

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

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS VITAIS,
HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DE EQUINOS
QUARTO DE MILHA SUBMETIDOS À PROVA DE TRÊS
TAMBORES COM DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE
TREINAMENTO**

Arthur Araujo Chaves
Médico Veterinário

ARAÇATUBA-SP
2016

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

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS VITAIS,
HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DE EQUINOS
QUARTO DE MILHA SUBMETIDOS À PROVA DE TRÊS
TAMBORES COM DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE
TREINAMENTO**

Arthur Araujo Chaves

Orientador: Prof. Adjunto Luiz Claudio Nogueira Mendes
Coorientadora: Prof. Dra. Lina Maria Wehrle Gomide

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – Unesp, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Fisiopatologia Médica e Cirúrgica)

Araçatuba-SP
2016

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

Chaves, Arthur Araújo

C398a

Avaliação dos parâmetros físicos vitais, hematológicos e bioquímicos de equinos Quarto de Milha submetidos á prova de três tambores com diferentes frequências de treinamento / Arthur Araújo Chaves.

Araçatuba: [s.n], 2016
57 f. il.; CD-ROM

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária, 2016

Orientador: Prof. Dr. Luiz Claudio Nogueira Mendes
Coorientadora: Dra. Lina Maria Wehrle Gomide

1. Cavalos 2. Bioquímica 3. Exercício-fisiologia 4.
Hemograma completo . I. T.

CDD 636.1330898



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Araçatuba

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Avaliação dos parâmetros físicos vitais, hematológicos e bioquímicos de equinos
Quarto de Milha submetidos à prova de três tambores com diferentes frequências de
treinamento

AUTOR: ARTHUR ARAÚJO CHAVES

ORIENTADOR: LUIZ CLAUDIO NOGUEIRA MENDES

COORDINADORA: LINA MARIA WEHRLE GOMIDE

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA ANIMAL,
área: Fisiopatologia Médica e Cirúrgica pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LUIZ CLAUDIO NOGUEIRA MENDES
Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba -
UNESP

Profa. Dra. FLAVIA DE ALMEIDA LUCAS
Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba -
UNESP

Prof. Dr. RAFAEL RESENDE FALEIROS
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias / Escola de Veterinária - UFMG

Araçatuba, 26 de agosto de 2016.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Arthur Araujo Chaves – Nascido em quinze de agosto de 1984, no município de São Caetano do Sul-SP, é Médico Veterinário, graduado pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”/ UNESP, Campus de Araçatuba em 2011. Ingressou no Programa de Residência Médico Veterinária da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Campus de Araçatuba-SP, na área de Clínica Cirúrgica de Grandes Animais, em fevereiro de 2012, com conclusão em janeiro de 2014. No mesmo ano, em março, iniciou o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, na mesma instituição, na área de Fisiopatologia Médica e Cirúrgica, sob a orientação do Prof. Adjunto Luiz Claudio Nogueira Mendes e, desde então, tem participado de pesquisas na área de Medicina Esportiva Equina, em conjunto com a equipe do Laboratório de Endotoxemia e Enfermidades de Grandes Animais (LEEGA), com auxílio financeiro da Fapesp e da Capes.

A minha e tão amada “véinha”, avó que tanto cuida de todos nós!
Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus e Nossa Senhora de Aparecida, por me iluminarem por todo o caminho percorrido durante essa e tantas outras jornadas e pelas glórias concedidas.

Agradeço à minha mãe Silvana, à minha tia Eliana, ao meu tio Jorge, à minha tia Cris e a minha idolatrada e batalhadora avó Idalia, que sem ela não sei o que seria de todos nós, por sempre estarem ao meu lado em todos os momentos da minha vida, me apoiando em todas as minhas decisões e comemorando cada conquista que temos juntos, não tenho palavras para dizer o quanto todos vocês são importantes na minha vida, tudo que tenho e sou, devo a vocês.

À Mariana, minha namorada, amiga, companheira, princesa, por ser minha parceira em todos os momentos, por tudo que já me ensinou na vida, por aguentar todo o meu blábláblá e as histórias contadas milhares e milhares de vezes, por ter toda a paciência do mundo comigo e com minha excelente memória. Tenho plena certeza que você é a pessoa que entrou na minha vida para me fazer cada dia mais feliz, e faz! Se hoje estou onde estou, boa parte foi por você estar ao meu lado me apoiando. Amo você!

À Angela e o Bob, por acolherem seu genro como um filho, são pessoas muito importantes para mim! Amo vocês!

Ao professor Luiz Claudio, que há muito tempo atrás, desde o tempo da graduação acreditou em mim, não tenho palavras para descrever e agradecer tudo que o senhor fez e faz por mim. Pela oportunidade de poder ter o senhor como orientador, para mim o fato de ter essa oportunidade já me faz um cara de sucesso! Obrigado!

À professora Flávia, que conheci no tempo da residência e foi minha orientadora, me ajudou cada dia mais me tornar mais profissional, mais humano, se o que tenho hoje puder ser chamado de sucesso, parte dele devo a tudo que a senhora me ensinou e ensina desde quando a conheci! Obrigado

À professora Lina, pela coorientação, sempre me ajudando e me compreendendo, me fazendo fazer meditação, estando disponível quando eu precisava, me dando puxões de orelha também quando necessário. Admiro muito a senhora! Obrigado!

Aos amigos das coletas e análises, Zanon, Bianca, Priscila, João Pedro, Eduardo, Daniela e Rafaela, todos vocês foram fundamentais para a realização deste trabalho. Todos os momentos que estivemos juntos, na alegria e na canseira, nos almoços no Seu Inglês. Obrigado, do fundo do meu coração!

Ao meus amigos, Flávia, Daniel, Matheus, Leopoldo, Beto, Jefferson, Gabriel, que sempre quando precisava de apoio, longe da família, vocês

mandavam eu parar de frescura e seguir em frente! Estarão sempre no meu coração, independente de onde vocês estiverem!

Aos meus companheiros de trabalho Diogo e Juliana, parceiros até o último fio de cabelo!

Agradecer à Faculdade de Medicina Veterinária, Campus de Araçatuba (FMVA-UNESP), por ter sido o berço da minha formação, por ter tido a oportunidade de poder obter todo meu conhecimento em uma das melhores faculdades de Medicina Veterinária do Brasil. E por ter me feito um unespiano digno de orgulho da minha segunda casa, estamos juntos desde 2007 e mesmo no dia que eu não estiver mais vai estar no meu coração eternizada.

Ao Kajuba e o Jack, por terem sido os caras que me introduziram no mundo do cavalo, me ensinaram muito sobre estes animais que eu amo tanto.

Aos meus alunos, que acreditam e confiam na minha capacidade, que também estão sempre ao meu lado!

À Capes pela concessão da bolsa de estudos, à FAPESP, pelo apoio financeiro, processo 2014/09362-5.

A todas as pessoas as quais eu não citei, mas que não são menos importantes na minha vida!

Obrigado!

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	18
REFERÊNCIAS.....	27
 CAPÍTULO 2- ALTERAÇÕES DOS PARÂMETROS FÍSICOS VITAIS E HEMATOLÓGICOS INDUZIDOS POR EXERCÍCIO DE ALTA INTENSIDADE E CURTA DURAÇÃO	
RESUMO.....	35
ABSTRACT	37
Introdução.....	38
Material e Métodos	39
Resultados e Discussão.....	42
Conclusão.....	50
REFERÊNCIAS.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS

ABQM = Associação Brasileira dos Criadores de Quarto de Milha

ANOVA= Análise de variância

AST= aspartato aminotransferase

CHCM= Concentração de hemoglobina corpuscular média

CK= creatina quinase

FC= Frequência cardíaca

FR= Frequência respiratória

GRAN= total de granulócitos

GTE= Grupo de treino esporádico

GTR= Grupo de treino regular

Hb= concentração de hemoglobina

He= número de hemácias

LEU= número de leucócitos totais

LDH= lactato desidrogenase

LINF= número de linfócitos

PT= Proteína plasmática total

QM = Quarto de Milha

VCM= Volume corpuscular médio

VG= Volume globular

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1 - Médias e desvios-padrão da concentração de lactato e atividade das enzimas lactatodesidrogenase, aspartato aminotransferase e creatina quinase de 16 equinos, com peso médio de 450 ± 10 kg, $5,4 \pm 2$ anos, submetidos à prova de três tambores, nos momentos antes e após o exercício..... p.43.

Tabela 2 - Médias e desvios-padrão da frequência cardíaca e frequência respiratória de 16 equinos, com peso médio de 450 ± 10 kg, $5,4 \pm 2$ anos, submetidos à prova de três tambores, nos momentos antes e após o exercício, ANOVA análise comparativa entre momentos.....p.45.

Tabela 3 - Médias e desvios-padrão do número total de hemácias, volume globular, hemoglobina, plaquetas, proteína plasmática total, volume corpuscular médio, concentração de hemoglobina corpuscular média de 16 equinos , com peso médio de 450 ± 10 kg, $5,4 \pm 2$ anos, submetidos à prova de três tambores, nos momentos antes e após o exercício, ANOVA análise comparativa entre momentos.....p.46.

Tabela 4 - Médias e desvios-padrão da contagem leucócitos totais, granulócitos, linfócitos e monócitos de 16 equinos, com peso médio de 450 ± 10 kg, $5,4 \pm 2$ anos, submetidos à prova de três tambores, nos momentos antes e após o exercício, ANOVA análise comparativa entre momentos.....p.47.

Tabela 5 - Correlação forte e positiva das variáveis estudadas de 16 equinos, com peso médio de 450 ± 10 kg, $5,4 \pm 2$ anos, submetidos à prova de três tambores, nos momentos antes e após o exercício.....p.50.

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS VITAIS, HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DE EQUINOS QUARTO DE MILHA SUBMETIDOS À PROVA DE TRÊS TAMBORES COM DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE TREINAMENTO

RESUMO – O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes frequências de treinamento sobre o condicionamento físico de equinos através da avaliação das concentrações de lactato plasmático, das concentrações séricas de CK, AST e LDH e dos parâmetros físicos vitais e hematológicos, após exercício físico de alta intensidade e curta duração. Amostras de sangue venoso foram obtidas de 16 equinos da raça Quarto de Milha, que foram divididos em dois grupos: grupo de treinamento regular (GTR) e grupo de treinamento esporádico (GTE), em sete diferentes momentos: 30 minutos antes do exercício (MA), imediatamente após (MD), 30 minutos (M0,5), uma (M1), duas (M2), seis (M6) e 24 (M24) horas após a prova de três tambores. Não foram observadas diferenças entre os grupos. Frente a esse resultado os equinos foram rearranjados em um grupo único, para a avaliação do condicionamento físico desses animais de uma forma geral. Além disso, foram realizados testes de correlação dessas variáveis para melhor observação do comportamento entre elas. Como resultado, houve um aumento significativo no MD das variáveis: lactato, FC, FR, He, VG, Hb e LINF, no entanto todas as variáveis voltaram aos seus valores basais antes de 24 horas após o exercício, indicando que os equinos avaliados possuem condicionamento físico satisfatório. Quanto às correlações, foram encontrados coeficientes de correlação forte e positivo entre as variáveis: He, VG e Hb, e entre LEU e GRAN, em todos os momentos, entre LDH e AST no M5, AST e CK no MA e FC e FR no M24. Foi possível concluir que a frequência de treinamento não influenciou no condicionamento físico dos animais, no entanto todos eles estão condicionados fisicamente para o desenvolvimento do exercício imposto e que as variáveis estudadas apresentaram respostas de acordo com o esperado fisiologicamente.

Palavras chave: bioquímica, cavalo, fisiologia do exercício, hemograma

EVALUATION OF PHYSICAL, HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF QUARTER HORSES SUBMITTED TO BARREL RACING WITH DIFFERENTE FREQUENCY OF TRAINING

SUMMARY – The aim of this study was to evaluate the influence of different frequencies of training on the fitness of horses through the evaluation of plasma lactate, serum concentrations of CK, AST and LDH and clinical and hematological parameters after high intensity and short duration exercise. Venous blood samples were obtained from 16 horses of Quarter Horses, which were divided into two groups: regular training group (GTR) and sporadic training group (GTE) in seven different times: 30 minutes before exercise (MA), immediately after (MD), 30 minutes (M0,5), one (M1), two (M2), six (M6) and 24 (M24) hours after barrel racing. No differences were observed between the groups. In view of this result the horses were rearranged into a single group, to evaluate the fitness of these animals in general. In addition, correlation tests were conducted to observe the interdependence of these variables after exercise. As a result, there was a significant increase in MD of the variables lactate, HR, FR, He, VG, Hb and LINF, however all variables returned to their baseline values within 24 hours after exercise, indicating that the assessed horses have satisfactory physical condition. As for the correlations, strong and positive correlations were found between the variables: He, VG and Hb and between LEUC and GRAN, at all times, between LDH and AST in the M6, AST and CK in M0 and HR and RR in M24. It was concluded that the training frequency did not influence the fitness of the animals, however they are all physically fit for the development of the exercise and the variables studied showed responses according to expected physiologically.

Keywords: biochemistry, exercise physiology, hematology, horse

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Sabe-se que o rebanho equino nacional é o maior da América Latina e o terceiro maior rebanho mundial, com pouco mais 5.300.000 animais (IBGE, 2013), e que o complexo do agronegócio equino no Brasil movimenta algo em torno R\$7,5 bilhões por ano, gerando cerca de 3,2 milhões de empregos diretos e indiretos. Dentre as várias atividades ligadas à cadeia do agronegócio equestre destaca-se o esporte, que movimenta valores da ordem de R\$705 milhões por ano e conta com a participação estimada de 50 mil equinos atletas (LIMA et al., 2006), ressaltando a importância dos cuidados com esses animais.

As extraordinárias características que conferem aos equinos, velocidade, resistência e força, principalmente nos equinos modernos, é resultado de longa história evolutiva natural dos cavalos como um animal de pasto. Séculos de reprodução seletiva, resultaram em uma grande variedade de raças de cavalos e por consequência a flexibilidade notável de quase todos os sistemas do corpo para responderem ao tipo de exercício ao qual são submetidos (RIVERO & HILL, 2016).

Dentre as raças de equinos criadas no Brasil, destaca-se o Quarto de Milha (QM), que possui um plantel nacional composto por mais de 424 mil animais registrados, divididos entre 79 mil criadores, proprietários e associados. Os leilões da raça em 2013 chegaram a uma receita de R\$167 milhões, o que demonstra a vultosa movimentação financeira que a raça proporciona. O estado de São Paulo é o maior representante da raça, com 191 mil animais registrados, ou seja, 49% do rebanho brasileiro, divididos entre 50 mil criadores, proprietários e associados (ABQM, 2014). Conhecido como o cavalo mais versátil do mundo, o QM ostenta como características: extrema docilidade, partidas rápidas, paradas bruscas, grande capacidade de mudar de direção e sentido e enorme habilidade de girar sobre si, possibilitando a sua utilização tanto como meio de tração e transporte como nas modalidades esportivas de Trabalho e Corrida (ABQM, 2011).

Dentre as diversas provas de trabalho nas quais os cavalos QM são empregados, a prova dos Três Tambores é considerada uma das modalidades de maior expressão, pelo fato de ser a prova com maior número de inscrições em campeonatos e provas oficiais da ABQM (Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Quarto de Milha) (ABQM, 2012).

A prova dos Três Tambores pode ser considerada uma modalidade esportiva de precisão contra o cronômetro, na qual o conjunto (cavalo e cavaleiro) contorna três tambores distribuídos de forma triangular ao longo de uma pista de areia, onde o melhor desempenho relaciona-se com a realização do percurso no menor tempo. A montagem do percurso oficial segue alguns critérios, de acordo com a ABQM, no qual três tambores de aço (com capacidade de 200 L), vazios e apoiados verticalmente no solo, formam um triângulo isósceles, com 27,5 m de comprimento de base e 32 m de lados. A linha entre o 1º e o 2º tambor deve estar a uma distância de 18,3 m da linha de partida e chegada, onde é posicionado o par de fotocélulas, responsável por registrar o tempo de prova do conjunto. Cada tambor deve estar pelo menos a 4 m de distância das cercas. O início da cronometragem é definido quando o conjunto em aceleração dispara os sensores da fotocélula em direção ao tambor 1, onde desacelera para contorná-lo da esquerda para a direita, seguindo em direção ao 2º tambor e depois ao 3º tambor, os quais devem ser contornados da direita para a esquerda, e então à linha de chegada. Esse trajeto também pode ser percorrido pela esquerda, onde o conjunto cruza a linha de partida em direção ao tambor 2, faz o seu contorno da direita para a esquerda; em seguida, irá para o tambor 1, contornando-o da esquerda para a direita; a seguir, para o tambor 3, virando novamente para a direita, seguindo pela reta final rumo à linha de chegada. As penalidades podem resultar em acréscimo de cinco segundos ao tempo final para cada tambor derrubado, em desclassificação do conjunto, caso se verifiquem vestígios de sangue no animal, seja na boca ou abdômen, pela constatação da utilização de métodos não autorizados ou ainda pelo não cumprimento do percurso inteiro.

De um modo geral, cada modalidade equestre varia em duração, velocidade, força e agilidade. Sendo assim, tratamento diferenciado é exigido para os equinos que participam de diferentes modalidades (ARARIPE, 2010), visando favorecer a expressão máxima da sua habilidade e performance (PEREIRA, 2015).

A capacidade atlética superior do cavalo tem sido atribuída a uma série de adaptações anatômicas e fisiológicas dos sistemas orgânicos envolvidos no exercício. Algumas destas adaptações ocorrem nos tecidos responsáveis pela geração de movimento, na composição do tipo de fibra, na contração muscular e na forma de obtenção de energia dos tecidos musculares (RIVERO & HILL, 2016).

O exercício físico repetitivo induz uma infinidade de adaptações fisiológicas e anatômicas em equinos, essas adaptações trabalham afim de reduzir os efeitos que o estresse fisiológico induzido pelo exercício é capaz de produzir (HINCHCLIFF & GEOR, 2004). Além de alterações físicas, tais como a remodelação do músculo, há mudanças em componentes de sangue (BALOGH et al., 2001), e estes refletem as vias metabólicas e os processos funcionais envolvidos na disciplina atlética particular (PICCIONE et al., 2007).

Os mecanismos celulares e moleculares que conferem ao tecido muscular dos equinos grande capacidade de adaptação tem sido objetivo de intensas pesquisas durante os últimos 40 anos. A maior parte destas investigações utilizaram técnicas de biópsia muscular e resultou em maior compreensão da resposta destes tecidos frente ao exercício (RIVERO & HILL, 2016)

Os testes realizados com exercício físico representam uma ferramenta para avaliar o condicionamento físico de equinos através da análise de alterações fisiológicas que ocorrem em resposta ao exercício realizado. Dependendo da intensidade e duração, o exercício tem efeitos sobre os parâmetros fisiológicos, e mesmo diferentes tipos de atividade atlética realizadas pela mesma raça podem afetar as respostas fisiológicas destes animais (WANDERLEY et al., 2015).

O desempenho de um atleta equino é determinado por inúmeros e complexos processos biológicos interdependentes. A compreensão de como esses processos funcionam e se relacionam entre si faz necessária para que o cavalo seja treinado e manejado de forma adequada durante a sua vida de competidor, para que tenham uma vida atlética satisfatória (HINCHCLIFF & GEOR, 2004).

Nesse sentido, o estudo da fisiologia do exercício vem cada vez mais se destacando como ferramenta imprescindível no monitoramento da intensidade do exercício, abordando temas como o treinamento e o aperfeiçoamento de metodologias relacionadas à resistência, força e recuperação desses atletas. A busca pelo diagnóstico de diversos distúrbios que podem afetar o desempenho atlético, bem como a necessidade de conhecimentos acerca do treinamento mais adequado tem se tornado cada vez maior (EVANS, 2000). Um treinamento adequado inclui exercícios de várias intensidades e durações (JONES, 2005) e deve ter como principais objetivos aumentar a capacidade do animal ao exercício (metabolismo aeróbico), retardar o tempo de início da fadiga (metabolismo anaeróbico), melhorar o desempenho físico, considerando-se a destreza, a força, a velocidade e a resistência do animal e por fim, diminuir os riscos de lesões. A realização de atividades físicas inapropriadas e o imprevisto no treinamento podem retirar, definitivamente, de trabalhos e competições importantes cavalos atletas e animais promissores nas diversas modalidades equestres (ROSE, 2000).

A avaliação de alguns parâmetros durante o treinamento pode direcionar a intensidade e o tipo de esforço apropriado à capacidade atlética de cada animal. Também através desta avaliação, pode-se analisar as variações de parâmetros metabólicos, hematológicos, bioquímicos e fisiológicos frente a diferentes intensidades de exercício e ainda traçar a tendência de tais parâmetros para um grupo de animais (SANTOS & GONZÁLES, 2006).

A mensuração das concentrações de lactato sanguíneo, em situações específicas de exercício, tem se mostrado eficaz no esclarecimento de informações sobre o condicionamento físico de atletas equinos. Após o

exercício é comum ocorrer o aumento das concentrações sanguíneas de lactato, resultante da produção de energia através da glicólise anaeróbica, que se trata de uma via de produção de ATP sem utilização de oxigênio, mas que pode ocorrer na presença de oxigênio, onde ocorre uma formação rápida de ATP, com produção do lactato (VIERA et al., 2013). Com o incremento da intensidade do exercício, grande parte da energia passa a ser gerada através da glicólise anaeróbica. Sendo assim, quanto maior a intensidade do exercício, maior a quantidade de lactato produzido (DESMECHT et al., 1996; EATON, 1998). O acúmulo de lactato nos músculos, como consequência destes eventos, leva à diminuição da atividade muscular, fazendo com que estes trabalhem de forma lenta, o que caracteriza fadiga (PÖSÖ, 2002). Assim como as concentrações máximas de lactato após o exercício, o tempo de retorno do lactato aos valores basais também pode indicar o efeito do treinamento no condicionamento físico dos animais. De acordo com Valberg (2008) animais bem condicionados possuem uma taxa de metabolização mais rápida e eficiente de lactato, evitando assim o aparecimento de fadiga muscular devido ao acúmulo do mesmo na musculatura.

De uma forma geral, o aumento da concentração de lactato plasmático pode ser utilizado para indicar a capacidade atlética do equino, visto que animais que apresentam grande capacidade aeróbica geralmente apresentam baixas elevações das concentrações de lactato em resposta ao exercício ou possuem uma taxa de metabolização mais rápida e eficiente (VALBERG, 2008).

Alguns autores tem avaliado as concentrações de lactato após o exercício em cavalos QM, como Bueno et al. (2012), que relataram, após prova de Três Tambores, valor basal de lactato de $0,77 \pm 0,29$ mmol/L e pós exercício de $14,76 \pm 1,48$ mmol/L e Caiado et al. (2011), que avaliaram animais Quarto de Milha e mestiços após prova de laço em dupla, com mais de um ano de treinamento, e encontraram valores de $0,49 \pm 0,24$ mmol/L durante o repouso e $9,86 \pm 2,09$ após o exercício.

Além das concentrações de lactato, o condicionamento físico, a intensidade e a duração do exercício possuem efeito direto também sobre a atividade sérica de algumas enzimas musculares, como a creatina quinase (CK), a aspartato aminotransferase (AST) e a lactato desidrogenase (LDH) (THOMASSIAN et al., 2007)

Em cavalos saudáveis, as alterações na atividade sérica de CK devido ao exercício podem estar relacionadas à intensidade e duração do exercício, bem como ao condicionamento físico do animal (HARRIS et al., 1998; OVERGAARD et al., 2004). Alguns autores relatam o aumento da atividade de CK à medida que se intensifica o exercício (MIRANDA et al., 2011; SANTOS & GONZALES, 2006). Em outros estudos foi possível verificar que a atividade sérica de CK diminui à medida que os animais completavam maiores períodos de treinamento, sugerindo sua relação com o condicionamento físico (BALARIN et al., 2005; FRANCISCATO et al., 2006; LÖFSTEDT & COLLATOS, 1997)

Em relação à AST, assim como a CK, alterações na sua atividade após o exercício pode ser influenciado pela fase de treinamento, tipo de exercício e condicionamento físico (CÂMARA & SILVA et al., 2007). Em alterações musculares é recomendado a mensuração da atividade das duas enzimas em conjunto, já que, assim como a CK, a AST pode existir em outros tecidos, como o fígado (GONZÁLES; SILVA, 2003; LEHNINGER et al., 2013). Em estudos realizados com equinos QM, foram encontrados valores para a atividade sérica de AST de 208, 58 UI/L, no repouso e de 231, 20 UI/L após o exercício, em equinos submetidos à prova de “team penning” (MIRANDA et al., 2011) e de $189,1 \pm 43,6$ UI/L no repouso e $173,1 \pm 33,5$ UI/L após a prova de laço em dupla, sugerindo, este último, que não houve influência do exercício sobre a atividade sérica de AST. Já em um estudo com equinos finalistas de provas de enduro, foram encontrados valor basal da atividade séricas de AST de 313,91UI/L e, após o exercício, de 455,17UI/L (SALES et al., 2013), confirmando a relação da sua atividade com o tipo e intensidade de exercício imposto.

A LDH diretamente relacionada com a produção de lactato, pois ela é responsável por catalisar a redução de piruvato em lactato, com a oxidação concomitante de NADH para NAD⁺, pelo ramo fermentativo da via glicolítica (BOTTEON, 2012). Sendo assim, a atividade sérica dessa enzima vem sendo utilizada como marcador da atividade anaeróbica, a qual aumenta em exercícios de alta intensidade e de curta duração (KOWAL et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2011). A raça do animal, o tipo de treinamento físico, tipo de trabalho, intensidade e duração também influenciam nas concentrações séricas de LDH (MUÑOZ et al., 1998).

Outros parâmetros importantes e muito utilizados na observação do desempenho fisiológico do cavalo atleta são os parâmetros físicos de frequência cardíaca (FC) e frequência respiratória (FR). A frequência cardíaca é um importante parâmetro de monitoramento de desempenho atlético de equinos, sendo amplamente estudada no campo da medicina esportiva equina (EVANS, 2000), com a vantagem da praticidade de sua mensuração, podendo ser facilmente aplicada mesmo em estudos a campo (OLIVEIRA et al., 2014). Em resposta ao exercício, o sistema cardiovascular aumenta a frequência cardíaca com o objetivo de melhorar a disponibilização de oxigênio e energia para o tecido muscular (LINDNER & BOFFI, 2006). Da mesma forma, ocorre o aumento da frequência respiratória, a fim de suprir as trocas gasosas e ajudar na dissipação do calor (AINSWORTH, 2004). Esta resposta aguda do organismo em busca de adaptar suas funções faz com que a mensuração desses parâmetros seja muito utilizada, em associação com outras variáveis, para avaliar o condicionamento físico do animal (CARVALHO FILHO et al., 2012; POOLE e ERICKSON, 2008). Além disso, o rápido retorno destes parâmetros aos seus valores basais, indica que o animal está bem condicionado e foi submetido a um bom programa de treinamento (KRUMRYCH, 2006). A mensuração destes parâmetros é muito utilizada em associação a outras variáveis, devido à rápida resposta do organismo à alteração destes parâmetros afim de buscar adaptações, possibilitando a

avaliação do condicionamento físico do animal (CARVALHO FILHO et al., 2012).

Além de parâmetros físicos, parâmetros hematológicos também são amplamente utilizados na medicina equina esportiva, tanto para avaliação da influência do exercício e do condicionamento físico dos animais, quanto para garantir a sua saúde e diagnosticar problemas sistêmicos que possam afetar a performance atlética dos animais. A utilização rotineira de parâmetros hematológicos durante o esforço físico pode proporcionar um mecanismo eficaz para a avaliação das possíveis anormalidades que possam provocar baixo desempenho e alterações na saúde dos eqüinos (FALASCHINI e TROMBETA, 2001). Além disso, a avaliação hematológica de eqüinos em repouso tem sido objeto de estudo visando estabelecer uma relação com treinamento ou capacidade atlética (PADALINO et al., 2005). As alterações hematológicas que ocorrem frente ao exercício, geralmente, estão relacionadas à liberação de catecolaminas em resposta ao exercício, que causa contração esplênica e, conseqüentemente, alteração de variáveis como contagem total de hemácias e número total de linfócitos, após o exercício. Outras alterações eritrocitárias e leucocitárias, como aumento no volume globular e no número de neutrófilos estão relacionadas a fatores como hemoconcentração, por troca de fluidos intercompartimentais ou por perda de líquidos associado à sudorese, e a secreção de cortisol em resposta ao exercício, respectivamente. (KRUMRYCH, 2006; MCKEEVER, 2004; SATUÉ et al., 2012; ZOBBA et al., 2012)

Diante do exposto e, tendo em vista a necessidade de maiores informação sobre os parâmetros ligados à fisiologia do exercício de equinos submetidos a provas de alta intensidade e curta duração e a importância da elaboração de formas mais adequadas de treinamento, melhorando assim o condicionamento físico e o desempenho atlético desses animais, já que, embora já tenham sido realizados vários estudos sobre treinamento, poucos são os estudos que compararam diferentes métodos de treinamento (MARLIN, 2015) e, além disso, poucos também são os trabalhos que envolvem equinos

Quarto de Milha usados em provas de três tambores, exercício este, de alta intensidade e curta duração (COELHO, et al., 2011; DABAREINER et al., 2005, LÉGUILLETTE et al., 2016, PATELLI et al., 2016; SILVA et al., 2013).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar as alterações nas concentrações de lactato plasmático, na atividade séricas de creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH), bem como as alterações dos parâmetros físicos vitais de FC e FR e hematológicas ocorridas em cavalos atletas submetidos a exercício físico de alta intensidade e curta duração, fazendo uma comparação entre animais que recebem treinamento esporadicamente (até 2 dias por semana) e animais que treinam regularmente (5 dias por semana), com a hipótese de que os animais treinados esporadicamente teriam um menor condicionamento físico.

REFERÊNCIAS

ABQM – Associação Brasileira do Cavalo Quarto de Milha. 2011. Disponível em: <http://www.portalabqm.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=233%3Aquarto-de-milha-no-brasil&catid=28%3Aa-raca&Itemid=3>.

Acesso em: 10 fev 2013.

ABQM – Associação Brasileira do Cavalo Quarto de Milha. 2012. Disponível em: <<http://189.21.0.250/intranet/Estatisticas/Estados/index.asp>>. Acesso em: 22 dez. 2013.

ABQM – Associação Brasileira do Cavalo Quarto de Milha. 2014. Disponível em: http://abqm.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=219&Itemid=3. Acesso em 08 mar 2016.

AINSWORTH, D.M. Lower arway function: responses to exercises and training. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. Cap 28, p.599-612.

ARARIPE, M.G.A. **Detecção sorológica do Herpesvírus Equídeo (EHV-1 / EHV-4) e parâmetros hematológicos e bioquímicos de equinos utilizados em vaquejada**. 2010, 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010.

BALARIN, M.R.S.; LOPES, R.S.; KOHAYAGAWA, A.; LAPOSY, C.B. et al. Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama-glutamilttransferase e lactato desidrogenase em equinos puro sangue inglês (PSI) submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Semina, Ciências Agrárias**, v. 26, n. 2, p. 211-218, 2005.

BALOGH, N. GAAL, T. RIBICZEYNÈ, P.S., PETRI, A. Biochemical and antioxidant changes in plasma and erythrocytes of pentathlon horses before and after exercise. *Vet. Clin. Pathol.*, v. 30, n. 4, p. 214–218, 2001.

BOTTEON, P.T.L. Lactato na medicina veterinária- atualização conceitual. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 34, n. 4, p. 283-287, 2012.

BUENO, G. M.; BERNARDI, N.; DIAS, D.; GOMIDE, L. et al. Curva lactacidêmica em equinos da raça Quarto-de-milha durante a realização da prova dos três tambores. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 10, n. 1, p. 80-81, 2012.

CAIADO J.C.C.; PISSINATE G.L.; SOUZA V.R.C.; FONSECA L.A. et al. Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, p. 452-458, 2011.

CÂMARA E SILVA, I.A.; DIAS, R.V.C.; SOTO-BLANCO, B. Atividades séricas de creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase em equinos de diferentes categorias de atividade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 1, p.250-252, 2007.

CARVALHO FILHO, W. P; FONSECA, L.A.; FIGUEIRÓ, G.; SPADETO JUNIOR, O.; CARVALHO, G.V. Resposta da frequência cardíaca do cavalo na prova de três tambores. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 10, n. 1, p. 90-90, 2012.

COELHO, C.S.; LOPES, P.F.R.; PISSINATI, G.L.; RAMALHO, L.O.; SOUZA, V.R.C. Influence of physical exercise on serum electrolytes in Quarter horses submitted to team roping. **Revista brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 18, n. 1, p. 32-35, 2011.

DABAREINER, R.M.; COHEN, N.D.; CARTER, G.K.; NUNN, S.; MOYER, W. Musculoskeletal problems associated with lameness and poor performance among horses used for barrel racing: 118 cases (2000–2003) **J Am Vet Med Assoc.**, v.10, n. 227, p. 1646-1650, 2005.

DESMECHT, D.; LINDEN, A.; AMORY, H.; ART, T.; LEKEUX, P. Relationship of plasma *lactate* production to cortisol release following completion of different types of sporting events in horses. **Veterinary Research Communications**, v.20, n.4, p.371-379, 1996.

EATON, M.D. Energetics and performance. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Saunders, 1998. p. 49-62.

EVANS, D.L. **Training and fitness in athletic horses**. Report for Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC), Sydney, p.7, 2000.

FALASCHINI, A.; TROMBETTA, M.F. Modifications induced by training and diet in some exerciserelated blood parameters in young trotters. **Jounal of Equine Veterinary Science**, v. 21, p. 601-604, 2001.

FRANCISCATO, C.; LOPES, S.T.A.; VEIGA, A.P.M.; MARTINS, D.B.; EMANUELL, M. P; OLIVEIRA, L.S.S. Atividade sérica das enzimas AST, CK e GGT em cavalos Crioulos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 10, p.1561-1565, 2006.

HARRIS, P.A.; MARLIN, D.J.; GRAY, J. Plasma aspartate aminotransferase and creatine kinase activies in thoroughbred racehorses in relation to age, sex, exercise and training. **The Veterinary Journal**, v.155, p. 295-304, 1998.

HINCHCLIFF, K.W., GEOR., R.J . 2004. Integrative physiology of exercise. In: HINCHCLIFF KW, KANEPS AJ, GEOR RJ; Equine sports medicine and surgery. St Louis: Saunders, p. 3 - 8.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. v. 41, p.1-108.

JONES, E.W. Scientific training. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.25, n.7, p. 320-321, 2005.

KOWAL, R. J.; ALMOSNY, N. R. P.; CASCARDO, B.; PEIXOTO, R. S. et al. Avaliação dos valores de lactato e da atividade sérica da enzima creatina quinase em cavalos (*Equus caballus*) da raça Puro-Sangue-Inglês (PSI) submetidos a teste de esforço em esteira ergométrica. **Revista brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, n. 1, p. 13-19, 2006.

KRUMRYCH, W. Variability of clinical and haematological indices in the course of training exercise in jumping horses. **Bulletin of Veterinary Institute in Pulawy**, v.50, p. 391-396, 2006.

LÉGUILLETTE, R.; STEINMANN, M.; BOND, S.L.; STANTON, B., Tracheobronchoscopic Assessment of Exercise-Induced Pulmonary Hemorrhage and Airway Inflammation in Barrel Racing Horses, **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.30, n.4, p.1327-1332, 2016

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5. ed. São Paulo: Sarvier, 2013. p.1273.

LIMA, R.A.S.; SHIROTA, R.; BARROS, G.S.C. **Estudo do complexo do agronegócio cavalo**. Piracicaba: ESALQ/USP. 2006. 250p.

LINDNER, A.E; BOFFI, F.M. Pruebas de ejercicio. In: BOFFI, F.M. **Fisiología de ejercicio equino**. Buenos Aires: InterMédica., p.146-153, 2006.

LÖFSTEDT, J.; COLLATOS, C. Creatinekinase and aspartate aminotransferase concentrations. **The Veterinary Clinics of North American - Equine Practice**, v. 13, p. 145-68, 1997.

MARLIN, D. Has the golden age of equine exercise physiology passed and if so, have we answered all the big questions? **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 35, p. 354–360, 2015.

MCKEEVER, K.H. Body fluids and electrolytes: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. c. 38, p. 854-871.

MIRANDA, R.L.; MUNDIM, A.V.; SAQUY, A.C.S.; COSTA, A.S.; GUIMARÃES, E.C.; GONÇALVES, F.C.; CARNEIRO E SILVA, F.O. Perfil hematológico de equinos submetidos à prova de Team Penning. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n.1, p.81-86, 2011.

MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M.D.; AGÜERA, E.I.; ESCRIBANO, B.M.; CASTEJÓN, F.M. Locomotor, cardiocirculatory and metabolic adaptations to training in Andalusian and Anglo-Arabian horses. **Research in Veterinary Science**, v. 66, n.1, p.25-31, 1998.

OLIVEIRA, G.I.V.; KUHAWARA, K.C.; LAPOSY, C.B.; MELCHERT, A. Bioquímica sérica de equinos da raça puro sangue lusitano antes e após exercício. **Colloquium Agrariae**, v. 7, n. 2, p. 14-19, 2011.

OLIVEIRA, C.A.A.; AZEVEDO, J.F.; MIRANDA, A.C.T; SOUZA, B.G. Hematological and blood gas parameters' response to treadmill exercise test in eventing horses fed different protein levels. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, p. 1279–1285, 2014.

OVERGAARD, K.; FREDSTED, A.; HYLDAL, A.; INGEMANN-HANSEN, T.; GISSEL, H.; CLAUSEM, T. Effects of running distance and training on Ca²⁺ content and damage in human muscle. **Medicine e Science in Sports e Exercise**, v. 36, p. 821-829, 2004.

PADALINO, B.; FRATE, A.; TATEO, A.; SINISCALCHI, M.; QUARANTA, A. Valuation of condition athletics preparation of Standardbred trotting on straight race course trough determination of lactate, hematocrit and some physiological parameters. **Ippologia**, v. 16, p. 31-33, 2005.

PATELLI, T.H.C.; SOUZA, F.A.A.; CARDOSO, M.J.; FAGNANI, R.; SILVA, A.R.; NASCIMENTO, A.F.; Atividade sérica das enzimas creatina quinase e aspartato amino transferase em equinos submetidos a duas modalidades esportivas, **PUBVET** v.10, n.8, p.608-614, 2016

PEREIRA, M.A.A.J.S. **Avaliação da lactatemia, das concentrações séricas de creatina quinase, aspartato aminotransferase e lactato desidrogenase, parâmetros clínicos e hematológicos de equinos Quarto de Milha submetidos à prova de laço em dupla**. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, São Paulo, 2015.

PICCIONE, G.; CASELLA, S.; GIANNETTO C.; MESSINA, V.; MONTEVERDE, V.; CAOLA, G.; GUTTADAURO, S. Haematological and haematochemical

responses to training and competition in standardbred horses. **Comparative Clinical Pathology**, v. 19, p. 95–101, 2010.

POOLE, D.C.; ERICKSON, H.H. Cardiovascular function and oxygen transport: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K.W.; GEOR, R.J.; KANEPS, A.J. **Equine Exercise Physiology**. 1.ed. Philadelphia: Saunders, 2008. p. 211-245.

PÖSO, A.R. Monocarboxylate transporters and lactate metabolism in equine athletes: a review. **Acta VeterinariaScandinavica**, v.43, n.2, p. 63-74, 2002.

ROSE, R. "Programas de entrenamiento para caballos: formas de alcanzar um caballo deportivo. 4 ed. Buenos Aires: Inter-médica, 2000. p.27-29.

RIVERO, J.L.L.; HILL, E.W.; Skeletal muscle adaptations and muscle genomics of performane horses. **The Veterinary Journal**, v.209, p.5-13, 2016.

SALES, J.V.F.; DUMONT, C.B.S.; LEITE, C.R.; MORAES, J.M.; GODOY, R.F.; LIMA, E.M.M. Expressão do Mg+2, CK, AST e LDH em equinos finalistas de provas de enduro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.33, n.1, p.105-110, 2013.

SANTOS, V.P.; GONZÁLES, F.H.D. Efeito do protocolo de exercício sobre variáveis hematológicas e bioquímicas em eqüinos de salto. **Acta Scientiae Veterinarie**, v. 34, n. 2, p. 243-244, 2006.

SATUÉ, K.; HERNÁNDEZ, A.; MINOZ, A. Physiological factors in the interpretation of equine hematological profile. In: LAWRIE, C. **Hematology Science and Practice**. Croacia: Intech, 2012. p. 573-596.

SILVA, M.A.G.; GOMIDE, L.M.W; DIAS, D.P.M.; MARTINS, C.B.; ALBERNAZ, R.M.; BERNARDI, N.S.; NETO, A.Q.; NETO, J.C.L. Equilíbrio ácido-base em equinos da raça quarto de milha participantes da prova dos três tambores, **Rev. Bras. Med. Vet.**, v.35, n.2, p,188-192, 2013.

THOMASSIAN, A.; CARVALHO, F.; WATANABE, M. J.; SILVEIRA, V. F.; ALVES, A. L. G.; HUSSNI, C. A.; NICOLETTI, J. L. M. Atividades séricas da aspartato aminotransferase, creatina quinase e lactato desidrogenase de equinos submetidos ao teste padrão de exercício progressivo em esteira. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 3, p. 183-190, 2007.

VALBERG, S.J. Skeletal muscle function. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th. ed. London: Academic Press, 2008. p.459-484.

VIERA, W.S.; SOUTTO, I.M; FRADE, N.P.L; BALDANI, C.D; BOTTEON, R.C.C.M, BOTTEON, P.T.L. Perfil bioquímico e capacidade antioxidante total em cavalos de polo suplementados com selênio e vitamina-E. **Ciência Rural**, v.43, n.12, p.2268-2273. 2013.

WANDERLEY, E.K.; BEM, B.S.C.; MELO, S.K.M.; GONZALES, K.C.; MANSO, H.E.C.C.C.; FILHO, H.C.M. Hematological and Biochemical Changes in Mangalarga Marchador Horses After a Four-Beat Gait Challenge in Three Different Distances, **Journal of Equine Veterinary Science**, N.35, P.259–263, 2015

ZOBBA, R.; ARDU, M.; NICCOLINI, S.; CUBEDDU F. DIMAURO, C.; BONELLI, P.; DEDOLA, C.; VISCO, S.; PARPAGLIA, M.L.P. Physical, Hematological, and Biochemical Responses to Acute Intense Exercise in Polo Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 31, p. 542-548, 2011.

CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS VITAIS, HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DE EQUINOS QUARTO DE MILHA SUBMETIDOS À PROVA DE TRÊS TAMBORES COM DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE TREINAMENTO

RESUMO – O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes frequências de treinamento sobre o condicionamento físico de equinos através da avaliação dos parâmetros físicos vitais, hematológicos e bioquímicos após exercício físico de alta intensidade e curta duração. Amostras de sangue venoso foram obtidas de 16 equinos da raça Quarto de Milha, divididos em dois grupos: grupo de treinamento regular (GTR) e grupo de treinamento esporádico (GTE), em sete diferentes momentos: 30 minutos antes do exercício (MA), imediatamente após (MD), 30 minutos (M0,5), uma (M1), duas (M2), seis (M6) e 24 (M24) horas após o exercício. Não houve diferença estatística entre os grupos. Frente a esse resultado os equinos foram rearranjados em um grupo único, para a avaliação do condicionamento físico desses animais de uma forma geral. Além disso, foram realizados testes de correlação para observar a interdependência dessas variáveis após o exercício. Como resultado, houve um aumento significativo após o exercício das variáveis: lactato, FC, FR, He, VG, Hb, Pt, VCM, CHCM, LEUC, GRAN e LINF. No entanto todas as variáveis voltaram aos seus valores basais até 24 horas após o exercício, indicando que os equinos avaliados possuíam condicionamento físico satisfatório. Quanto às correlações, foram encontrados coeficientes de correlação forte e positivo entre as variáveis: He, VG e Hb, e entre LEUC e GRAN, em todos os momentos, entre LDH e AST no M5, AST e CK no M0 e FC e FR no M6. Foi possível concluir que não houve diferença entre o condicionamento físico dos animais treinados regularmente e esporadicamente, porém, de uma forma geral, é possível sugerir que os animais se encontravam condicionados, pelo retorno das variáveis estudadas aos valores basais dentro de 24 horas. Além disso, as

correlações demonstraram respostas de acordo com o esperado fisiologicamente.

Palavras-chave: cavalos, fisiologia do exercício, lactato, hemograma

EVALUATION OF PHYSICAL, HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF QUARTER HORSES SUBMITTED TO BARREL RACING WITH DIFFERENTE FREQUENCY OF TRAINING

ABSTRACT – The objective was to evaluate the influence of different frequencies of training on the fitness of horses through the assessment of phisycal, hematological and biochemical parameters after high intensity and short duration exercise. Venous blood samples were obtained from 16 horses of Quarter Horses, divided into two groups: regular training group (GTR) and sporadic training group (GTE) in seven different times: 30 minutes before exercise (MA) immediately after (MD), 30 minutes (M0,5), one (M1), two (M2), six (M6) and 24 (M24) hours after exercise. There was no statistical difference between the groups. In view of this result the horses were rearranged into a single group, to evaluate the fitness of these animals in general. In addition, correlation tests were conducted to observe the interaction of these variables after exercise. As a result, there was a significant increase in MD of the variables lactate, HR, FR, He, VG, Hb, Pt, VCM, CHCM, LEUC, GRAN e LINF. However all variables returned to their baseline values within 24 hours after exercise, indicating that the assessed horses had satisfactory physical condition. As for the correlations, strong and positive correlations were found between the variables: He, VG and Hb and between LEUC and GRAN, at all times, between LDH and AST in the M6, AST and CK in M0 and HR and RR in M24. It was concluded that there was no difference between the fitness of animals trained regularly and sporadically, but in general, it is possible to suggest that the animals were conditioned by the return of variables to baseline within 24 hours. Furthermore, the correlations showed responses according to expected physiologically.

Keywords: exercise physiology, lactate, hematology, horse

Introdução

Sabe-se que o rebanho equino nacional é o maior da América Latina e o terceiro maior rebanho mundial, com pouco mais 5.300.000 animais, sendo que, destes, de acordo com uma estimativa realizada em 2014, cerca de 1.100.000 animais são utilizados em competições esportivas ou atividades ligadas ao lazer. Entre outras atividades ligadas à atividade equestre, o esporte vem se destacando financeiramente, movimentando valores da ordem de R\$ 5,84 bilhões e gerando 125.700 vagas diretas de emprego, o que ressalta a importância dos cuidados com esses animais (IBGE, 2013; LIMA e CINTRA, 2015).

Os estudos relacionados a fisiologia do exercício em equinos atletas, bem como de atletas de elite humanos, vem crescendo ao longo dos últimos vinte anos, se destacando como ferramenta imprescindível no monitoramento da intensidade do treinamento e no aperfeiçoamento de metodologias relacionadas à resistência, força e recuperação desses indivíduos. Estes estudos têm contribuído substancialmente com a melhoria do desempenho atlético e do bem-estar, minimizando as chances de lesão e doenças que possam retirar precocemente e definitivamente os atletas de suas competições (ALLEN et al., 2016). Outro papel importante da pesquisa em fisiologia equina é a obtenção de informações úteis sobre as características que tornam o cavalo um exímio atleta (JONES, 2005).

O desempenho de um atleta equino é determinado por inúmeros e complexos processos biológicos interdependentes. A compreensão, através da avaliação de parâmetros metabólicos, hematológicos, bioquímicos e fisiológicos e de suas relações é importante para que o cavalo seja efetivamente treinado e manejado durante a sua vida de competidor (ASSENZA et al., 2014; HINCHCLIFF & GEOR, 2004). Além disso, a realização de um treinamento adequado induz adaptações fisiológicas necessárias para que o animal possa realizar o exercício com o mínimo risco de se lesionar,

sendo, portanto, essencial para que o equino possa competir efetivamente e em segurança (HINCHCLIFF & GEOR, 2004). Nesse sentido, objetivou-se, neste estudo, avaliar o condicionamento físico de equinos Quarto de Milha, submetidos a diferentes frequências de treinamento, através da determinação de parâmetros físicos, hematológicos e bioquímicos, após a prova de Três Tambores, com a hipótese de que os animais submetidos à treinos menos frequentes teriam menor condicionamento físico.

Material e métodos

O presente experimento foi realizado em um centro de treinamento na cidade de Penápolis – SP, no período de 10 de março a 10 de abril de 2015, mediante avaliação e aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), da UNESP Campus de Araçatuba (Protocolo nº 2012-01985). Foram utilizados 16 equinos, quatro machos e 12 fêmeas, com idade média de seis anos e peso médio de 450kg, da raça Quarto de Milha em treinamento para modalidade de três tambores. Foram selecionados para o experimento equinos atletas considerados clinicamente saudáveis, mediante exame físico e hemograma prévios. Os animais eram alimentados com ração comercial peletizada para atletas (EquitageSupreme – Guabi®), feno de Tifton 85 (Cynodondactylon - USDA Agricultural Research Station – Georgia, 1992) e água à vontade.

Os 16 animais foram divididos em dois grupos, de acordo com a frequência de treinamento ao qual eram submetidos: grupo de treino regular (GTR) composto por oito animais, 5 fêmeas e 3 machos, que treinavam cinco dias por semana, com idade média de 6,8 anos ($\pm 2,4$), e grupo de treino esporádico (GTE) composto por oito animais, 7 fêmeas e 1 macho, com idade média de 4,4 anos ($\pm 1,8$), os quais treinavam até dois dias por semana. Todos os animais eram submetidos ao mesmo tipo de exercício, de mesma intensidade.

O protocolo de treinamento utilizado neste centro de treinamento, era aquecer os animais em pista de areia, por em média 30 minutos, em seguida, os animais eram submetidos a algumas passadas no tambor, no mínimo uma, no máximo quatro de acordo com acertos e erros cometidos pelo animal, em seguida alguns movimentos de flexão de cabeça, costelas e movimento de membros.

Para a coleta de dados, os animais foram submetidos uma única vez ao exercício de três tambores, na qual o conjunto, animal e cavaleiro, devem percorrer um percurso pré-determinado, contornando adequadamente os três tambores dispostos na pista, no menor tempo possível. Antes da realização do experimento, todos os animais foram mantidos em repouso por, pelo menos, 24 horas e passaram por um período de aquecimento antes do exercício de, aproximadamente, 20 minutos, divididos em cinco minutos de atividade ao passo, 10 minutos ao trote e cinco minutos de galope, em um percurso circular de cerca de 10 metros de diâmetro. Todos os animais foram aquecidos e conduzidos durante o exercício dos três tambores pelo mesmo cavaleiro.

As coletas foram realizadas em sete momentos: 30 minutos antes do aquecimento (MA), imediatamente após a prova (MD), 30 minutos (M0,5), uma (M1), duas (M2), seis (M6) e 24 horas (M24) após a atividade.

As frequência cardíaca (FC) e respiratória (FR) foram aferidas em todos os momentos experimentais pré-determinados, com a ajuda de um estetoscópio, e os dados foram anotados em fichas individuais.

A determinação das concentrações séricas de lactato foi realizada imediatamente após cada colheita, com sangue total, por meio do analisador clínico portátil (Accutrend® Plus, Roche Diagnostics, EUA) utilizando-se fitas específicas (Accusport® BM-Lactate, Roche Diagnostics, EUA) seguindo as instruções do fabricante. Para as avaliações hematológicas, foram colhidas amostras de 5ml de sangue pelo sistema de vácuo BD Vacutainer® (BD Vacutainer®, Nova Jersey, EUA) em frascos de vidro siliconizados contendo ácido etileno-diaminotetraacético (EDTA) e para as avaliações bioquímicas do soro foram utilizados tubos sem anticoagulante. As amostras de sangue, após

a realização da determinação das concentrações de lactato, eram identificadas e armazenadas em caixa isotérmica com gelo reciclável, para que fossem conservadas e transportadas até o laboratório, onde foram processadas.

O exame hematológico foi realizado assim que as amostras chegaram ao laboratório, em analisador hematológico automático veterinário (BC-2800Vet®, Mindray, Shenzhen, China), obtendo-se resultados para contagem total de hemácias (He), concentração de hemoglobina (Hb), volume globular (VG), volume corpuscular médio (VCM), concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM), leucócitos totais (LEUC), granulócitos (GRAN), linfócitos (LINF) e monócitos (MON).

Para a determinação da proteína plasmática total (Pt), as amostras foram centrifugadas para a obtenção do plasma e posteriormente analisadas por meio de refratometria manual.

Para a determinação da atividade das enzimas creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH), os tubos sem anticoagulante foram centrifugados a 3000 rpm, por 20 minutos, para obtenção do soro, assim que chegaram ao laboratório. Em seguida, o soro obtido das amostras foi devidamente identificado e armazenado em tubos Ependorf® para posterior análise, que foi realizada em analisador bioquímico semi-automático (TP-Analyzer Basic®, Thermoplate, China), em comprimento de onda de 340nm, por meio de kits bioquímicos humanos, específicos para cada enzima (CK – NAC Liquiform, AST/GOT Liquiform, LDH Liquiform, Labtest®, Brasil), seguindo as recomendações do fabricante.

Os dados foram submetidos à análise de variância com medidas repetidas para comparação entre grupos e momentos, seguido da comparação das médias pelo teste de comparações múltiplas de Tukey no nível de significância de 5%. Os dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias, pré-requisitos necessários para a análise de variância. As diferenças foram consideradas significativas quando $P < 0,05$ e as análises foram efetuadas empregando-se o programa SAS (Statistical Analysis System) (SAS Institute Inc. The SAS System, release 9.3. SAS

Institute Inc., EUA, 2014). Para os dados do grupo único de 16 animais, foi utilizada Análise de Variância, para a comparação entre os momentos. Para o teste de correlação os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk. Aqueles que seguiram distribuição normal foram tratados pelo método de correlação de Pearson, os que não se encaixaram neste foram tratados através do teste de correlação de Spearman, correlacionando-se assim as variáveis entre os momentos. Os resultados obtidos foram selecionados a partir de $p < 0,05$ para rejeitar a hipótese de nulidade e coeficiente de correlação $r > 0,70$. Todos os dados obtidos foram analisados por meio do *software* BioEstat® 5.3 (Instituto Mamirauá, Tefé, AM).

Resultados e Discussão

Não foram observadas diferenças estatísticas entre os grupos. Alguns autores, como Gehlen et al. (2009) demonstraram que animais condicionados e não condicionado possuem parâmetros fisiológicos diferentes, principalmente relacionados à concentração de lactato, à FC e FR e às enzimas musculares, com parâmetros mais elevados ou com um retorno mais lento aos valores basais em animais não condicionados. A falta de diferenças entre os grupos encontrada no presente estudo sugere, portanto, que tanto os animais que treinavam mais vezes por semana, quanto os animais que treinavam menos, possuíam condicionamento físico semelhante, diferindo da hipótese apresentada.

Frente a não observância de diferença estatística entre os grupos, os animais foram rearranjados e colocados em um único grupo, para análise do condicionamento físico desses equinos de uma forma geral, realizando a comparação entre os momentos das variáveis estudadas. A partir desta análise foram observados aumentos significativos em diversas variáveis após o exercício e o seu comportamento dentro das 24 horas estudadas no experimento. Tais alterações serão demonstradas a seguir.

A concentração de lactato plasmático sofreu alteração em relação ao exercício, sendo possível observar aumento significativo das concentrações imediatamente após a realização da prova (MD) (Tabela 1). Este aumento de lactato observado após o exercício é normal e resulta da produção de energia através da glicólise anaeróbica, que se trata de uma via de produção de ATP sem utilização de oxigênio, mas que pode ocorrer na presença de oxigênio, onde ocorre uma formação rápida de ATP, com produção do lactato (VIERA et al., 2013). Com o incremento da intensidade do exercício, grande parte da energia passa a ser gerada através da glicólise anaeróbica. Sendo assim, quanto maior a intensidade do exercício, maior a quantidade de lactato produzido (DESMECHT et al., 1996; EATON, 1988). Aumento nas concentrações de lactato após o exercício, com valores semelhantes ao encontrado no presente trabalho, também foram relatados por outros autores em equinos Quarto de Milha após provas de três tambores, laço em dupla e vaquejada (BUENO et al., 2012; CAIADO et al., 2011; LOPES et al., 2009).

Assim como as concentrações máximas de lactato após o exercício, o tempo de retorno do lactato aos valores basais também pode indicar o efeito do treinamento no condicionamento físico dos animais. De acordo com Valberg (2008) animais bem condicionados possuem uma taxa de metabolização mais rápida e eficiente de lactato, evitando assim o aparecimento de fadiga muscular devido ao acúmulo do mesmo na musculatura. No presente estudo, apesar do aumento após o exercício, as concentrações de lactato retornaram ao valor basal cerca de duas horas (M2) após a realização da prova (Tabela 1), o que pode indicar que houve um efeito positivo do treinamento sobre o condicionamento físico desses animais e que estes estão aptos e condicionados para a realização do exercício imposto (ASSENZA et al., 2014; SANTIAGO et al., 2013).

Tabela 1 - Concentração de lactato e atividade das enzimas lactatodesidrogenase, aspartato aminotransferase e creatina quinase de 16 equinos, com peso médio de 450 ± 10 kg, $5,4 \pm 2$ anos, submetidos à prova de três tambores, nos momentos antes e após o exercício.

Variáveis	MA	MD	M0,5	M1	M2	M6	M24
LACTATO	1.3 $\pm$ 0.4b	14.7 $\pm$ 2.9a	8.8 $\pm$ 3.2d	4.8 $\pm$ 2c	2.3 $\pm$ 0.8b	2.1 $\pm$ 0.6b	1.8 $\pm$ 0.9b
LDH	697.1 $\pm$ 189.8a	705.9 $\pm$ 180.7a	683.0 $\pm$ 135.2a	676.3 $\pm$ 179.1a	633.8 $\pm$ 145.8ac	594.6 $\pm$ 96bc	520.4 $\pm$ 152.8b
AST	334.1 $\pm$ 79.9a	333.9 $\pm$ 77.1a	335.5 $\pm$ 68.4a	320.2 $\pm$ 59.5a	334.9 $\pm$ 78.6a	332.6 $\pm$ 86.2a	337.1 $\pm$ 79.6a
CK	352.8 $\pm$ 280.8a	352.3 $\pm$ 194.5a	321.3 $\pm$ 177.8a	324.1 $\pm$ 197.8a	322.6 $\pm$ 219.9a	288.5 $\pm$ 144.4a	265.2 $\pm$ 172.5a

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença significativa entre os momentos ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey. M0 (repouso, 30 minutos antes da prova), M1 (imediatamente após a prova), M2 (30 minutos após a prova), M3 (uma hora após a prova), M4 (duas horas após a prova), M5 (seis horas após a prova) e M6 (24 horas após a prova).

Quanto à atividade das enzimas musculares, AST e CK não demonstraram alterações após o exercício, como pode ser observado na Tabela 1. Em cavalos considerados saudáveis, alterações nas atividades séricas de CK e AST podem estar relacionadas ao condicionamento físico dos animais (HARRIS et al., 1998; KOWAL et al., 2006; OVERGAARD et al., 2004), como foi relatado por Rudolph et al. (1993), Löfstedt e Collatos (1997) e Balarin et al. (2005), que obtiveram diminuição progressiva da concentração sérica de CK e AST à medida que aumentava o período de treinamento e, por consequência, o condicionamento físico dos animais. Além disso, Franciscato et al. (2006) ainda ressaltam que um aumento não acentuado ou a não observação de aumento das atividades das enzimas musculares após a atividade física pode ser esperado nos casos em que os animais estejam condicionados fisicamente e adaptados ao programa de treinamento e exercício ao qual são submetidos.

Diferente de CK e AST, a atividade sérica de LDH sofreu alterações após o exercício, tendo seus valores diminuídos progressivamente a partir do M0,5 e apresentando seu menor valor no M6 (Tabela 1). A LDH é uma enzima citoplasmática que está envolvida na produção do lactato, catalisando a redução de piruvato em lactato, com a oxidação concomitante de NADH para NAD⁺, pelo ramo fermentativo da via glicolítica (BOTTEON, 2012). Sendo assim, a sua diminuição progressiva provavelmente está ligada ao metabolismo do lactato, que, após o seu pico que ocorre imediatamente depois do exercício, deixa de ser produzido e começa o seu processo de metabolização.

O fato da atividade de todas as enzimas terem retornado aos valores basais 24 horas após o estímulo do esforço físico leva-nos a concluir que os animais possuíam condicionamento físico adequado para esta modalidade de esporte, como descrito por Balarin et al. (2005) e Gama et al. (2013).

Quanto às alterações físicas observadas neste estudo, estas foram indicativas de uma resposta fisiológica aguda ao exercício intenso, uma vez que foram observadas diferenças significativas entre os MA e MD tanto em relação à FC quanto à FR (Tabela 2). A frequência cardíaca é um importante parâmetro para a observação do desempenho fisiológico do cavalo atleta, sendo amplamente estudada no campo da medicina esportiva equina (EVANS, 2000), com a vantagem da praticidade de sua mensuração, podendo ser facilmente aplicada mesmo em estudos a campo (OLIVEIRA et al., 2014). Em resposta ao exercício, o sistema cardiovascular aumenta a frequência cardíaca com o objetivo de melhorar a disponibilização de oxigênio e energia para o tecido muscular (LINDNER E BOFFI, 2006). Da mesma forma, ocorre o aumento da frequência respiratória, a fim de suprir as trocas gasosas e ajudar na dissipação do calor (AINSWORTH, 2004). Esta resposta aguda do organismo em busca de adaptar suas funções faz com que a mensuração desses parâmetros seja muito utilizada, em associação com outras variáveis, para avaliar o condicionamento físico do animal (CARVALHO FILHO et al., 2012; POOLE e ERICKSON, 2008). Além disso, o rápido retorno destes parâmetros aos seus valores basais, como foi observado no presente estudo, com as frequências se reestabelecendo até uma hora depois do exercício (Tabela 2), indica que o animal está bem condicionado e foi submetido a um bom programa de treinamento (KRUMRYCH, 2006).

Tabela 2 - Frequência cardíaca e frequência respiratória de 16 equinos , com peso médio de 450 ± 10 kg, $5,4 \pm 2$ anos, submetidos à prova de três tambores, nos momentos antes e após o exercício, ANOVA análise comparativa entre momentos.

Variáveis	MA	MD	M0,5	M1	M2	M6	M24
FC (bpm)	39.7±9.4b	94.6±16.9a	59.4±9.6c	47.4±8.2b	39.6±9.7b	43.3±7.3b	38.9±4.6b
FR (mpm)	17.6±4.7b	65±29.5a	36.6±15c	27.7±8.9bc	21.3±5.5b	23.2±5.8b	17.6±7.3b

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença significativa entre os momentos ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey. M0 (repouso, 30 minutos antes da prova), M1 (imediatamente após a prova), M2 (30 minutos após a prova), M3 (uma hora após a prova), M4 (duas horas após a prova), M5 (seis horas após a prova) e M6 (24 horas após a prova).

Ao exame do eritrograma foi observada diferença estatística ($p < 0,05$) das variáveis He, VG, Hb, Pt, VCM e CHCM, entre MA e MD, sendo possível observar que as variáveis atingiram valor máximo em MD (logo após o exercício), com exceção da CHCM, que foi diferente do MA por ser menor em MD. As médias e desvio padrão destas variáveis estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3 - Médias e desvios-padrão do número total de hemácias, volume globular, hemoglobina, plaquetas, proteína plasmática total, volume corpuscular médio, concentração de hemoglobina corpuscular média de 16 equinos , com peso médio de 450 ± 10 kg, $5,4 \pm 2$ anos, submetidos à prova de três tambores, nos momentos antes e após o exercício, ANOVA análise comparativa entre momentos.

Variáveis	MA	MD	M0,5	M1	M2	M6	M24
He $\times 10^{12}/\mu\text{l}$	8±1,1bc	10,2±8,4a	8,4±1,1c	8±0,98bc	7,6±0,9b	8,2±1,0 c	8,1±1bc
VG (%)	37,5±5,2bc	49,2±4,4a	39,7±4,2c	37,6±4,05bc	35,3±4 b	38,2±4,1 bc	38,4±4,6c
Hb (g/dL)	12,6±1,6b	16,2±1,4a	13,2±1,4c	12,5±1,3bc	11,9±1,2 b	12,9±1,3 c	13,2±1,2c
Pt (g/dL)	6,4±0,3c	6,8±0,4a	6,3±0,2bc	6,4±0,2bc	6,3±0,3bc	6,3±0,2bc	6,2±0,3b
VCM (fL)	47,2±3,6bc	48,5±3,7a	47,3±3,6c	47,3±3,8bc	46,8±3,6b	46,6±3,3b	47,6±3,4c
CHCM (%)	33,7±1,1c	32,9±1,1b	33,3±0,9bc	33,3±0,9bc	33,6±0,8c	33,7±0,8bc	34,8±0,8a

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença significativa entre os momentos ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey. M0 (repouso, 30 minutos antes da prova), M1 (imediatamente após a prova), M2 (30 minutos após a prova), M3 (uma hora após a prova), M4 (duas horas após a prova), M5 (seis horas após a prova) e M6 (24 horas após a prova).

O aumento das variáveis He, VG, Hb e VCM, após o exercício, pode ser atribuído à liberação de catecolaminas e consequente contração esplênica ocorrida em resposta ao exercício, que tem o objetivo principal de manter as concentrações adequadas de oxigênio nos tecidos, principalmente muscular, diante do exercício de alta intensidade, gerando aumento na capacidade aeróbica do animal, resultando em melhor desempenho atlético (MCGOWAN, 2008; MUÑOZ et al., 1998). Alterações nessas variáveis após o exercício também podem ser relacionadas à hemoconcentração, por troca transitória de

fluidos intercompartimentais ou pela perda de líquidos através da sudorese (SNOW et al., 1983), o que justificaria o aumento da Pt. Entretanto, é mais comum a ocorrência de hemoconcentração em exercícios de longa duração, como em provas de enduro, onde a sudorese ocorre por mais tempo e pode se tornar intensa (SATUÉ et al., 2012).

Em relação ao leucograma, foi possível observar aumento no número de linfócitos (LINF) imediatamente após o exercício (MD), diferindo significativamente do valor encontrado no repouso (MA) (Tabela 4). Tal alteração se deve à esplenocontração que ocorre em consequência da liberação de catecolaminas em resposta ao exercício, fazendo com que o baço libere não só eritrócitos na circulação, mas também linfócitos (SANTOS e GÓNZALES, 2006). Como o baço é um importante produtor de linfócitos, o aumento na circulação, imediatamente após o exercício, é proporcionalmente maior relacionado aos linfócitos do que a outros tipos de leucócitos (ZOBBA et al., 2011). No entanto, aumento significativo no número total de leucócitos (LEUC) só foi observado no M2, refletindo o aumento do número de granulócitos que vinha ocorrendo progressivamente desde o M1 (Tabela 4). Diferente do aumento no número de linfócitos que ocorre rapidamente após o exercício, devido à ação das catecolaminas, que são imediatamente liberadas na circulação em resposta ao exercício, o aumento no número de granulócitos ocorre de forma mais tardia, já que a sua liberação para a corrente sanguínea está relacionada com a secreção de hormônios, como o cortisol, que possui pico de ação máxima de 20 a 30 minutos após o exercício e se mantém elevado por um período maior de tempo, o que pode fazer com que o número de neutrófilos se mantenha aumentado até várias horas depois do exercício (KRINSKI et al., 2010; SANTOS & GÓNZALES, 2006). Da mesma forma, alterações leucocitárias foram relatadas em equinos Quarto de milha submetidos à modalidade de rédeas e team penning (KÄSTNER et al., 1999, MIRANDA et al., 2011), contudo os valores destes parâmetros permaneceram dentro dos limites fisiológicos antes e após o exercício, o que também foi observado no presente trabalho. A ausência de diferença estatística entre os

momentos MA e M24, observada em todas as variáveis do leucograma, nos permite afirmar que os valores retornaram ao basal em até 24 horas após exercício (Tabela 4).

Tabela 4 - Leucócitos totais, granulócitos, linfócitos e monócitos de 16 equinos, com peso médio de 450 ± 10 kg, $5,4 \pm 2$ anos, submetidos à prova de três tambores, nos momentos antes e após o exercício, ANOVA análise comparativa entre momentos.

Variáveis	MA	MD	M0,5	M1	M2	M6	M24
LEU ($\times 10^9/\mu\text{L}$)	9,4 $\pm$ 1,5 b	10,5 $\pm$ 2,0 ab	9,7 $\pm$ 1,5b	10,4 $\pm$ 2,1ab	11,3 $\pm$ 2,6 a	11,5 $\pm$ 2,6 a	9,4 $\pm$ 1,5 b
GRAN ($\times 10^9/\mu\text{L}$)	5,7 $\pm$ 1,6 b	5,7 $\pm$ 1,7 b	5,8 $\pm$ 1,6 b	7,3 $\pm$ 2,3 a	8,3 $\pm$ 2,6 a	7,9 $\pm$ 2,7 a	6 $\pm$ 1,6b
LINF ($\times 10^9/\mu\text{L}$)	3,2 $\pm$ 1,2 c	4,2 $\pm$ 1,4 a	3,4 $\pm$ 1,0 c	2,7 $\pm$ 1,0 b	2,6 $\pm$ 0,7 b	3,1 $\pm$ 1,1bc	3 $\pm$ 1,1bc
MON ($\times 10^9/\mu\text{L}$)	0,4 $\pm$ 0,1 a	0,5 $\pm$ 0,1 a	0,5 $\pm$ 0,1 a	0,5 $\pm$ 0,1 a	0,5 $\pm$ 0,1 a	0,4 $\pm$ 0,1 a	0,4 $\pm$ 0,12 a

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença significativa entre os momentos ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey. M0 (repouso, 30 minutos antes da prova), M1 (imediatamente após a prova), M2 (30 minutos após a prova), M3 (uma hora após a prova), M4 (duas horas após a prova), M5 (seis horas após a prova) e M6 (24 horas após a prova).

Os resultados obtidos a partir do teste de correlação entre as variáveis leucócitos totais (LEU), linfócitos (LINF), monócitos (MON), granulócitos (GRAN), plaquetas, proteína total sérica, frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), número de hemácias (He), volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), volume globular (VG), hemoglobina (Hb), lactato, lactato desidrogenase (LDH), aspartato-aminotransferase (AST) e creatina quinase (CK), nos diferentes momentos, estão expressos na Tabela 5.

Foi possível observar correlação forte e positiva entre as variáveis: número de hemácias, volume globular e concentração de hemoglobina, em todos os momentos e este fato está relacionado, possivelmente, à contração esplênica consequente da liberação de catecolaminas à corrente sanguínea, em resposta ao exercício. Outro fator que poderia explicar tal correlação seria a hemoconcentração que se dá devido à perda de líquidos através da sudorese e às trocas de fluido intercompartimentais que ocorrem frente ao exercício, porém, a falta de correlação entre tais variáveis e a concentração de proteínas plasmáticas totais, observada no presente trabalho, sugere que tais alterações ocorreram principalmente devido à liberação de eritrócitos pelo baço (KÄSTNER et al., 1999; SANTOS; GONZÁLES, 2006). O teste de correlação

também revelou índices de correlação forte e positiva em todos os momentos entre leucócitos totais e granulócitos. Tal correlação provavelmente está relacionada ao fato de que o número de granulócitos é o maior entre os componentes leucocitários, influenciando diretamente e positivamente no número de leucócitos totais.

Os parâmetros de FC e FR apresentaram correlação forte e positiva somente no momento 24 horas após o exercício, talvez pelos desvios padrão destas variáveis se apresentarem muito diferentes numericamente, podendo ser justificado por alterações naturais desses parâmetros devido à manipulação dos animais, deixando explícita a importância de ser realizado o manejo adequado dos mesmos. Tal resultado também pode estar relacionado ao retorno dos parâmetros aos seus valores basais.

Em relação à avaliação das atividades enzimáticas, foi possível observar correlação entre AST e CK no momento de repouso e entre AST e LDH seis horas após o exercício. A correlação entre as atividades enzimáticas observada durante o repouso está, provavelmente, relacionada ao fato de que, após o exercício tais atividades sofrem alterações de formas diferentes, perdendo a correlação entre elas. Além disso, modificações ocorridas nos desvios-padrão da atividade sérica de CK podem ter influenciado também para a não ocorrência da sua correlação com AST nos demais momentos. A correlação observada entre a atividade sérica de AST e LDH pode estar relacionada à intensificação da função celular, que ocorre normalmente durante exercício ou como uma reação a lesão, que resulta em utilização aumentada de substratos, o que por sua vez causa maior permeabilidade do sarcolema, permitindo a liberação e o aumento da atividade dessas enzimas na circulação (SNOW e VALBERG, 1994). Além disso, tal ocorrência também pode ser atribuída a semelhança entre elas quanto ao tempo de meia-vida e ao pico de atividade enzimática.

Das avaliações realizadas no presente trabalho, as concentrações séricas de lactato não apresentaram correlação forte e positiva com nenhuma das outras variáveis, diferente do trabalho realizado por Zobba et al. (2011),

com equinos após competição de polo, que observaram correlação forte e positiva entre o lactato, FC, TPC (tempo de perfusão capilar), número total de hemácias, hemoglobina e VG e atribuíram tal resultado a relação que existe entre essas variáveis e o consumo de oxigênio durante o exercício.

Tabela 5 - Correlação forte e positiva das variáveis estudadas de 16 equinos, com peso médio de 450 ± 10 kg, $5,4 \pm 2$ anos, submetidos à prova de três tambores, nos momentos antes e após o exercício.

Variáveis	MA		MD		M0,5		M1		M2		M6		M24	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
He/VG	0.85	< 0.0001	0.71	0.0019	0.79	0.0002	0.76	0.0006	0.77	0.0004	0.82	< 0.0001	0.80	0.0002
He/Hb	0.85	< 0.0001	0.74	0.0011	0.83	< 0.0001	0.80	0.0002	0.77	0.0005	0.81	0.0002	0.84	< 0.0001
VG/Hb	0.97	< 0.0001	0.93	< 0.0001	0.97	< 0.0001	0.97	< 0.0001	0.98	< 0.0001	0.98	< 0.0001	0.79	0.0003
LEU/GRAN	0.7	0.0049	0.7	0.0029	0.76	0.0006	0.90	< 0.0001	0.96	< 0.0001	0.92	< 0.0001	0.71	0.0022
LEU/MON			0.78	0.0004	0.81	0.0001			0.80	0.0002				
LINF/MON													0.79	0.0003
MON/GRAN									0.77	0.0005				
LDH/AST											0.79	0.0002		
AST/CK	0.90	< 0.0001												
FC/FR													0.85	< 0.0001

**Para o teste de correlação foram aceitos: coeficiente de correlação $r > 0,70$; correlação média ou forte e $p < 0,05$.

Conclusão

A realização deste trabalho permitiu concluir que os animais treinados regularmente e os animais treinados esporadicamente possuíam o mesmo condicionamento físico quando submetidos a somente uma passada nos três tambores, este resultado também pode estar relacionado ao tempo em que estes animais estão sendo treinados, diferindo da hipótese apresentada, que sugeria que os animais treinados com menos frequência teriam menor condicionamento físico.

A partir da análise do condicionamento físico dos animais de uma forma geral, incluindo todos em um mesmo grupo para a avaliação, foi possível concluir, levando em consideração, principalmente, o retorno de todas as variáveis aos seus valores basais dentro de 24 horas, que todos os animais

possuem condicionamento físico satisfatório e estão aptos para a realização do exercício ao qual são submetidos.

Em relação às correlações, estas mostraram que as variáveis estudadas apresentaram respostas de acordo com o esperado fisiologicamente e que estão principalmente relacionadas às funções que devem exercer para o adequado funcionamento do organismo do animal frente ao exercício.

No entanto são necessários novos estudos para melhor avaliação das interpretações das variáveis e conhecimento sobre condicionamento físico de equinos submetidos a provas de três tambores.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro. Processo 2014/09362-5.

REFERÊNCIAS

AINSWORTH, D.M. Lower airway function: responses to exercises and training. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. Cap 28, p.599-612.

ALLEN, K.J.; WESTERGREN, E.E.; FRANKLIN, S.H. Exercise testing in the equine athlete. *Equine Vet. Educ.* v.28, n.2, p. 89-98. 2016.

ASSENZA, A.; BERGERO, D.; CONGIU, F.; TOSTO, F.; GIANETTO, C. PICCIONE, G. Evaluation of Serum Electrolytes and Blood Lactate Concentration During Repeated Maximal Exercise in Horse. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, p. 1175–1180, 2014.

BALARIN, M.R.S.; LOPES, R.S.; KOHAYAGAWA, A.; LAPOSY, C.B.; FONTEQUE, J.H. Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama-glutamilttransferase e lactato desidrogenase em equinos puro sangue inglês (PSI) submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Semina, Ciências Agrárias**, v. 26, n. 2, p. 211-218, 2005.

BOTTEON, P.T.L. Lactato na medicina veterinária- atualização conceitual. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 34, n. 4, p. 283-287, 2012.

BUENO, G. M.; BERNARDI, N.; DIAS, D.; GOMIDE, L. et al. Curva lactacidêmica em equinos da raça Quarto-de-milha durante a realização da prova dos três tambores. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 10, n. 1, p. 80-81, 2012.

CAIADO J.C.C.; PISSINATE G.L.; SOUZA V.R.C.; FONSECA, L.A.; COELHO, C.S. Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, p. 452-458, 2011.

CARVALHO FILHO, W. P; FONSECA, L.A.; FIGUEIRÓ, G.; SPADETO JUNIOR, O.; CARVALHO, G.V. Resposta da frequência cardíaca do cavalo na prova de três tambores. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 10, n. 1, p. 90-90, 2012.

DESMECHT, D.; LINDEN, A.; AMORY, H.; ART, T.; LEKEUX, P. Relationship of plasma *lactate* production to cortisol release following completion of different types of sporting events in horses. **Veterinary Research Communications**, v.20, n.4, p.371-379, 1996.

EATON, M.D. Energetics and performance. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Saunders, 1994. p. 49-62.

EVANS, D.L. **Training and fitness in athletic horses**. Sydney: RIRDC, 2000, p.7.

FRANCISCATO, C.; LOPES, S.T.A.; VEIGA, A.P.M.; MARTINS, D.B.; EMANUELL, M.P.; OLIVEIRA, L.S.S. Atividade sérica das enzimas AST, CK e GGT em cavalos Crioulos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 10, p.1561-1565, 2006.

GAMA, J.; SOUZA, M.; PEREIRA NETO, E.; SOUZA, V.R.C.; COELHO, C.S. Concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase e concentrações plasmáticas de lactato em equinos da raça Mangalarga Marchador após exercício físico. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 49, n. 6, p. 480-486, 2013.

GEHLEN, H.; MARNETTE, S.; ROHN, K.; ELLENDORF, F.; STADLER, P. Echocardiographic comparison of left ventricular dimensions and function after standardized treadmill exercise in trained and untrained healthy warmblood horses. **Equine Comparative Exercise Physiology**, v.3, p.3-11, 2009.

HARRIS, P.A.; MARLIN, D.J.; GRAY, J. Plasma aspartate aminotransferase and creatine kinase activities in thoroughbred racehorses in relation to age, sex, exercise and training. **The Veterinary Journal**, v.155, p. 295-304, 1998.

HINCHCLIFF, K.W.; GEOR, R.J. Integrative physiology of exercise. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. Equine sports medicine and surgery. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. c.1, p. 3-8.

IBGE. 2013. Produção da Pecuária Municipal 2013. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013, v.41, p.108.

JONES, E.W. Scientific training. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.25, n.7, p. 320-321, 2005.

KANEPS, A.J. **Equine Exercise Physiology**. 1.ed. Philadelphia: Saunders, 2008. p. 211-245.

KÄSTNER, S.B.R.; FEIGE, K.; WEISHAUPT, M.A.; AUER, J.A. Quarter horses to a reining competition. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 19, n. 2, p. 127-131, 1999.

KOWAL, R. J.; ALMOSNY, N. R. P.; CASCARDO, B.; SUMMA, R.P.; CURY, L.J. Avaliação dos valores de lactato e da atividade sérica da enzima creatina quinase em cavalos (*Equus caballus*) da raça Puro-Sangue-Inglês (PSI) submetidos a teste de esforço em esteira ergométrica. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, n. 1, p. 13-19, 2006.

KRINSKI, K.; ELSANGEDY, H. M.; COLOMBO, H. et al. Efeitos do exercício físico no sistema imunológico. **Revista Brasileira de Medicina**, São Paulo, v.67, n.7, 2010.

KRUMRYCH, W. Variability of clinical and haematological indices in the course of training exercise in jumping horses. **Bulletin of Veterinary Institute in Pulawy**, v.50, p. 391-396, 2006.

LIMA, R.A.S.; CINTRA, A.G. **Revisão do estudo do complexo do agronegócio do cavalo**. Brasília: Câmara de Equideocultura do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2015. 52p.

LINDNER, A.E; BOFFI, F.M. Pruebas de ejercicio. In: BOFFI, F.M. **Fisiología del ejercicio equino**. Buenos Aires: InterMédica, 2006 p.146-153.

LÖFSTEDT, J.; COLLATOS, C. Creatinekinase and aspartate aminotransferase concentrations. **The Veterinary Clinics of North American - Equine Practice**, v. 13, p. 145-68, 1997.

LOPES, K. R. F., BATISTA, J. S., CUNHA DIAS, R. V. & SOTO-BLANCO, B. Influência das competições de vaquejada sobre os parâmetros indicadores de estresse em equinos. **Ciência Animal Brasileira** v.10, p.538-543, 2009.

MCGOWAN, C. Clinical pathology in the racing horse: the role of clinical pathology in assessing fitness and performance in the racehorse. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**. v. 24, p. 405-421, 2008.

MIRANDA, R.L.; MUNDIM, A.V.; SAQUY, A.C.S.; COSTA, A.S.; GUIMARÃES, E.C.; GONÇALVES, F.C.; CARNEIRO E SILVA, F.O. Perfil hematológico de equinos submetidos à prova de Team Penning. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n.1, p.81-86, 2011.

MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M.D.; AGÜERA, E.I.; ESCRIBANO, B.M.; CASTEJÓN, F.M. Locomotor, cardiocirculatory and metabolic adaptations to training in Andalusian and Anglo-Arabian horses. **Research in Veterinary Science**, v. 66, n.1, p.25-31, 1998.

OLIVEIRA, C.A.A.; AZEVEDO, J.F.; MIRANDA, A.C.T.; SOUZA, B.G.; RAMOS, M.T.; COSTA, A.P.D.; BALDANI, C.D.; SILVA, V.P.; ALMEIDA, F.Q. Hematological and blood gas parameters' response to treadmill exercise test in eventing horses fed different protein levels. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, p. 1279–1285, 2014.

OVERGAARD, K.; FREDSTED, A.; HYLDAL, A.; INGEMANN-HANSEN, T.; GISSEL, H.; CLAUSEM, T. Effects of running distance and training on Ca²⁺ content and damage in human muscle. **Medicine e Science in Sports e Exercise**, v. 36, p. 821-829, 2004.

POOLE, D.C.; ERICKSON, H.H. Cardiovascular function and oxygen transport: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K.W.; GEOR, R.J.;

RUDOLPH, W.; GOIC, M.; MATTA, S.; SEGOVIA, P. Variación de las isoenzimas de hidrogenasa láctica posterior a um ejercicio en equinos fina sangre de carrera con diferentes períodos entrenamiento. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v. 25, p. 57-65, 1993.

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

SANTOS, V.P.; GONZÁLES, F.H.D. Efeito do protocolo de exercício sobre variáveis hematológicas e bioquímicas em eqüinos de salto. **Acta Scientiae Veterinarie**, v. 34, n. 2, p. 243-244, 2006.

SATUÉ, K.; HERNÁNDEZ, A.; MINOZ, A. Physiological factors in the interpretation of equine hematological profile. In: LAWRIE, C. **Hematology Science and Practice**. Croacia: Intech, 2012. p. 573-596.

SNOW, D.H.; RICKETTS, S.W.; MASON D.K. Haematological response to racing and training exercise in Thoroughbred horses with particular reference to the leucocyte response. **Equine Veterinary Journal**, v. 15, n.2, p. 149-154, 1983.

SNOW, D.H.; VALBERG, S.J. Muscle anatomy, physiology and adaptations to exercise and training. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The athletic horse**. Philadelphia: Saunders, 1994. p. 145-179.

VALBERG, S.J. Skeletal muscle function. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th ed. London: Academic Press, 2008. p.459-484.

VIERA, W.S.; SOUTTO, I.M; FRADE, N.P.L; et al. Perfil bioquímico e capacidade antioxidante total em cavalos de polo suplementados com selênio e vitamina-E. **Ciência Rural**, v.43, n.12, p.2268-2273. 2013.

ZOBBA, R.; ARDU, M.; NICCOLINI, S. CABEDDU, F.; DIMAURO, C.; BONELLI, P.; DEDOLA, C.; VISCO, S.; PARPAGLIA, M.L.P. Physical, Hematological, and Biochemical Responses to Acute Intense Exercise in Polo Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 31, p. 542-548, 2011.