo assim, mesmo que o limiar para a hemorragia e a gravidade varie entre cavalos, é possível que todos os cavalos experimentem algum grau de HPIE em trabalhos de

alta intensidade, sendo esse o motivo para que a HPIE seja considerada hoje como a doença mais comum relacionada ao exercício em cavalos (MARLIN, 2008).

Estudos associam em algumas situações com baixo desempenho, enquanto em outros ela parece não ter efeito, visto que cavalos vencedores ou bem classificados muitas vezes sangram. Assim, ainda não são compreendidas as circunstâncias em que a HPIE interfere com o desempenho (BAYLE, 2008). Em estudo com 744 cavalos de corrida PSI que não foram medicados antes dos páreos, foi observado que os animais que apresentaram HPIE grau 1 venceram ou chegaram entre as três primeiras colocações comparado com os animais que apresentaram HPIE (grau ≥ 2) (HINCHCLIFF et al., 2009).

Diferentes teorias têm sido propostas para explicar a ocorrência de HPIE, no entanto poucas foram capazes de explicar o sítio inicial de ocorrência e padrão de progressão da hemorragia através do pulmão (HINCHCLIFF et al., 2015). A teoria mais aceita atualmente é da falha em capilares pulmonares devido às altas pressões transmuralis (pressões ou tensões que atuam nos capilares pulmonares) (AINSWORTH, 2012; MARLIN, 2009). O cavalo tem altas pressões vasculares no pulmão durante exercício intenso. Quando as altas pressões (superior a 100 mmHg) dos vasos sanguíneos se opõem por baixas pressões nas vias aéreas, como ocorre durante a expiração, a pressão transmural (e por implicação, o estresse da parede) é baixa. No entanto, quando o aumento da pressão vascular é associado a uma grande pressão das vias aéreas (como ocorre durante a inspiração), a pressão transmural é alta. Estudos *in vitro* têm demonstrado que a perturbação significativa dos capilares pulmonares ocorre a pressões de cerca de 80 mmHg. *In vivo* foi também demonstrado que há provavelmente um limite de pressão arterial pulmonar média de cerca de 80-95 mmHg, acima da qual é mais significativa a probabilidade de ocorrer hemorragia (LANGSETMO et al., 2000). Com base nesta teoria, qualquer fator ou doença que venha a aumentar as pressões em vasos pulmonares ou aumentar a magnitude das pressões no pulmão durante a inspiração (por exemplo, obstrução das vias aéreas do trato respiratório superior) poderia aumentar a gravidade da HPIE (MARLIN, 2009).

Uma teoria alternativa foi proposta por Schroter et al. (1999) para explicar o sítio de ação, o padrão e a progressão da HPIE, sugerindo que forças durante a locomoção, principalmente na fase de apoio do galope, onde a compressão na região da ulna sobre o peito e costelas associado ao, deslocamento cranial da cavidade torácica, possam causar traumas na

região dorso-caudal do pulmão com consequente hemorragia. Essa teoria se baseia nas evidências de hemorragia pulmonar e cerebral em casos de vítimas de acidentes de carro e lutadores de boxe, com trauma direto na região do tórax e cabeça, onde em ambos os casos a hemorragia ocorre do lado oposto ao trauma.

Remodelação veno-oclusiva regional, especialmente dentro do campo pulmonar caudo-dorsal, foi recentemente sugerido por contribuir para a patogenia da HPIE, com a remodelação venosa levando a região congestão vascular e hemorragia, acúmulo de hemossiderina, fibrose e angiogênese brônquica (DERKSEN et al., 2009; WILLIAMS et al., 2008).

A HPIE representa uma grande preocupação para a indústria de cavalos de corrida por causar implicações financeiras resultantes da diminuição do desempenho, perda de dias de treinamento, a necessidade de medicamentos pré-corrida e remoção dos cavalos das corridas (DAVIS, 2005; HINCHCLIFF et al., 2005; HINCHCLIFF et al., 2009). Torna-se um desafio para os médicos veterinários o tratamento da HPIE por várias razões: a causa exata da HPIE permanece desconhecida e estudos bem controlados, randomizados, com um grande número de cavalos, são difíceis e dispendiosos de realizar (AINSWORTH, 2012).

Foi proposto que o uso de faixa para dilatação nasal contribuiria para a prevenção da HPIE (GEOR et al., 2001). No entanto, Davidson et al. (2006) demonstraram que o uso desse aparelho não melhora a hipoxemia arterial e hipercapnia induzidas pelo exercício e o aparecimento da HPIE.

A Furosemida continua a ser a droga mais amplamente estudada e frequentemente administrada para o tratamento e/ou prevenção de HPIE (AINSWORTH, 2012). Hinchcliff et al. (2009) concluiu num estudo com 744 cavalos de corrida que a administração de furosemida diminui a incidência e severidade da HPIE. Em consenso realizado pelo ACVIM indica a Furosemida como única droga com efeito preventivo para HPIE (HINCHCLIFF et al., 2015).

REFERÊNCIAS

ABQM REGULAMENTO GERAL DE CONCURSOS E COMPETIÇÕES DA RAÇA QUARTO DE MILHA 2013. Disponível em: <http://www.nqmb.com.br/regulamento2013.pdf> Acesso em: 20 de maio de 2015.

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. **Res. Vet. Sci.**, 68:103-108, 2000.

AINSWORTH, D.M.; EIPH – Have we changed our thinking about its pathophysiology and treatment? **Proceedings of the 18th Annual Meeting of the Italian Association of Equine Veterinarians SIVE** Feb. 3-5, Bologna, Italy. 2012.

ASSSENZA, A.; BERGERO, D.; CONGIU, F. Evaluation of serum electrolytes and blood lactate concentration during repeated maximal exercise in horse. **J. E. Vet. Science.** v. 34, I. 10, p. 1175-1180. 2014.

BACCARIN, R. Y. A. Diagnóstico e tratamento de pneumopatias de esforço. In: **II Simpósio Internacional do cavalo Atleta – IV Semana do Cavalo.** Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, p. 12-28, 2005.

BAYLE, W.; Exercise-induced pulmonary haemorrhage (EIPH). **Proceedings of the 10th International Congress of World Equine Veterinary Association**, Moscow, Russia. 2008.

BEARD, L. A.; HINCHCLIFF, K.; W. Effect of NaCl and NaHCO₃ on serum ionized calcium and blood gas status during sprinting. **Equine Vet. J. Suppl.** 34, 519-523. 2002.

BIAVA, J. S.; GONÇALVES, R. C.; DONRBUSCH, P. T. et al. Avaliação Clínica e Citologia do trato respiratório de cavalos QM após exercício. **Arq. of Vet. Sci.**, v.11, n.1, p.60-65, 2006.

BIRKS, E. K.; SHULER, K. M.; SOMA, L. R. et al. EIPH: Post race endoscopic evolution of Standardbreds and Thoroughbreds. **Equi. Vet. J. Suppl. V.34.** p. 375-378. 2002.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO. Histórico: Tambor. Disponível em: www.cbh.org.br/historico-tambor.html. Acesso em 3 de maio de 2015.

CARLSON, G. P. Fluid, electrolyte, and acid-base balance. In: KANEKO, J. J.; HAENEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Eds.). **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5.ed. San Diego : Academic Press. p. 485-516. 2000.

COENEN, M. Exercise and stress: impact on adaptive processes involving water and electrolytes. **Livest. Prod. Sci.**, v.92, p.131-145, 2005.

COUETIL, L. L.; HOFFMAN, A. M.; HODGSON, J. Inflammatory airway disease of horses. **J Vet Inter Med.** 21:356-361, 2007.

CRISTLEY, R. M.; RUSH, B. Inflammatory airway disease. In MCGORUM, B.; ROBINSON, N.; SHUMACHER, J.; DIXON, P. **Equine respiratory medicine and surgery**. 2007. Saunders. Pennsylvania, USA.

DAY, T. K. Blood gas analysis. **The veterinary clinics of north america animal practice**. Philadelphia, v.32, p.1031-1048. 2002.

DAVIS, E.G. EIPH Management. **Proceeding of the NAVC North American Veterinary Conference**. Jan. 8-12, Orlando, Florida. 2005.

DAVIDSON, E.J., DURANDO, M.M., HYMAN, S. et al. Effects of the equine nasal flair on indices of performance and EIPH. 7th International Conference on Equine Exercise Physiology - Respiratory Response to Exercise and Training Session August 26-31, Fontainebleau, France. 2006.

DAVIDSON, E. J.; HARRIS, M.; MARTIN, B. B. et al. Exercising Blood Gas Analysis, Dynamic Upper Respiratory Tract Obstruction, and Post exercising Bronchoalveolar Lavage Cytology. A Comparative Study in Poor Performing Horses. **J. Equine Vet. Sci.** 31: 475-480. 2011.

DERKSEN, F.J.; WILLIAMS, K.J.; ROBINSON, N.E. Pulmonary venous remodeling in equine EIPH. Workshop on Exercise-Induced Pulmonary Haemorrhage 30th November - 3rd December San Diego, USA. 2009.

ERICKSON, H. H. Respiração e exercício. In: SWENSON, M. J.; REECE, O. W. **dukes fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 227-296.

FERNANDES, W.; R. LARSSON, M. H. M. A. Alterações nas concentrações de glicose, sódio, potássio, uréia e creatinina, em quinos submetidos a provas de enduro de 30km com velocidade controlada. **Ciência Rural**, v.30, n. 3, p. 393-398, 2000.

FIELDING, C. L.; MAGDESIAN, K. G.; MEIER, C. A et al. Clinical, hematologic, and electrolyte changes with 0.9% sodium chloride or acetated fluids in endurance horses. **J. Vet. Emerg. Critical Care**, San Antonio, v. 22, n. 3, p. 327-331, 2012.

GEOR, R. J.; OMMUNDSON, L.; FENTON, G et al. Effects of an external nasal strip and furosemide on pulmonary heamorrhage in Thoroughbreds following high intensity exercise. **Equi. Vet. J.**, v33, n.6, p577-584, 2001.

GEISER, D., R. ANDREWS, F. SOMMERDAHL, C. et al. Electrolytes and acid-base changes in combined training horses after cross-country event. **Equine Practice**, v.16, n. 7, p. 20-25, 1994.

GOKCE, G.; CITIL, M.; GUNES, V.; ATALAN, G. Effect of time delay and storage temperature on blood gas acid-base values of bovine venous blood. **Res. in Vet. Sci.**, London, v. 76, p. 121-127, 2004.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Os compartimentos líquidos corporais: líquido extracelular, intracelular e edema. **tratado de fisiologia médica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002 p. 250-264.

HINCHCLIFF, K.W., JACKSON, M.A., BROWN, J.A., et al. Tracheobronchoscopic assessment of exercise-induced pulmonary hemorrhage. **Am. J. Vet. Res.** v.66. p.596-598. 2005.

HINCHCLIFF, K.W.; MORLEY, P. S.; GUTHRIE, A. J. Efficacy of furosemide for prevention of exercise-induced pulmonary hemorrhage in Thoroughbred racehorses. **J. Am. Vet. Med. Assoc.** v.235. p.76-82. 2009.

HINCHCLIFF K.W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R.J. **equine sports medicine and surgery: – basic and clinical sciences of the equine athlete**. Edimburg. Saunders, 2004.

HINCHCLIFF, K.W.; COUETIL, L. L.; MORLEY, P. S.; et al. Exercise induced pulmonary hemorrhage in horse: American college of veterinary internal medicine consensus statement. **J. Vet. Intern. Med.** v.29. p.743-758, 2015.

HOUP, T. R. Equilíbrio Ácido-básico. In: REECE, W. O. **dukes fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. cap. 9, p. 147-160.

JOHNSON, P. J. Electrolyte and acid-base disturbances in the horses. **Vet. Clin. North Am. Equi. Practice**, v.11, p. 491-514, 1995.

KINDIG, C.A.; MCDONOUGH, P.; FENTOL, G et al. Efficacy of nasal strip and furosemide in mitigating EIPH in Thoroughbred horses. **J Appl Physiology**. v.91. p.1396-1400, 2001.

LACERDA-NETO, J. C. Respostas orgânicas durante o exercício físico. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE EQUINOS, 1., 2004, Campinas. **Anais**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. p. 45-62. 2004.

LANGSETMO I.; FEDDE M.; MEYER T. S. Relationship of pulmonary arterial pressure to pulmonary haemorrhage in exercising horses. **Equi. Vet. J.** v.32. p.379-384. 2000.

LEKEUX, P.; ART, T. The respiratory system: anatomy, physiology, and adaptations to exercise and training. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The athletic horse**. Philadelphia: W. B. Saunders, 1994. cap. 6, p. 81-127.

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**. Philadelphia: Saunders, 2004.

MARLIN, D. J. **Dorothy Russell Havemeyer Foundation Workshop on Exercise-Induced Pulmonary Haemorrhage** 30th November - 3rd December; San Diego, USA. 2008.

MARLIN, D. J. Exercise-induced pulmonary haemorrhage (EIPH). 11th **Congress on Equine Medicine and Surgery** 15th to 17th December 2009: Geneva, Suíça.

MARLIN, D. NARKERVIS, K., J. **Equine exercise physiology**. 2002. Wiley-Blackwell. 304 p. Oct.

MICHELOTTO, P. V. J.; LESSA, D. A. B.; SILVA, K. M et al. The airway analysis: methods and interpretation for the athletic horse. **R. Bras. Cien. Vet.**, v.20, n. 1, p. 1-5, jan/mar. 2013.

MICHELOTTO JÚNIOR, P. V.; BONFÁ, A. F.; MACHADO, C. D et al. Evidências de inflamação das vias aéreas respiratórias inferiores, em potros PSI saudáveis, antes do início dos treinamentos. **Arch. Vet. Sci.**, v 11, n.3. p.26-31, 2012.

MICHELOTTO JÚNIOR, P.V.; BIAVA, J.S.; GONÇALVES, R.C.; CASSOU, F.; BONFÁ, A.F.; MACHADO, C.D. Aspirado traqueal de cavalos clinicamente sadios da raça quarto de milha após prova de três tambores. **Arch. Vet. Sci.** Curitiba: UFPR, v. 12, n.2, p.1-7. 2007.

MORLEY, P.S., BROMBEREK, J.L., SAULEZ, M.N. et al. Exercise-induced pulmonary haemorrhage impairs racing performance in Thoroughbred racehorses. **Equi. Vet. J.** 2014.

O'CALLAGHAN, M. W.; PASCOE, J. R.; TYLER, W. S. et al. Exercise-induced pulmonary haemorrhage in the horse: results of a detailed clinical, post-mortem and imaging study. II. Gross lung pathology. **Equi. Vet. J.** 10: 389-393. 1987.

PEIRÓ, J.R.; BORGES, A.S.; MENDES, L.C.N. et al. Evaluation of a portable clinical analyzer for the determination of blood gas partial pressures, electrolyte concentrations, and hematocrit in venous blood samples collected from cattle, horses, and sheep. **Am. J. Vet. Res.**, Chicago, v. 71, n. 5, p. 515-521, 2010.

POOLE, D. C.; ERICKSON, H. H. Heart and vessels: function during exercise and response to training. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. **equine sports medicine and surgery**. Philadelphia: Saunders, 2004. p. 699-727.

ROBERT, C.; GOACHET, A. G.; FRAIPONT, A et al. Hydration and electrolyte balance in horses during an endurance season. **Equi. Vet. J.**, Newmarket, v. 42, n. s38, p. 98-104, 2010.

ROBINSON, E. Exercise-Induced Pulmonary Hemorrhage (EIPH): The Role of Pulmonary Veno-Occulsion. **Proceedings of the Southern European Veterinary Conference & Congreso Nacional AVEPA** - Barcelona, Spain. 2008.

ROSE, R.J.; HODGSON, D.R. Clinical exercise testing. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The athletic horse**. 1994. Philadelphia: W. B. Saunders. p. 246-257.

SANCHEZ, A.; COUETIL, L. L.; WARD, M. P. Effect of airway disease on blood gas exchange in racehorse. **J. Vet. Intern. Med.** 19:87-92. 2005.

SAULEZ, M.N. ROBINSON, N.E., SPRAYBERRY, K.A; Exercise-induced Pulmonary Hemorrhage In. **currenty therapy equine and medicineg**. Edimburg: Saunders, 2009. p. 346-357.

SCHROTER, R. C.; MARLIN, D. J.; DENNY, E. Exercise induced pulmonary haemorrhage in horses results from locomotory induced trauma – a novel, unifying concept. **Equine Vet. J.**, v.30, n.3, p.186-192, 1998.

SEAHORN, J. L.; SEAHORN, T. L. Fluid therapy in horses with gastrointestinal disease. **Vet. Cli. North Am: equine practice**. v. 19, n. 3, p. 665-679, 2003.

SISTEMA SGP DE GERENCIAMENTO DE PROVAS © 2014. Disponível em: <http://www.sgpsistema.com/?page=mainres&type=2015>. Acesso em: 20 maio de 2015.

SILVA, M.A.G.; GOMIDE, L. M. W.; DIAS, D. P. M. et al. Equilíbrio ácido-base em equinos da raça Quarto de Milha participantes da Prova dos Três Tambores. **Vet. Bra. Med. Vet.** v.35(2). p.188-192, 2013.

SILVA, M. A. G.; LACERDA-NETO, J. C.; BARBOSA, P. F. et al. Hemogasometria arterial em equinos submetidos a exercício progressivo, antes e após treinamento físico em esteira rolante. **Conf. Abraveq.** Campinas, SP. 2012.

SILVA, M. A. G.; MARTINS, C. B.; GOMIDE L. M. W. et al. 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.**, v.61. p.1021-1027, 2009.

SILVERMAN, S. C.; BIRKS, E. K. Evaluation of the I-STAT hand-held chemical analyser during treadmill and endurance exercise. **Equine Vet. J. Suppl.** v.34. p.551-554, 2002.

VIU, J.; JOSE-CUNILLERAS E.; ARMENGOU, L. et al. Acid-base imbalances during a 120 km endurance race compared by traditional and simplified strong ion difference methods. **Equi. Vet. J.**, Newmarket, v. 38, p. 76-82, 2010.

WILLIAMS, K.J, DERKSEN F.J, FEIJTER-RUPP H. et al. Regional pulmonary veno-occlusion: A newly identified lesion of equine exercise-induced pulmonary hemorrhage. **Vet. Path.** v.45. p.316-326, 2008.

CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO ENDOSCÓPICA DAS VIAS AÉREAS, PERFIL DE GASES, ELETRÓLITOS E DO EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE EM EQUINOS SUBMETIDOS AO TREINAMENTO DE TRÊS TAMBORES

João Pedro B. Barbosa¹, Daniela S. Denadai², Bianca Gerardi¹, Mariana A. Pereira¹, Arthur A. Chaves¹, Lina Maria W. Gomide³, Juliana R. Peiró⁴, Luiz Claudio N. Mendes⁴

¹Aluno de Pós-Graduação em Ciência Animal, FMV – UNESP – Campus de Araçatuba.

²Bolsista de Iniciação Científica, FAPESP nº 2014/23012-7, FMV – UNESP – Campus de Araçatuba.

³Pós-Doutoranda do DCRRA, FMV – UNESP – Campus de Araçatuba

⁴Professor Adjunto do DCCRA, FMV – UNESP – Campus de Araçatuba.

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar as vias aéreas por endoscopia, o perfil de gases, eletrólitos e o equilíbrio ácido-base equinos da raça Quarto de Milha (QM) antes e após o exercício de três tambores. Dezesesseis cavalos divididos em 2 grupos de 8 animais, Treino regular (TR - 5 vezes) e Treino esporádico (TE - 2 vezes por semana) foram utilizados no experimento. A endoscopia foi realizada antes e 90 min após o exercício. Foram realizadas 2 coletas de sangue por punção da Artéria facial transversa antes do aquecimento (M0) e imediatamente após o exercício (M1), e as leituras foram realizadas com o I-Stat[®]. Foram determinadas a PCO₂, PO₂, SO₂, pH, BE, HCO₃ e TCO₂, Na⁺, K⁺, iCa, Glicose, Hg e Ht. Foi utilizado ANOVA com medidas repetidas no tempo para comparações dos grupos e momentos (p<0,05). A HFL acometeu em grau leve (1-2) os animais de ambos os grupos com 8/8 (100%) no TR e 5/8 (62,5%) para o TE. Presença de secreção serosa na traqueia em 4/8 (50%) para ambos os grupos. A HPIE acometeu em grau leve (1-2) os animais de ambos os grupos com 4/8 (50%) no grupo TR e 3/8 (37,5%) para o grupo TE. Os animais com grau 2 de HPIE apresentaram leve hipoxemia e hipercapnia pós exercício. A SO₂, PCO₂, pH, HCO₃, BE, K e iCa⁺ não diferiram estatisticamente P>0,05 entre os grupos. Os cavalos da raça QM submetidos ao exercício de TT apresentam HPIE e acidose metabólica.

Palavra-chave: equino, hemogasometria, hemorragia pulmonar, exercício

ENDOSCOPIC AIRWAY, BLOOD GAS, ELECTROLYTES AND ACID-BASE IN EQUINE SUBMITTED TO THREE BARREL TRAINING

ABSTRACT - The aim of this study was to evaluate the airways by endoscopy, gas profile, electrolytes and acid-base balance horses of Quarter Horse (QM) race before and after training three drums. Sixteen horses divided into two groups of 8 animals, regular training (RT - 5 times) and sporadic training (ET - 2 times a week) were used in the experiment. Endoscopy was performed before and 90 min after training. They were held two blood samples by puncturing the transverse facial artery before heating (M0) and immediately after training (M1), and the readings were performed with the I-Stat®. They were determined PCO₂, PO₂, SO₂, pH, BE, HCO₃ and TCO₂, Na⁺, K⁺, iCa, Glucose, Hg e Ht. It was used ANOVA with repeated measures over time for comparisons of groups and time (p <0.05). The HFL befall was mild (1-2) the animals from both groups with 8/8 (100%) in the TR and 5/8 (62.5%) for the TE. Presence of serous trachea 4/8 (50%) for both groups. The EIPH befall was mild (1-2) the animals from both groups with 4/8 (50%) in the RT group and 3/8 (37.5%) for the TE group. Animals with grade 2 EIPH had mild hypoxemia and hypercapnia after exercise. The SO₂, PCO₂, pH, HCO₃, BE, K, iCa and did not differ P <0.05 between groups. QM race submitted to TT exercise have EIPH and metabolic acidosis.

Keywords: equine, blood gas, pulmonary hemorrhage, exercise

INTRODUÇÃO

As competições de Três Tambores (TT) requerem do conjunto (cavalo e cavaleiro) habilidade e velocidade para realizar no menor tempo um percurso determinado, contornando três tambores dispostos de forma triangular. A raça mais utilizada é a Quarto de Milha, devido a sua capacidade atlética e característica peculiar de rápida aceleração, superando equinos de qualquer outra raça (SILVA et al., 2013).

O desempenho atlético dos cavalos é resultado de uma interação complexa entre múltiplos sistemas com maior intervenção por parte dos sistemas musculoesquelético, respiratório e cardiovascular. O sistema respiratório apresenta uma capacidade limitante no desempenho de equinos, uma vez que as doenças respiratórias, ainda que em grau leve, são potencialmente prejudiciais para o cavalo atleta (FRANKLIN; ALLEN, 2008).

Para o diagnóstico das enfermidades das vias aéreas, o exame endoscópico, antes e após o exercício, é o método amplamente utilizado, principalmente para a Hemorragia pulmonar induzida por exercício (HPIE) (HINCHCLIFF et al., 2015) e a Hiperplasia Folicular Linfoide (HFL) (FRANKLIN; ALLEN, 2008). Entre as enfermidades respiratórias de equinos de esporte destacam-se a HPIE pela sua alta frequência, seus danos à saúde do animal e prejuízo econômico com perdas de dias de treinamento. A etiologia da HPIE vem sendo definida, embora a teoria mais aceita entre os pesquisadores seja o aumento de pressão e falha nos capilares pulmonares durante exercício intenso (HINCHCLIFF et al., 2015; MARLIN, 2009), no entanto essa teoria não define o sitio de ação da HPIE. Uma teoria alternativa foi proposta Schroter *et al.*, (1999) para explicar o sitio de ação, o padrão e a progressão da HPIE, sugerindo que forças durante a locomoção, principalmente na fase de apoio do galope (quando ocorre deslocamento cranial da cavidade torácica), onde a região da ulna realiza compressão sobre o peito e costelas, possam causar traumas na região dorso-caudal do pulmão com consequente hemorragia. Essa teoria se baseia nas evidências de hemorragia pulmonar e cerebral em casos de vítimas de acidentes de carro e lutadores de boxe, com trauma direto na região do tórax e cabeça, onde em ambos os casos a hemorragia ocorre do lado oposto ao trauma (MARLIN, 2009). Essa enfermidade causa alterações na troca gasosa, comprometendo o desempenho dos animais durante treinamento e competição (HINCHCLIFF et al., 2009). Associado ao exame endoscópico a gasometria arterial tem sido

utilizada, visando identificar o comportamento das trocas gasosas em cavalos de alto desempenho, com testes em esteira ou a campo (SANCHEZ et al., 2005). Tem sido relatado a hipoxemia arterial e hipercapnia em cavalos com HPIE (GEOR et al., 2001; KINDIG et al., 2001). Logo, a análise hemogasométrica é de grande importância e utilidade na medicina esportiva, uma vez que permite não apenas o comportamento da troca gasosa, como a compreensão do estado de equilíbrio ácido-base em que o animal se encontra, possuindo grande valor para o entendimento de distúrbios metabólicos (SILVA et al., 2013).

Para realizar a modalidade de TT com sucesso, o cavalo precisa atingir alta velocidade em curtíssimo espaço de tempo. Necessita de alta produção de energia e apropriado consumo para suprir a demanda da intensa contração muscular. Para suprir tamanha demanda energética, a energia passa a ser gerada via metabolismo anaeróbio (glicólise). Metabolitos são produzidos a partir dessa via (ácido láctico e lactato), onde estes são dissociados, gerando prótons hidrogênio H^+ , com consequente diminuição do pH sanguíneo e acidose metabólica (MARLIN; NANKERVIS, 2002). Silva et al, (2013) observaram o equilíbrio ácido-base de cavalos após prova de TT, com redução dos valores de pH e HCO_3^- , e por consequência o desenvolvimento de uma acidose metabólica.

Associadas aos desequilíbrios ácido-base também são observadas durante o exercício alterações fisiológicas no equilíbrio hidroeletrolítico. Em particular, eletrólitos, tais como sódio (Na^+), potássio (K^+) e cálcio (iCa), estão envolvidos em vários processos fisiológicos, como no controle de fluidos intra e extra celulares, estímulo elétrico, dissipação do calor, contração muscular e os seus desequilíbrios podem levar à diminuição do desempenho atlético (ASSENZA et al., 2014). Condições ambientais como temperatura e umidade, velocidade média e condições de terreno são fatores determinantes destas alterações (AGUILERATEJERO et al., 2000).

Diante do exposto, a hipótese proposta pelo estudo foi que o exercício de TT tenha como consequência a hemorragia pulmonar, alterando a troca gasosa, o desequilíbrio de eletrólitos e ácido-base. Logo, o objetivo do presente estudo foi avaliar as vias aéreas, o perfil de gases, eletrólitos, o equilíbrio ácido-base e a velocidade máxima de equinos submetidos ao treinamento de três tambores.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 16 equinos da raça QM durante exercício para a modalidade TT, provenientes da região de Araçatuba-SP. Foram 4 machos castrados e 12 fêmeas, com média de idade e peso de 6 ± 3 anos e 436 ± 36 kg respectivamente, distribuídos em 2 grupos compostos por 8 animais cada, divididos por nível de treinamento regular (TR - 5x por semana) e esporádico (TE - 2x por semana). Os animais eram mantidos em baias, alimentados com feno, ração comercial e água “*ad libidum*”, vermífugados e vacinados contra a Influenza, Rinopneumonite, Encefalomielite e Tétano (Lexingto 8[®]).

Foi realizada a investigação da história clínica, endoscopia do trato respiratório e exame de claudicação, onde os animais que apresentaram sintomas como secreção nasal, tosse, anormalidades anatômicas ou afecções respiratórias que poderiam vir a comprometer a passagem normal do ar, aumento de volume ou dor a palpação em tendões e ligamentos dos membros ou claudicação eram considerados inaptos a participar do experimento.

Para a realização segura do exame endoscópico foi necessário que uma pessoa direcionasse o aparelho, outra controlasse as funções do mesmo, além de um ajudante na contenção física dos animais. Para iniciar o exame endoscópico, o aparelho foi direcionado contra o meato ventral da cavidade nasal. As primeiras porções examinadas foram às regiões faríngeas e laríngeas. Na região faríngea, observaram-se estruturas como o recesso faríngeo, a abertura das bolsas guturais e os folículos linfóides. Na região laríngea, observaram-se principalmente as cartilagens da epiglote e aritenóides. Os processos corniculados das cartilagens aritenóides foram examinados quanto às anormalidades (estruturais, ulcerações, tecido de granulação e espessura) e, ainda, sua movimentação durante a inspiração e expiração. Posteriormente, o endoscópio foi inserido na traquéia, na determinação de possíveis secreções mucopurulentas, sangue, coloração e reatividade traqueal à passagem do endoscópio. A endoscopia foi realizada previamente e 90 min após o exercício com uso de aparelho endoscópio flexível Endoscópio Storz[®], GE, com 1,70 m de comp., 12 mm de diâmetro e uma fonte de luz fria de 150 watts (BACCARIN, 2005; BIAVA, 2006; HINCHCLIFF et al, 2004; HINCHCLIFF et al., 2015; MICHELOTTO, 2007).

A presença de folículos linfóides na faringe foi graduada segundo RAKER e BOWLES (1978), adotando-se a graduação de I a IV e para a graduação da Hemorragia

Pulmonar Induzida por Exercício foi utilizado a classificação de Hinchcliff e colaboradores (2005) descrita na Tab 1 e 2 respectivamente.

Tabela 1. Graduação da presença de folículos linfóides na faringe Raker e Bowles (1978)

GRAU	Graduação de Folículos Linfóides
1	Faringe com poucos folículos claros na parede dorsal
2	Presença de numerosos pequenos folículos juntamente a hiperemia, cobrindo a superfície dorsal e lateral da faringe
3	Presença de grandes grupos de folículos hiperêmicos cobrindo a superfície dorsal e lateral da faringe
4	Presença de folículos grandes, edematosos e hiperêmicos por toda a mucosa faringeana

Tabela 2. Sistema de Classificação da Hemorragia Pulmonar induzida por exercício em cavalos por endoscopia das vias aéreas inferiores (adaptado de HINCHCLIFF et al., 2005)

GRAU	Sistema de classificação da HPIE por endoscopia
0	Ausência de sangue na faringe, laringe, brônquios principais visíveis desde a carina.
1	Presença de uma ou mais manchas de sangue ou <2 filamentos de sangue pequenos (<1/4 de comprimento da traqueia) e estreitos (<10% da superfície) na traqueia ou nos brônquios principais.
2	Um longo filamento de sangue (em mais da metade do comprimento da traqueia) ou >2 filamentos curtos que ocupam menos de 1/3 da circunferência traqueal.
3	Filamentos de sangue múltiplos de distintos, que cobrem mais de 1/3 da circunferência da traqueal. Sem acúmulo de sangue na traqueia torácica.
4	Filamentos de sangue múltiplos que se aglutinam, cobrindo >90% da superfície traqueal. Com acúmulo de sangue na traqueia torácica.

HPIE – Hemorragia pulmonar induzida por exercício.

Os parâmetros avaliados no exame físico incluíram: Frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), hidratação, coloração de mucosas, temperatura retal e presença de secreção nasal ou epistaxe. Os equinos foram avaliados 30 minutos antes (M0), logo após (1 a 3min - M1) e depois de 90 min (M2) do exercício. Amostras de sangue (0,6 ml) foram coletadas por punção da Artéria facial transversa com seringa de 1ml para gasometria com Heparina de Litio BD® (A-LINE) e agulha 13x4,5, antes do aquecimento (M0) e até 3 min após o término do exercício (M1) (SILVA et al., 2012). As leituras das amostras foram realizadas no local de treinamento com uso do aparelho de hemogasometria portátil I-Stat® Portable Clinical Analyzer, Abbott Laboratories, Abbott Park, Illinois, EUA, onde foram determinadas a pressão arterial de dióxido de carbono (PaCO_2), a pressão arterial de oxigênio (PO_2), a saturação de oxigênio (sO_2), o logaritmo negativo da atividade de íons hidrogênio (pH), o hematócrito (Ht), as concentrações de bases tituláveis (BE), íon bicarbonato (HCO_3), dióxido de carbono total (TCO_2), íon sódio (Na^+), íon potássio (K^+), cálcio ionizado (Cai), glicose (Glu) e hemoglobina total (Hb).

Todos os animais realizam exercício de aquecimento ao passo, trote e galope, além de alongamentos e flexão de nuca. Concluindo o treinamento, os animais realizaram uma passada na pista três tambores, com medições semelhantes às provas oficiais da Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Quarto de Milha (ABQM). Com uso de Sensor GPS Polar G1® que foi colocado no antebraço direito do cavaleiro e o relógio receptor de dados no pulso direito, foi determinada a Velocidade máxima (km/h). Todos os animais foram treinados pelo mesmo cavaleiro. Para aferição e coleta das medidas de temperatura e umidade ambiente foi utilizado um termo-higrômetro modelo Klimalogg Pro® 3030.39.0.00.

Foi utilizada análise de variância com medidas repetidas no tempo para comparações dos grupos e momentos. O teste de correlação de Spearman foi utilizado para as variáveis HPIE e velocidade máxima, além do Teste de Mann-Whitney para HFL e HPIE ($p < 0,05$).

Este trabalho de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UNESP – Araçatuba, sob o número de registro 20 12-01985.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença estatística nas FC e FR entre os grupos antes e após o exercício, corroborando com relato anterior (BACCARIN, 2005), onde foi observado que as FC e FR podem estar elevadas após o exercício e não apresentar alterações durante o repouso, mesmo em cavalos com HPIE. No entanto, nesse estudo, este fato pode ter ocorrido devido ao número reduzido de amostras, visto que, os animais do grupo TE apresentaram FC e FR superiores ao grupo TR no M2, com médias de 44 bpm e 18 mpm, indicando um melhor condicionamento físico dos animais do grupo TR com média de 35 bpm e 12 mpm. Marlin e Nankervis (2002) relatam que com o treinamento é possível atingir menores valores de FC submáxima, com a mesma intensidade de exercício.

Recentemente foram investigadas doenças que acometem as vias aéreas superiores inferiores de equinos atletas, com prevalência de 33,7% para a HFL (KAISELER et al., 2012) e 75% para HPIE Biava et al. (2006). Michelotto et al. (2007) observou em 26% dos cavalos da raça QM após prova de TT onde apenas (7%) apresentaram grau 1 ou 2. A distribuição dessas afecções está descrita na Tab. 3.

A HFL refere-se à inflamação dos tecidos da faringe. É uma resposta, principalmente, à infecção respiratória, e em menor intensidade, causas locais (físicas, químicas ou alérgicas). Parece haver uma relação inversa entre a idade do equino e a prevalência de hiperplasia folicular linfoide. A HFL foi relatada por Hoffman et al. (1993) em experimento com cavalos de corrida, no qual 60% dos animais apresentavam grau II, e a ocorrência diminuía conforme a idade, onde menos de 20% com idade acima de 5 anos apresentavam HFL. Esses resultados corroboram em parte com o presente estudo, visto que a média de idade dos animais foi de 6 anos e que no exame endoscópico antes do exercício foi observado ocorrência de HFL grau 1 em 25% dos animais. Não obstante, após o exercício foi observada uma ocorrência de 100% para TR e 62,5% TE. Segundo Holcombe (2006) a exposição constante e cumulativa a poeira orgânica (organic dust) e a proximidade da faringe ao ambiente externo predispõe a inflamação.

Tabela 3. Frequência da Hemorragia Pulmonar Induzida por Exercício (HPIE) e Hiperplasia Folicular Linfoide (HFL) em equinos da raça Quarto de Milha, observado por exame endoscópico, após treinamento de três tambores

Variável	Escore	TR (n=8)		TE (n=8)		P ¹
		N	%	N	%	
HFL	0	0	0	4	50,0	0,0459
	1	5	62,5	3	37,5	
	2	3	37,5	1	12,5	
HPIE	0	3	37,5	5	62,5	0,0491
	1	4	50,0	2	25,0	
	2	1	12,5	1	12,5	

TR – grupo treino regular; TE – grupo treino esporádico; n - número de animais; ¹Teste de Mann-Whitney p<0,05.

A HPIE é definida pela presença de sangue no exame traqueobrônquico após exercício. O diagnóstico da HPIE nos animais desse experimento foi realizado utilizando exame endoscópico pós-exercício. Já esta descrita na literatura a correlação entre HPIE e idade dos cavalos, além da distância (HINCHCLIFF et al., 2015). No entanto, a correlação entre HPIE e velocidade parece ainda não estar bem estabelecida. Neste experimento foi observado a velocidade máxima atingida pelos animais de 44 km/h. Não houve diferença estatística entre as velocidades dos grupos TR e TE com médias de 39,9 Km/h e 37,9 km/h, respectivamente. Os animais que apresentaram HPIE atingiram média de velocidade superior a 36 km/h, com exceção para o animal 1 do grupo TR. Em estudo realizado por Goetz *et al.* (2001) os animais foram submetidos a 14 m/s (50 km/h) em esteira de alta performance e todos apresentaram algum grau de HPIE, mas não foi realizado a correlação estatística entre as variáveis. No entanto, neste experimento foi observada a correlação ($r=0,75$) entre HPIE e velocidade no grupo TE. Durante o exercício intenso, cavalos PSI de corrida apresentam um aumento linear do débito cardíaco conforme incremento da velocidade, com aumento da pressão arterial (THOMAS et al., 1983) e consequentemente em capilares (pulmão) (LANGSETMO et al., 2000). A etiologia da HPIE mais aceita entre os pesquisadores é o aumento de pressão e falha nos capilares pulmonares durante exercício intenso (HINCHCLIFF et al., 2015) Acreditamos que os animais do grupo TE não estão adaptados e condicionados ao treinamento, logo não suportariam altas velocidades e consequente aumento

da pressão arterial, estando predispostos a falhas nos capilares pulmonares, corroborando com a teoria (HPIE) mais aceita entre os pesquisadores. A média de idade dos cavalos para ambos os grupos foi de 6 anos, no qual a ocorrência de HPIE em grau 2 foi presente nos cavalos mais velhos (8 anos). Esses resultados corroboram com relato de correlação entre a idade do cavalo e a ocorrência HPIE e ainda com o caráter progressivo da doença (HINCHCLIFF et al., 2015)

Os valores obtidos de PaO₂, PaCO₂ e SaO₂ estão relacionados na tabela 4. O aumento de PaO₂ e a diminuição de PaCO₂ em ambos os grupos se deve à hiperventilação compensatória à diminuição do pH (HINCHCLIFF et al., 2009).

Tabela 4. Médias $\pm$ desvio padrão obtidas para as concentrações da Pressão arterial de oxigênio (PaO₂), Pressão arterial de gás carbônico (PaCO₂) e Saturação de oxigênio (SaO₂) em equinos da raça Quarto de Milha, antes e após o treinamento de três tambores

Variável	Momento	TR n=8				TE n=8			
		$\bar{x} \pm S$				$\bar{x} \pm S$			
PaO ₂ (mmHg)	M ₀	99,50	$\pm$	3,16	a	103,00	$\pm$	2,33	a
	M ₁	106,50	$\pm$	13,04	b	114,50	$\pm$	11,15	b
PaCO ₂ (mmHg)	M ₀	41,70	$\pm$	3,19	a	37,9	$\pm$	4,22	a
	M ₁	30,80	$\pm$	10,69	b	28,1	$\pm$	6,09	b
SaO ₂ (%)	M ₀	95,25	$\pm$	2,71	a	97,25	$\pm$	1,16	a
	M ₁	97,75	$\pm$	4,02	b	98,25	$\pm$	2,52	b

TR – grupo treino regular; TE – grupo treino esporádico; n - número de animais; Letras maiúsculas destacam diferenças entre colunas, enquanto letras minúsculas indicam diferenças entre linhas. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Os animais 2 e 11 dos grupos TR e TE apresentaram HPIE grau 2 após exercício, com valores inferiores de PO₂ (89mmHg – 90mmHg), e superiores de PCO₂ (50,4mmHg – 49,9mmHg), respectivamente, demonstrando que esses animais possivelmente desenvolveram hipoxemia e hipercapnia durante o exercício. Durante o exercício máximo há aumento

significativo do débito cardíaco, aumentando o volume de sangue presente nos capilares dos alvéolos (POOLE; ERICKSON, 2004), além disso, ocorre aumento da velocidade do fluxo sanguíneo na artéria pulmonar, diminuindo consideravelmente o tempo de captação do O₂. Consequentemente, o tempo de trânsito dos eritrócitos pelos capilares diminui e alguns eritrócitos que passam pelos capilares alveolares não conseguem captar as moléculas de O₂, sendo esta também, causa importante no desenvolvimento da hipoxemia (WILKINS et al., 2001).

O animal 1 do grupo TR apresentou hipoxemia e hipercapnia após exercício, com valores de PO₂ 83mmHg e PCO₂ 50,4mmHg. Este animal apresentou além de HPIE e HFL, acúmulo de secreção seromucosa na traquéia, indicando provável acometimento por Obstrução recorrente das vias aéreas (ORVA) ou Doença inflamatória das vias aéreas (DIVA), visto que, após o experimento, esse animal apresentou intolerância ao exercício, com dispneia, tosse e acúmulo de secreção na traquéia. Uma hipótese proposta é que qualquer doença que venha a aumentar as pressões em vasos pulmonares ou aumentar a magnitude das pressões no pulmão durante a inspiração, como a ORVA, promoveria aumento no grau de HPIE (MARLIN, 2009).

Foi observada diferença significativa, com diminuição nos valores de logaritmo negativo da atividade de íons hidrogênio (pH), Bicarbonato (HCO₃⁻), Total de dióxido de carbono (TCO₂) e Bases tituláveis (BE), após exercício, para ambos os grupos, como descrito na Tab. 5.

Os resultados observados evidenciam acidose metabólica pós-exercício. Esses resultados corroboram com Silva *et al.* (2013), que relatam também a diminuição do HCO₃⁻, com a finalidade de tamponamento. Essa diminuição do pH, HCO₃ e BE observada no exercício máximo, é resultado da difusão do ácido láctico produzido pelas células musculares para a circulação sanguínea, no qual o requisito energético das células musculares é mantido predominantemente pelo metabolismo anaeróbico da glicose, resultando em desenvolvimento de acidemia sanguínea e consequente acidose metabólica (MARLIN; NANKERVIS, 2002).

Tabela 5. Médias $\pm$ desvio padrão obtidas para as concentrações de logaritmo negativo da atividade de íons hidrogênio (pH), Bicarbonato (HCO_3^-), Total de dióxido de carbono (TCO_2), e Bases tituláveis (BE) em equinos da raça Quarto de Milha, antes e após o treinamento de três tambores

Variável	Momento	TR n=8					TE n=8		
		$\bar{x} \pm S$					$\bar{x} \pm S$		
Ph	M₀	7,47	$\pm$	0,03	a	7,44	$\pm$	0,07	a
	M₁	7,25	$\pm$	0,04	b	7,24	$\pm$	0,06	b
HCO_3^- (mmol/L)	M₀	28,01	$\pm$	0,89	b	22,20	$\pm$	4,66	b
	M₁	11,6	$\pm$	2,72	a	11,20	$\pm$	2,41	a
TCO_2 (mmol/L)	M₀	30,25	$\pm$	1,28	b	29	$\pm$	1,06	b
	M₁	12,75	$\pm$	3,27	a	13	$\pm$	2,39	a
BE (mEq/L)	M₀	3,88	$\pm$	1,35	a	4,38	$\pm$	0,74	a
	M₁	-16,38	$\pm$	3,42	b	-16,35	$\pm$	2,91	b

TR – grupo treino regular; TE – grupo treino esporádico; n - número de animais; Letras maiúsculas destacam diferenças entre colunas, enquanto letras minúsculas indicam diferenças entre linhas. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

os eletrólitos sanguíneos Na^+ e K^+ apresentaram diminuição significativa após o exercício como descrito na Tab. 6. Com relação ao Na^+ observou-se diferença estatística significativa entre os grupos TR e TE. Geralmente não ocorrem alterações intensas no equilíbrio eletrolítico durante os exercícios de intensidade máxima, devido ao período de curta duração (Silva *et al.*, 2009). Essa alteração pode estar relacionada à temperatura local nos dias de treinamento, visto que apesar da diferença entre os momentos e os grupos, a concentração de Na^+ se manteve dentro dos padrões normais para a espécie equina 132 a 146 mEq/L (Hinchcliff *et al.*, 2002). A diminuição do K^+ está relacionada ao incremento da atividade da bomba de Na^+/K^+ ATPase, com aumento da recaptação do K^+ e com a consequente diminuição das concentrações plasmáticas deste cátion (DIFILIPPO *et. al.*, 2009)

Tabela 6. Médias $\pm$ desvio padrão obtidas para as concentrações de Sódio (Na^+), Potássio (K^+) e Cálcio ionizado (iCa) dos equinos da raça Quarto de Milha, antes e após o treinamento de três tambores.

Variável	Momento	TR n=8				TE n=8			
		$\bar{x} \pm S$				$\bar{x} \pm S$			
Na^+ (mmo/L)	M₀	137,10	$\pm$	1,51	a	135,13	$\pm$	2,03	b
	M₁	135,13	$\pm$	2,03	Ab	133,10	$\pm$	2,00	Ba
K^+ (mmo/L)	M₀	3,99	$\pm$	0,36	a	4,03	$\pm$	1,19	a
	M₁	3,65	$\pm$	0,17	b	3,51	$\pm$	0,90	b
iCa (mmo/L)	M₀	1,52	$\pm$	0,16	a	1,35	$\pm$	0,13	b
	M₁	1,51	$\pm$	0,20	a	1,31	$\pm$	0,06	b

TR – grupo treino regular; TE – grupo treino esporádico; n - número de animais; Letras maiúsculas destacam diferenças entre colunas, enquanto letras minúsculas indicam diferenças entre linhas. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

O iCa não apresentou alteração após exercício em ambos os grupos. Hinchcliff *et al.* (2002) relataram que o exercício intenso pode acarretar em diminuição nas concentrações de cálcio plasmático, no entanto, esse decréscimo ocorre com pequena variação, em média apenas 0,15 mmo/L, pois maiores perdas estão relacionadas a distúrbios gastrintestinais.

As concentrações de Glicose, Hemoglobina e Hematócrito estão descritas na Tab. 7. Ambos os grupos apresentaram diferença significativa nas concentrações de Hemoglobina e Hematócrito pós-exercício, com aumento nas concentrações decorrente da esplenocontração, fenômeno fisiológico considerado como um dos fatores determinantes do aumento do volume sanguíneo durante o exercício, mediado pela ação de catecolaminas, incremento do débito cardíaco (FERRAZ *et al.*, 2009) e da íntima ligação entre oxigênio e o transporte do mesmo para os tecidos (POOLE; ERICKSON, 2004).

Tabela 7. Médias $\pm$ desvio padrão obtidas para as concentrações de Glicose (Gli) Hemoglobina (Hb) e Hematócrito (Ht) em equinos da raça Quarto de Milha, antes e após o treinamento de três tambores

Variável	Momento	TR n=8				TE n=8			
		$\bar{x} \pm S$				$\bar{x} \pm S$			
Gli (mmo/L)	M₀	106,00	$\pm$	6,30	a	111,13	$\pm$	10,84	b
	M₁	116,75	$\pm$	16,27	b	115,25	$\pm$	15,30	a
Hb (g/dL)	M₀	11,63	$\pm$	2,91	a	11,56	$\pm$	1,44	b
	M₁	15,15	$\pm$	2,79	b	15,90	$\pm$	1,50	a
Ht (%)	M₀	34,90	$\pm$	5,40	a	34,60	$\pm$	4,13	a
	M₁	46,10	$\pm$	5,89	b	46,80	$\pm$	3,28	b

TR – grupo treino regular; TE – grupo treino esporádico; n - número de animais; Letras maiúsculas destacam diferenças entre colunas, enquanto letras minúsculas indicam diferenças entre linhas. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Foi observado aumento na concentração de glicose após o exercício em ambos os grupos. Este achado corrobora com estudo realizado por Ferraz *et al.*, (2008) utilizando teste incremental, onde foi observada hiperglicemia após elevação da velocidade, devido a ação de catecolaminas e do glucagon, que atuam no fígado promovendo a glicogenólise.

CONCLUSÃO

Os cavalos da raça Quarto de Milha submetidos ao exercício de Três tambores apresentam Hemorragia pulmonar induzida por exercício, acidose metabólica e o grupo TE correlação entre velocidade e HPIE. A compreensão do estado hemodinâmico e das enfermidades que podem ocorrer pós-exercício intenso evidencia a importância do acompanhamento do cavalo atleta, visando um melhor desempenho e uma longa vida desportiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA-TEJERO, E.; ESTEPA, J.C.; LÓPEZ, I. et al. Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. **Res. Vet. Sci.**, 68:103-108, 2000.

ASSSENZA, A.; BERGERO, D.; CONGIU, F. Evaluation of serum electrolytes and blood lactate concentration during repeated maximal exercise in horse. **J. E. Vet. Science**. V. 34, I. 10, p. 1175-1180. 2014.

BACCARIN, R. Y. A. Diagnóstico e tratamento de pneumopatias de esforço. In: II Simpósio Internacional do cavalo Atleta – **IV Semana do Cavalo**, 2005. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, p. 12-28, 2005.

BIAVA, J. S.; GONÇALVES, R. C.; DONRBUSCH, P. T.; et al.; Avaliação Clínica e Citologia do trato respiratório de cavalos QM após exercício. **Arq. Vet. Sci.**, v.11, n.1, p.60-65, 2006.

DI FILLIPO, P.A.; SANTANA, A. E.; PEREIRA, G.T. Equilíbrio ácido-base e hidroeletrólítico em equinos com cólica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1003-1009, 2009.

FERRAZ, G.C.; TEIXEIRA-NETO, A. R.; D'ANGELIS, F. H.F. et al. Alterações hematológicas e cardíacas em cavalos Árabes submetidos ao teste de esforço crescente em esteira rolante. **Bra. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v.46, n.6, p. 431-437, 2009.

FERRAZ, G. C.; DANGELIS, F.H.F.; TEIXEIRA-NETO, A. R. et al. Blood lactate threshold reflects glucose responses in horses submitted to incremental exercise test. **Arq. Bra. Med. Vet. Zoot.**, Belo Horizonte, v. 60, n. 1, p. 256-259, 2008.

FRANKLIN, S.; ALLEN, K. EIPH and upper airway disorders. Workshop on Exercise-Induced Pulmonary Haemorrhage 30th November - 3rd December 2008; San Diego, USA.

GEOR, R. J.; OMMUNDSON, L.; FENTON, G., et al. Effects of an external nasal strip and furosemide on pulmonary heamorrhage in Thoroughbreds following high intensity exercise. **Equi. Vet. J.**, v33, n.6, p577-584, 2001.

GOETZ, T. E.; MANOHAR, M.; HASSAN A.S.; Nasal strips do not affect pulmonary gas exchange, anaerobic metabolism, or EIPH in exercising Thoroughbreds. **J. Appl. Physiol.** Jun;90(6):2378-85. 2001.

HINCHCLIFF, K. W.; LAUDERDALE, M. A.; DUTSON, J. et al. High intensity exercise conditioning increases accumulated oxygen deficit off horses. **Equi. Vet. J. London**, v.34 (Suppl.), p. 09-16, 2002.

HINCHCLIFF, K.W.; MORLEY, P. S.; GUTHRIE, A. J. Efficacy of furosemide for prevention of exercise-induced pulmonary hemorrhage in Thoroughbred racehorses. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**235: 76-82, 2009.

HINCHCLIFF K.W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. Equine Sports Medicine and Surgery – Basic and clinical sciences of the equine athlete. 2004. Ed. Saunders.

HINCHCLIFF, K.W.; COUETIL, L. L.; MORLEY, P. S. et al. Exercise induced pulmonary hemorrhage in horse: American college of veterinary internal medicine consensus statement. **J. Vet. Intern. Med.** v.29:743-758, 2015.

HOFFMAN, A. M. et al. Clinical and endoscopy study to estimate incidence of distal respiratory tract infection throughbred foals on Ontario breeding farms. **Am. J. Vet. Res.** v.54. pag. 1602 a 1607. 1993.

HOLCOMBE S. Upper Airway Anatomy and Physiology Gone Wrong: How Do We Diagnose the Problem and What Can We Fix? In: Annual resort symposium of the american association of equine practitioners, Rome, 2006. **Proceedings...**Rome: American Association of Equine Practitioners, 2006. p.10-27.

KAISELER, P. H., DZYEKANSKI, B., MICHELOTTO, P. V. et al. Upper airway evaluations of thoroughbred racehorses in a private clinic in curitiba, Brazil – Resting endoscopic findings in 587 horses. **Arq. Vet. Sci.** v.17, n.4, p.1-9, 2012.

KINDIG, C.A.; MCDONOUGH, P.; FENTOL, G. et al. Efficacy of nasal strip and furosemide in mitigating EIPH in Thoroughbred horses. **J. Appl. Physiol.** 91:1396-1400. 2001.

LANGSETMO, I.; FEDDE M. R.; MEYER T. S. Relationship of pulmonary arterial pressure to pulmonary haemorrhage in exercising horses. **Equi Vet J.** 32:379-384. 2000.

MARLIN, D. J. Exercise-induced pulmonary haemorrhage (EIPH). 11th Congress on Equine Medicine and Surgery 15th to 17th December 2009: Geneva, Suíça.

MARLIN, D.; NARKERVIS, K., J. Equine exercise physiology. Wiley-Blackwell. 304 p. Oct, 2002.

MICHELOTTO JÚNIOR, P.V.; BIAVA, J.S.; GONÇALVES, R.C.; CASSOU, F.; BONFÁ, A.F.; MACHADO, C.D. Aspirado traqueal de cavalos clinicamente sadios da raça quarto de milha após prova de três tambores. **Arch. Vet. Sci.** Curitiba: UFPR, v. 12, n.2, p.1-7. 2007.

POOLE, D. C.; ERICKSON, H. H. Heart and vessels: function during exercise and response to training. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. **J. Equi. Sport. Med. Surg.** Philadelphia: Saunders, p. 699-727. 2004.

RAKER, C.; BOLES, C. Pharyngeal lymphoid hyperplasia in the horse. **J. Equi. Med. Surg.** v.2, p.202-207, 1978.

SANCHEZ, A.; COUETIL, L.L.; WARD, M.P. et al. Effect of airway disease on blood gas exchange in racehorse. **J. Vet. Intern. Med.** 19:87-92. 2005.

SILVA, M.A.G.; GOMIDE, L.M.W., DIAS, D.P.M. et al. Equilíbrio ácido-base em equinos da raça Quarto de Milha participantes da Prova dos Três Tambores. **Rev. Bras. Med. Vet.**, 35(2):188-192, 2013.

SILVA, M.A.G.; MARTINS, C.B., GOMIDE L.M.W. et al. 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.

THOMAS, D. P.; FREGIN, G. F.; GERBER, N. H.; AILES, N. B. Effects of training on cardiorespiratory function in the horse. **Am. J. Physiol.** Aug; 245(2):R160-5. 1983.

WILKINS, P. A.; GLEED, R. D.; KRIVITSKI, N. M.; DOBSON, A. Extravascular lung water in the exercising horse. **J. of Appl. Physiol.**, Bethesda, v. 91, p. 2442-2450, 2001.

SCHROTER, R. C.; MARLIN, D. J.; DENNY, E. Exercise induced pulmonary haemorrhage in horses results from locomotory induced trauma – a novel, unifying concept. **Equi. Vet. J.**, v.30, n.3, p.186-192, 1999.