

**UVV – CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**LACTACIDEMIA E CONCENTRAÇÕES SÉRICAS DE
ASPARTATO AMINOTRANSFERASE E
CREATINOQUINASE EM EQUINOS DA RAÇA QUARTO
DE MILHA USADOS EM PROVAS DE LAÇO EM DUPLA**

Júlio César Costa Caiado

VILA VELHA – ESPÍRITO SANTO

Agosto de 2010

UVV – CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA

**LACTACIDEMIA E CONCENTRAÇÕES SÉRICAS DE
ASPARTATO AMINOTRANSFERASE E
CREATINOQUINASE EM EQUINOS DA RAÇA QUARTO
DE MILHA USADOS EM PROVAS DE LAÇO EM DUPLA**

Júlio César Costa Caiado

Orientador: Profa. Dra. Clarisse Simões Coelho

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Ciência Animal do Centro
Universitário Vila Velha, para obtenção do
título de Mestre em Ciência Animal.

VILA VELHA – ESPÍRITO SANTO

Agosto de 2010

**Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central /
UVV-ES**

C133I Caiado, Júlio César Costa.

Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em eqüinos da raça quarto de milha usados em provas de laço em dupla.

54 f. : il.

Orientador: Clarisse Simões Coelho.

Dissertação: (Mestrado em Ciência Animal) – Centro Universitário Vila Velha, 2010.

Inclui bibliografias.

UVV – CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla

Autor: Júlio César Costa Caiado

Orientador: Profa. Dra. Clarisse Simões Coelho

Vila Velha, 16 de agosto de 2010

Banca examinadora

Profa. Dra. Clarisse Simões Coelho _____

Prof. Dr. Eduardo Raposo Monteiro _____

Profa. Dra. Andrea Cristina Parra _____

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, **Alda Costa Caiado** (*in memorian*) e **Aldevi Moraes Caiado**, meus eternos mestres, pelos valiosos ensinamentos de vida.

Aos meus **grandes irmãos Anna da Glória, Aurílio Sérgio, José Renato, Marco Aurélio e Alda Eliane**, que souberam mostrar no silêncio e na ação, o real valor de uma família e o grandioso sentido da palavra **IRMÃO**

Aos meus maravilhosos filhos, **Nayara, Nayane, Raphael, Nathália e Ronald**, que são a minha fonte de equilíbrio, paz amor e serenidade. Que da noite para o dia se transformaram em adultos, me carregaram no colo e me puseram em condições de embalá-los novamente em meus braços para podermos continuar a nossa caminhada de vida com equilíbrio, paz amor e serenidade. Vocês são meu **“TUDO”**!

À minha querida companheira **Patrícia** que transformou meus momentos mais difíceis nos mais prazerosos.

À minha netinha **ALICE**, que já vem a caminho, mostrando que o tempo não pára e, que a vida se renova a cada dia. Vem logo que vovô já está lhe esperando de braços abertos, cheio de amor pra dar.

A **vocês** eu dedico.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, que me fez ver que na vida tudo passa, que nada acontece por acaso, que há momentos em que precisamos nos recolher para não perdermos nossa essência. E, que sendo este um momento em que não poderia haver retrocesso, com sua divina mão, colocou dois anjos da guarda em minha vida, **Profª Drª Clarisse Simões Coelho** e **Prof. Dr. Vinicius Ricardo Cuña de Souza**, que souberam entender meu momento de recolhimento e o transformaram em momento de crescimento. A vocês, **meus anjos** meu muito obrigado do fundo do coração.

Ao grande **Prof. Dr. Jairo Jaramillo Cardenas**, que pela sua sapiência, humildade e acessibilidade me inspirou a ingressar neste mestrado.

À **Profª Drª Flaviana Lima Guião Leite** pelas palavras de apoio e incentivo.

Ao **Prof. Dr. Cesar Andrey Galindo Orozco**, pelos grandes ensinamentos sobre a medicina veterinária esportiva.

Aos **Prof. Dr. Douglas Haese** e **Prof. Dr. João Luis Kill**, pelos grandes ensinamentos sobre nutrição de monogástricos e pelas palavras de incentivo.

A todos os professores do **PMCA** pelos ensinamentos transmitidos.

A todos os colegas do **PMCA** que transformaram nossas manhãs de sábado em momentos de pura descontração.

À nossa equipe de coleta de dados: Larize Ramalho, Luiz Antônio Trindade de Oliveira Junior, Juliano Ferreira, Alexandra Lopes, Márcia Roberta Jório e Lucas dos Santos Lage.

À equipe do laboratório Prof. Leandro Abreu da Fonseca, Mayarah Fregona e Fábio Porto Sena.

À **FAPES** – Fundação de Apoio à Ciência e a Tecnologia do Espírito Santo, pelo apoio financeiro em forma de bolsa de estudo.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a construção deste trabalho, meu **MUITO OBRIGADO!**

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A:	Registro da idade, sexo e dos valores individuais de frequência cardíaca e das dosagens de lactato plasmático (mg/dl) e determinações séricas de aspartato aminotransferase (AST – UI/l) e creatinoquinase (CK – UI/l) em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla, no momento repouso (T0), antes da realização do exercício físico.....	52
Apêndice B:	Registro da idade, sexo e dos valores individuais de frequência cardíaca e das dosagens de lactato plasmático (mg/dl) e determinações séricas de aspartato aminotransferase (AST – UI/l) e creatinoquinase (CK – UI/l) em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla, imediatamente antes da realização do exercício físico (T1).....	53
Apêndice C :	Registro da idade, sexo e dos valores individuais de frequência cardíaca e das dosagens de lactato plasmático (mg/dl) e determinações séricas de aspartato aminotransferase (AST – UI/l) e creatinoquinase (CK – UI/l) em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla, após a realização do exercício físico (T2).....	54

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 : Gráfico comparativo dos valores médios da frequência cardíaca nos eqüinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos repouso (uma semana antes da atividade atlética, em treinamento), imediatamente antes e imediatamente após a realização da prova atlética. 29
- Figura 2 : Gráfico comparativo dos valores médios de lactato plasmático nos eqüinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos repouso (uma semana antes da atividade atlética, em treinamento), imediatamente antes e imediatamente após a realização da prova atlética. 30
- Figura 3 : Gráfico comparativo dos valores médios da atividade sérica de aspartato aminotransferase (AST) nos eqüinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos repouso (uma semana antes da atividade atlética, em treinamento), imediatamente antes e imediatamente após a realização da prova atlética..... 31
- Figura 4: Gráfico comparativo dos valores médios da atividade sérica de creatinoquinase (CK) nos eqüinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos repouso (uma semana antes da atividade atlética, em treinamento), imediatamente antes e imediatamente após a realização da prova atlética..... 32

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Valores médios e desvios-padrão da frequência cardíaca nos eqüinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos repouso (uma semana antes da atividade atlética, em treinamento), imediatamente antes e imediatamente após a realização da prova atlética..... 28
- Tabela 2: Valores médios e desvios-padrão da concentração de lactato plasmático nos eqüinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos repouso (uma semana antes da atividade atlética, em treinamento), imediatamente antes e imediatamente após a realização da prova atlética. 29
- Tabela 3: Valores médios e desvios-padrão das atividades séricas de aspartato aminotransferase (AST) e creatinoquinase (CK) e do lactato plasmático nos eqüinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos repouso (uma semana antes da atividade atlética, em treinamento), imediatamente antes e imediatamente após a realização da prova atlética..... 31

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Lactato plasmático	15
2.2. Aspartato aminotransferase (AST) e creatinoquinase (CK)	20
3. OBJETIVOS	25
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1. Animais	26
4.2. Delineamento experimental	26
4.3. Processamento das amostras	27
4.3.1. Determinação plasmática de lactato.....	27
4.3.2. Determinação sérica das atividades de aspartato aminotransferase (AT) e creatinoquinase (CK).....	27
4.4. Análise Estatística	28
5. RESULTADOS	29
5.1. Frequência Cardíaca	29
5.2. Lactacidemia	30
5.3. Aspartato aminotransferase (AST) e creatinoquinase (CK)	31
6. DISCUSSÃO	34
7. CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICES	5

CAIADO, J.C.C. **Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla.** [Dissertação de Mestrado]. Vila Velha-ES: Pós-Graduação em Ciência Animal, UVV – Centro Universitário Vila Velha, 2010.

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência do exercício físico de alta intensidade e curta duração (provas de laço em dupla) sobre a lactacidemia e as concentrações séricas de aspartato aminotransferase (AST) e creatinoquinase (CK) em equinos durante competição realizada no estado do Espírito Santo. Para tal foram obtidas amostras de soro e plasma de 20 equinos, da raça Quarto de Milha ou mestiços, em três momentos assim definidos: no repouso, uma semana antes da prova atlética, já com o animal em treinamento (T0); antes da prova atlética (T1) e imediatamente após o término da mesma (T2). As referidas amostras foram encaminhadas ao Laboratório Clínico do Centro Universitário Vila Velha (UVV) para as análises. Na avaliação da lactacidemia, os resultados registrados nos momentos T0, T1 e T2 foram, respectivamente, de $0,49 \pm 0,24$ mmol/l, $0,93 \pm 0,16$ mmol/l e $9,86 \pm 2,09$ mmol/l. Na avaliação da atividade sérica de AST, os resultados registrados nos momentos T0, T1 e T2 foram, respectivamente, de $189,1 \pm 43,6$ UI/l, $210,2 \pm 46,7$ UI/l e $173,1 \pm 33,5$ UI/l. Por fim, a avaliação da atividade sérica da CK nos momentos T0, T1 e T2 foram, respectivamente, de $110,9 \pm 35,2$ UI/l, $51,8 \pm 15,4$ UI/l e $88,2 \pm 33,5$ UI/l. A análise dos resultados demonstrou que o exercício físico imposto levou ao aumento significativo de lactato plasmático e CK sérica e não alterou o AST sérico e que a interpretação destes resultados permitiu concluir que os equinos usados estavam aptos ao nível de exercício físico imposto.

Palavras-chave: equinos, AST, CK, lactato, laço em dupla, exercício

CAIADO, J.C.C. **Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla.** [Dissertação de Mestrado]. Vila Velha-ES: Pós-Graduação em Ciência Animal, UVV – Centro Universitário Vila Velha, 2010.

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the effects of high intensity and short duration physical exercise (roping team competition) on of plasma lactate and serum AST and CK concentrations in horses during competition at Espírito Santo state. Blood samples were obtained from 20 Quarter Horses, or cross-bred, in three moments: at rest, one week before the competition, with the animals being trained; just before the competition and immediately after the exercise. The samples were sent to Laboratório Clínico do Centro Universitário Vila Velha (UVV) for analysis. Plasma lactate concentrations were 0.49 ± 0.24 mmol/l, 0.93 ± 0.16 mmol/l e 9.86 ± 2.09 mmol/l, respectively, on the moments rest and immediately before and after the exercise. Serum concentrations of AST were 189.1 ± 43.6 IU/l, 210.2 ± 46.7 IU/l e 173.1 ± 33.5 IU/l, respectively, on the moments rest and immediately before and after the exercise. At least, serum concentrations of CK were 110.9 ± 35.2 IU/l, 51.8 ± 15.4 IU/l and 88.2 ± 33.5 IU/l, respectively, on the moments rest and immediately before and after the exercise. Results showed that the imposed physical exercise led to a significant elevation of plasma lactate and serum CK without alteration on AST. It was possible to conclude that horses were adapted to the level of exercise performed.

Key-words: equine, AST, CK, lactate, roping competition, exercise

1. INTRODUÇÃO

O cavalo sempre teve destaque em estudos que envolviam o exercício físico por serem usados há muito tempo em competições. Corridas de cavalo são realizadas desde pelo menos 2000 A.C.

A raça Quarto de Milha foi a primeira desenvolvida na América, surgindo nos Estados Unidos por volta do ano de 1600. Com a lida no campo, o cavalo foi se especializando no trabalho com o gado e, nos finais de semana, os colonizadores se divertiam promovendo corridas nas ruas com distância de um quarto de milha (402 metros), originando o nome da raça (ABQM, 2009). É um animal que se caracteriza principalmente por força e docilidade, conseguindo partidas rápidas, paradas bruscas, grande capacidade de mudar de direção e enorme habilidade de girar sobre si mesmo. Tem peso aproximado de 500 kg. No Brasil, o plantel de Quarto de Milha é composto por mais de 330,9 mil animais registrados. Os animais desta raça são os mais usados para as chamadas provas tipo *western* que incluem apartação, cinco tambores, laço de bezerro, laço em dupla, rédeas, maneabilidade, três tambores, *western pleasure*, vaquejada e laço comprido, onde a maioria dos circuitos são oficializados pela Associação Brasileira de Quarto de Milha (ABQM) (ABQM, 2009).

O bom rendimento dos cavalos atletas nas competições é uma das principais fontes de renda para os proprietários. Sabe-se que o exercício físico intenso realizado durante treinamentos ou competições gera em humanos e animais variações em diversos parâmetros fisiológicos. A compreensão de tais mecanismos fisiológicos durante o exercício físico e o estabelecimento de parâmetros que podem ser avaliados durante o treinamento são de enorme importância na avaliação da performance destes animais (MARQUES, 2002), mas para tal eles devem ser bem caracterizados. Recentemente com as técnicas de automação, as determinações laboratoriais, incluindo hemograma e exames bioquímicos, transformaram-se em ferramentas decisivas para o acompanhamento do equino atleta.

A meta de qualquer treinamento é o aumento do rendimento atlético, em consequência da economia de funções corpóreas. Porém, o aumento do rendimento depende também de diversos outros fatores psíquicos e físicos, bem como alimentação e idade do animal (MARQUES, 2002). Uma situação de estresse, como a que ocorre frente ao exercício físico, desencadeia diferentes respostas biológicas no equino envolvendo comportamento, sistema nervoso autônomo e sistema neuroendócrino

(KIENZLE et al., 2006). Isto deve ser devidamente compreendido ao interpretar a bioquímica sanguínea de um cavalo atleta.

Dentro da fisiologia do exercício equina, existem diversos estudos na literatura, principalmente envolvendo os parâmetros que permitem a avaliação da performance de cavalos de corrida e de enduro. Entretanto, poucos são os relatos envolvendo equinos usados em provas *western*, como as provas de laço em dupla, onde existe grande gasto energético nesses animais num período bem curto de tempo. Além disto, são escassas as informações relacionadas ao treinamento em condições climáticas tropicais, como as encontradas no Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Lactato plasmático

A produção e utilização adequadas de energia são essenciais para o ótimo desempenho do equino atleta (GOMIDE et al., 2006). Os equinos têm grande capacidade atlética devido à grande capacidade de consumo de oxigênio, a reserva esplênica de hemácias e a grande quantidade de energia acumulada na forma de glicogênio muscular (PÖSÖ, 2002).

O exercício físico é uma atividade que demanda energia. Eaton et al. (1995) citam que a energia gasta para a realização de atividades físicas de alta intensidade em equinos é 50 vezes superior à necessária no repouso. Esta energia é proveniente de moléculas de adenosina trifosfato (ATP). Sua produção poderá ocorrer através da degradação do glicogênio muscular (LACOMBE et al., 2003) e com a degradação das moléculas de glicose por via anaeróbica e/ou por via aeróbica. Na glicólise anaeróbica, a glicose é convertida em duas moléculas de piruvato que, por sua vez, na ausência de oxigênio, capta elétrons e é transformado em ácido láctico, gerando somente quatro ATPs para cada mol de glicose usada. Esta forma de produção de energia é rápida. Já na glicólise aeróbica, ou seja, na presença de oxigênio, o piruvato entra no Ciclo de Krebs e é metabolizado até dióxido de carbono e água, gerando 38 ATPs para cada mol de glicose (KANEKO, 1997). Além das formas supracitadas de produção de energia, existe o sistema ATP-fosfocreatina que representa a forma mais simples e rápida para a produção de ATP. Essa reação é catalizada pela enzima creatinoquinase e fornece energia suficiente para o início do exercício ou para a manutenção de exercícios de curta duração e alta intensidade (exercícios com menos de 5 segundos de duração) (POWERS e HOWLEY, 2000).

Em consequência da descrição acima, é possível dizer que numa atividade muscular intensa, a concentração de ATP nos músculos estriados só é capaz de proporcionar energia por um ou dois segundos. A fonte seguinte de energia a ser usada é o sistema constituído por fosfocreatina, suficiente para trabalhos intensos e de baixa duração – de 6 a 8 segundos. Esta fase de obtenção de energia é denominada de anaeróbica alática (MARRZOCO e TORRES, 1999). Quando se esgotam as reservas de

ATP e fosfocreatina, a próxima fonte de energia é a glicólise anaeróbica com produção de lactato (fase anaeróbica láctica), usada para exercícios intensos com duração de um a dois minutos (EATON, 1994; MARZZOCO e TORRES, 1999). Neste nível de intensidade de exercício, o ácido láctico é produzido pela descarboxilação do piruvato, tendo como catalisador da reação a enzima lactato desidrogenase (LDH) (LUNA, 2002). Este ácido láctico formado é rapidamente tamponado em parte pelo bicarbonato extracelular, resultando na produção de lactato (ROSE e POST, 2001).

Segundo McGowan (2008), os equinos têm uma grande capacidade de tamponamento em exercícios de alta intensidade, principalmente aqueles treinados (POOLE e HALESTRAP, 1993). Porém, se esta elevada intensidade de exercício for mantida por longo tempo, o organismo não consegue tamponar o ácido láctico produzido, gerando fadiga muscular e queda de performance atlética (GOMIDE et al., 2006). Os valores basais de lactato plasmático oscilam no repouso entre $0,52 \pm 0,03$ mmol/l, segundo Art et al. (1990) para cavalos de Sela Belga, e 0,5 a 1,0 mmol/l, segundo McGowan (2008) em cavalos de corrida. Após corrida ou esforço submáximo, as concentrações séricas podem atingir até 25-30 mmol/l (MCGOWAN, 2008). Se as concentrações atingirem 30 mmol/l após a corrida, há declínio do pH sanguíneo para 7,0 e a acidemia resultante leva à fadiga muscular, disfunção de mitocôndrias, prejuízo à glicólise e redução de ATP muscular com miopatia (SNOW e VALBERG, 1994; PÖSÖ, 2002). Sendo assim, geralmente atividades de explosão não se estendem por mais de dois minutos. Nas provas de resistência ou exercícios de baixa intensidade, por exemplo, provas de enduro, há a ativação dos sistemas circulatório e respiratório e a obtenção de energia ocorre principalmente através da glicólise aeróbia (MARZZOCO e TORRES, 1999; SANTOS, 2006).

É importante ressaltar que independente do tipo do exercício, alta ou baixa intensidade, curta ou longa duração, todas as vias de produção de energia são ativadas e o que determina qual será predominante é a intensidade e duração do mesmo. Fato comprovado por Eaton (1994) que observou que equinos da raça Quarto de Milha, correndo 400 metros, têm 60% de sua energia gerada pela glicólise anaeróbica, enquanto que em equinos de corrida, da raça Puro Sangue Inglês, correndo 1600 a 2100 metros, o metabolismo anaeróbico contribui com 10 a 30% do fornecimento de energia. Em todas estas atividades a glicemia tende a se manter constante visando evitar a fadiga do Sistema Nervoso Central.

Outra explicação quanto ao tipo de produção de energia está relacionada ao tipo de fibra muscular predominante no equino atleta. Segundo Pösö (2002) e Thomassian et al. (2005), existem dois tipos básicos de fibras: fibras musculares do tipo I, de contração lenta e adaptadas a exercícios aeróbicos (alta concentração de mioglobina), e as fibras musculares do tipo II, de contração rápida e adaptadas para exercícios de potência (sendo a IIA – altamente oxidativas e IIB com baixa capacidade oxidativa). As fibras I e II são determinadas geneticamente, mas as IIA e IIB são influenciadas pelo treinamento. Com base nesta informação, segundo os autores, pode-se supor que cavalos que atuam em provas de resistência, como provas de enduro, possuem alta porcentagem de fibras do tipo I e tipo IIA e menor de IIB, que vão determinar maior potencial de obtenção de energia pela via aeróbica. Já cavalos de corrida de longa distância bem treinados (Puro Sangue Inglês) apresentam maiores proporções de fibras do tipo IIA, em relação às do tipo IIB, e menores áreas das fibras do tipo I. Nos cavalos de explosão como os Quarto de Milha, há a predominância das fibras IIB, onde a obtenção de energia ocorre predominantemente por via anaeróbica láctica.

Outro fator que limita o metabolismo aeróbico, além da intensidade do exercício, é a disponibilidade de oxigênio e a capacidade de utilização do mesmo (PÖSÖ, 2002).

O metabolismo do lactato varia entre os indivíduos. Eaton et al. (1994) citaram que a medida que se intensifica o exercício, aumenta a quantidade de lactato produzida. Outros trabalhos também descrevem a correlação positiva entre o aumento da concentração de lactato no sangue e a intensidade do exercício (DAVIE e EVANS, 2000). Thomassian et al. (2005) citaram que a elevada concentração de lactato ilustraria uma situação onde a contribuição aeróbica passou a ser insuficiente frente aos requerimentos energéticos totais, reforçando a descrição já feita de que as fontes de produção de energia atuam de forma concomitante. Essa relação lactato plasmático:performance é determinada principalmente pela VLa4, que representa a velocidade de corrida na qual a concentração de lactato atinge 4 mmol/l (AGUERA et al., 1995; EATON et al., 1999; THOMASSIAN et al., 2005; LINDNER et al., 2009). Isto pode ser utilizado para comparar o potencial atlético dos animais (HODGSON e ROSE, 1994), pois quanto maior esta velocidade, melhor a condição física do equino e maior a sua capacidade de se exercitar (AGUERA et al., 1995). McKeever (2002) ressalta a importância do VLa4, visto que este representa o ponto no qual começa a haver acúmulo do lactato produzido pelos músculos em atividade e a partir do qual

diversos processos fisiológicos importantes sofrem alteração, por exemplo, aumento da ventilação pulmonar para eliminação de CO₂ visando a manutenção do pH sanguíneo.

Um dos efeitos esperados do treinamento é aumentar o potencial aeróbico do músculo esquelético, melhorando a capacidade cardiorrespiratória do animal através de exercícios crônicos e repetitivos. Com isso, há um aumento da intensidade do exercício na qual o lactato começa a se acumular (limiar anaeróbico) (AGUERA et al., 1995; ART e LEKEUX, 2005; GOMIDE et al., 2006; SANTOS, 2006). Mas para afirmar que o treinamento aumentou a quantidade de fibras oxidativas seria necessário um estudo histoquímico (AGUERA et al., 1995). Para o treinamento ser benéfico, é importante levar em consideração a idade dos animais, visto que um protocolo para equinos jovens não é apropriado para equinos mais velhos, pois poderiam levar a efeitos potencialmente perigosos de excesso de exercícios (MCKEEVER, 2002).

De uma forma geral, o aumento da concentração de lactato plasmático poderá ser usado para indicar a capacidade atlética do cavalo visto que animais que apresentam grande capacidade aeróbica geralmente têm baixas elevações das concentrações de lactato em resposta ao exercício ou apresentam uma clearance mais eficiente (ROSE et al., 1983; HODGSON e ROSE, 1994; CARDINET, 1997). Corroborando com esta informação, Falaschini e Trombetta (2001) citam que após o exercício o aumento da concentração de lactato é uma consequência do treinamento e o tempo de retorno aos valores basais seria também um índice da capacidade de recuperação do animal. Art e Lekeux (2005) também confirmam que o treinamento aumenta a taxa de remoção do lactato produzido pelo músculo, melhorando a capacidade tamponante citoplasmática.

Desmecht et al. (1996) avaliaram 58 equinos durante cinco eventos de esportes hípicas de diferentes intensidades e durações e relataram que houve uma relação linear entre as concentrações de lactato plasmático e a intensidade do exercício realizado.

Em trabalho alemão, Pinkowski et al. (1998) estudaram dez equinos trotadores antes e após o exercício e encontraram valores basais para o lactato plasmático de 0,52 mmol/l, enquanto que os valores após o mesmo variaram de 8,1 a 16,7 mmol/l.

Aguera et al. (1995) citaram que a produção de lactato, associado à avaliação da frequência cardíaca e mensuração da velocidade de corrida, representam os principais testes usados para estimar a eficácia do treinamento de cavalos atletas, concordando com a citação de Couroucé et al. (1997) e Richard et al. (2009). Além da VLa4, existem outras variáveis que podem ser usadas para avaliação do condicionamento físico dos animais, tais como L₁₅₀ ou L₂₀₀, que representam o valor de lactato plasmático

registrado, respectivamente, quando a frequência cardíaca atinge 150 e 200 bpm. Aguera et al. (1995) comprovaram que o treinamento aumentou os valores de VLa4 e L₁₅₀ e L₂₀₀ em 16 equinos da raça Andaluz submetidos a um programa de treinamento seriado, demonstrando que a frequência cardíaca se eleva concomitante ao aumento das concentrações plasmáticas de lactato.

Novamente, a avaliação conjunta da frequência cardíaca e concentração de lactato plasmática foi descrita por Couroucé et al. (2000), que realizaram testes de performance em cavalos franceses. Segundo os autores, a VLa4 e a L₂₀₀ são bons indicadores da capacidade aeróbica dos animais, mas que existem diferenças nas avaliações feitas a campo e na esteira ergométrica. Porém, o uso da esteira é a melhor forma de correlacionar a concentração de lactato sanguíneo com a velocidade do animal (DAVIE e EVANS, 2000). Em distâncias de até 800 metros, a produção de lactato atingiu valores entre 4 e 19 mmol/l.

Em trabalho publicado em 2002, Marques et al. trabalharam com 118 equinos da raça Puro Sangue Inglês e constataram valores de lactato plasmático de 0,61 mmol/l antes do exercício, semelhantes aos descritos por Snow et al. (1992), mas inferiores aos de Freestone et al. (1991), e de 2,12 mmol/l, 30 minutos após o término do mesmo. Os autores concluíram que os menores valores basais registrados em sua pesquisa poderiam indicar que os equinos usados estavam mais bem condicionados. Justificaram seu menor valor de lactato plasmático pós-exercício no tempo da coleta, pois o pico de lactato ocorre imediatamente após ao término do mesmo.

Nogueira et al. (2002) avaliaram 23 equinos da raça Puro Sangue Inglês em 3 grupos de treinamento e observaram menores concentrações de lactato plasmático no repouso nos equinos treinados. Os valores médios basais de lactato plasmático no grupo treinado foram de 1,7 mmol/l e no grupo sem treinamento foram de 2,1 mmol/l.

Gomide et al. (2006), avaliando equinos de raça, sexo e idade variadas, em prova de fundo de Concurso Completo de Equitação, concluíram que a determinação das concentrações de lactato ao final da prova e em momentos seriados após a finalização da mesma, permitiu inferir sobre o esforço físico ao qual os equinos foram submetidos. Em seu estudo, encontraram valores basais médios de 1,50 mmol/l e valores de 11,57 mmol/l e 8,74 mmol/l, respectivamente, logo após e 10 minutos após o término da prova.

Kowal et al. (2006) descreveram o aumento da concentração de lactato em cavalos submetidos a testes de esforço em esteira ergométrica em velocidades

crecipientes de corrida, de 2 m/s, 3m/s, 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s, 7m/s, 8 m/s, 9m/s, 10 m/s, 11 m/s e 12 m/s. Indicando que a maior utilização do metabolismo anaeróbico para produção de energia (VLa4), ocorreu nas velocidades de 5 a 6 m/s, com as maiores concentrações imediatamente após o término do exercício para a maioria dos animais. Estes mesmos autores e Marques et al. (2002) destacam a importância da avaliação da concentração do lactato para a definição da participação do metabolismo anaeróbico na produção de energia que será utilizada pelo animal durante um exercício intenso e de curta duração. Após 10 minutos do término do exercício, houve redução significativa dos valores de lactato na maioria dos equinos usados, semelhante ao descrito por Hodgson e Rose (1994) e Falaschini e Trombetta (2001), conforme supracitado.

Objetivando caracterizar os requerimentos metabólicos de equinos jovens durante o início de treinamento através de análises sanguíneas, Tateo et al. (2008) acompanharam seis equinos da raça Standardbred por 140 dias. Como os valores de lactato plasmático não ultrapassaram 4 mmol/l, os autores concluíram que o treinamento imposto não aumentou a demanda energética.

2.2. Aspartato aminotransferase (AST) e creatinoquinase (CK)

As lesões da musculatura esquelética são relativamente frequentes na clínica de equinos e seus sinais clínicos são inespecíficos. Geralmente, para o diagnóstico de tais afecções, são realizados exames laboratoriais complementares, por exemplo, as determinações das atividades séricas de aspartato aminotransferase (AST) e creatinoquinase (CK) (CÂMARA e SILVA et al., 2007).

A enzima AST catalisa a transaminação reversível de L-aspartato e α -cetoglutarato em oxalacetato e glutamato. É uma enzima citoplasmática e mitocondrial presente em diversos tecidos, com maior destaque para fígado e músculos esquelético e cardíaco, sendo, portanto, bastante usada no diagnóstico de afecções acometendo estes órgãos (CARDINET, 1997). Os valores de referência descritos na literatura nacional e internacional oscilam consideravelmente. Art et al. (1990) descreveram valores de $10,9 \pm 4,9$ UI/l para equinos Sela Belga em repouso. Para equinos da raça PSI, em repouso, os valores médios para a atividade de AST obtidos por Cardinet (1997) foram de $296,0 \pm 70,0$ UI/l, enquanto que Robinson (2003) cita valores de 141-330 UI/l. Pritchard et al. (2009) citaram valores de referência para AST entre 189 e 456 UI/l.

A CK é uma enzima de alta especificidade para lesões musculares, sendo encontrada principalmente no citossol das células musculares (músculos esquelético e cardíaco), mas também nos rins, cérebro, diafragma, trato gastrintestinal, útero e bexiga urinária (CARDINET, 1997). Ela catalisa a fosforilação da adenosina difosfato (ADP) do fosfato de creatina, tornando-o adenosina trifosfato (ATP) disponível para a contração muscular. Existem três isoenzimas, MM, MB e BB, nas formas muscular (M) e cerebral (B). Há uma grande variação na atividade sérica da CK, segundo a literatura consultada. A média da concentração de CK em cavalos de salto da raça Sela Belga foi de 51,2 UI/l em repouso (ART et al., 1990). Cardinet (1997) referiu valores de $12,9 \pm 5,2$ UI/l para a atividade enzimática de CK em equinos adultos. Robinson (2003) descreveu intervalo de referência de 2-147 UI/l para equinos da raça Puro Sangue Inglês e 18-217 UI/l para equinos de trote e Pritchard et al. (2009) descreveram valores entre 123-358 UI/l.

Balarin et al. (2005) destacam que são necessárias as determinações de valores de referência de AST e CK para equinos, das diferentes raças e submetidos aos diferentes tipos de exercício, visando a correta interpretação dos resultados obtidos principalmente porque estas duas enzimas podem sofrer a influência de fatores ambientais e de manejo. Brandi et al. (2008) ressaltam ainda que em seu experimento houve dificuldade em estabelecer padrão “normal” para cada animal, sendo necessário observar os valores plasmáticos basais das enzimas e depois o seu comportamento após a realização da atividade atlética. Pritchard et al. (2009) reforçam a importância do estabelecimento de valores de referência para equinos em atividade em condições climáticas tropicais (temperatura e umidade elevadas).

Geralmente, a determinação sérica da atividade da AST tem sido utilizada associada à CK e lactato desidrogenase (LDH) para a avaliação dos efeitos do exercício físico sobre a musculatura (CARDINET, 1997). Cardinet (1997) salienta que a determinação simultânea de AST e CK em equinos representa valioso potencial diagnóstico e ajuda no prognóstico de afecções musculares, em razão das diferentes taxas de desaparecimento de suas atividades no soro ou no plasma. Este mesmo autor relata que a elevação da atividade sérica da CK indica que a necrose muscular está ativa ou ocorreu recentemente; a persistente elevação de CK indica que a necrose muscular continua ativa; e AST elevada, acompanhada por atividade decrescente ou normal de CK, indica que a necrose muscular não é mais ativa e pode indicar processo de recuperação. Frape (1998) relata que a CK tem uma meia-vida de menos de 24 horas,

aproximadamente 120 minutos segundo Brandi et al. (2008), enquanto a AST tem uma meia-vida de sete a oito dias.

É sabido que a permeabilidade do sarcolema e mitocôndrias aumenta durante o exercício e LDH, CK e AST podem escoar para o plasma (STOCKHAM, 1995; VALBERG, 1996). Assim, as concentrações de AST e CK poderiam ser influenciadas pela fase de treinamento e pelo tipo de exercício (LÖFSTEDT e COLLATOS, 1997). Se a duração do exercício for mantido constante, a intensidade do mesmo determina o aumento na concentração sérica de AST e CK (HARRIS et al., 1998).

Diversas são as pesquisas procurando associar o exercício físico com as concentrações séricas de AST e CK, tanto relacionados com a influência do treinamento quanto os que estudam os efeitos de diferentes intensidades de exercício.

Segundo Szwarcoka-Priebe e Gill (1984), o treinamento pode provocar aumento de atividade da AST em até 30 % em comparação com animais não-treinados. Corroborando com esta afirmação, Mullen et al. (1979) verificaram redução da atividade das enzimas AST e CK à medida que o organismo vai se adaptando ao treinamento físico. Também, Grosskopf et al. (1982) observaram que a magnitude do aumento de CK foi maior nos equinos com menor condicionamento físico. Semelhantemente, Siciliano et al. (1995), Löfstedt e Collatos (1997) e Brandi et al. (2008) referiram que o treinamento diário diminui os efeitos provocados pelo exercício sobre tais enzimas, o que geraria menor desgaste e maior capacidade de recuperação do animal.

Em trabalho publicado em 2005, Balarin et al. avaliaram a influência de um período de treinamento de 12 meses sobre as enzimas musculares em 60 equinos da raça Puro Sangue Inglês. Os referidos autores observaram maiores valores de CK, no momento repouso, nos estágios iniciais de treinamento para os machos (183,37 UI/l antes e 83,82 UI/l após 12 meses), sem diferenças nas fêmeas. Este menor valor de CK após o treinamento também foi citado por Löfstedt e Collatos (1997). Já para AST, também no momento repouso, foram registrados valores maiores após os 12 meses de treinamento (141,02 UI/l antes e 244,23 UI/l depois nos machos e 140,40 UI/l antes e 300,99 UI/l depois para as fêmeas).

Franciscatto et al. (2006) avaliaram 142 equinos da raça Crioulo, divididos em seis grupos experimentais, sendo dois deles em atividade física (livre / treinamento) e determinaram as concentrações séricas de AST, CK e GGT. Semelhante a Balarin et al. (2005) e demais autores, no que diz respeito ao efeito do treinamento, os autores

descreveram menores valores de CK com o treinamento (159,81 UI/l) em comparação com o grupo de animais em atividade livre (242,94 UI/l). Apesar da tendência ao aumento das atividades séricas de AST como descrito por Balarin et al. (2005), os autores não registraram diferença estatística para AST (199,66 UI/l nos equinos em atividade livre e 209,67 UI/l nos animais treinados).

Dentre os estudos que avaliam os efeitos da intensidade do exercício sobre as atividades séricas das enzimas AST e CK, Freestone et al. (1989) verificaram aumentos de 35% na atividade de AST após um galope de 1500 m e de 50% após exercício extenuante. Porém, aumento nos níveis de AST superiores a 100 % pós-exercício deve ser considerado anormal independentemente do grau de treinamento do animal ou da intensidade do exercício (HARRIS et al., 1998). Como AST não é músculo-específica, atenção especial deve ser tomada, ao correlacionar o aumento desta enzima com lesão muscular. Na interpretação da CK, o aumento condizente com miopatia associada ao exercício apresenta valores altos, superiores a 120.000-167.000 UI/l (JANSSEN et al., 1989). Valores próximos aos descritos por Aleman (2008), que descreveu que as concentrações de CK em casos de miopatia tóxica e rbdomiólise podem atingir 100.000 UI/l. Segundo Santos (2006), o tempo para a liberação de CK na circulação durante uma prova de 60 Km só foi observado muitas horas depois de cessar a atividade física com o retorno aos níveis basais 2 dias após a realização da atividade. Isto foi justificado porque o aumento da permeabilidade da membrana muscular requer 2-3 horas de exercício e, após a liberação pelas células musculares, a CK não penetra na circulação sanguínea diretamente, mas transita via linfática através do fluido intersticial. Portanto, para a adequada interpretação, isto deve ser considerado.

Rose et al. (1980) verificaram aumentos de AST de 192,7 UI/l em repouso para 460,5 UI/l após a fase de corrida com obstáculos, para 475,1 UI/l após enduro e para 423,4 UI/l após 30 minutos de recuperação. Verificaram também que a atividade de CK variou de 192,7 UI/l pré-evento para 460,5 UI/l após a corrida com obstáculos, 684,2 UI/l após enduro e 874,4 UI/l após 30 minutos de recuperação. As enzimas musculares CK e AST aumentaram significativamente e apresentaram valores acima dos verificados antes do evento em todos os tempos de coleta.

Snow et al. (1983) verificaram aumento significativo nos níveis de AST em dezenove cavalos após uma corrida de 1200 m. Os valores de AST variaram de 342 ± 128 UI/l em repouso para 424 ± 120 UI/l após a corrida de 1200 m. Semelhante ao descrito anteriormente, os autores atribuíram tal elevação a alterações momentâneas na

permeabilidade do sarcolema sem lesões nas fibras musculares (KERR e SNOW, 1983; HODGSON e ROSE, 1994). Esta foi a mesma justificativa para os resultados encontrados por Spinha de Toledo et al. (2001) em trabalho realizado no Jockey Club de São Paulo. Porém estes autores detectaram aumento significativo no pós-exercício de alta intensidade e curta duração somente para CK.

Em trabalho publicado em 2005, Balarin et al. também avaliaram a influência de exercícios de diferentes intensidades sobre as enzimas musculares em 60 equinos da raça Puro Sangue Inglês. Foi constatado que para a enzima CK houve aumentos significativos ($p < 0,05$) após o trote (CK oscilou de 83,82 UI/l para 106,50 UI/l) e galope (CK oscilou de 255,62 UI/l para 312,82 UI/l), somente nos machos, indicando diferença entre sexo. As alterações nos valores de AST não foram significativas, ou seja, não foram proporcionais à intensidade do exercício; somente influenciados pelo tempo de treinamento.

Kowal et al. (2006) observaram aumento de CK após o término do teste de esforço em esteira ergométrica em cavalos da raça Puro Sangue Inglês. Os valores antes da atividade física foram de 105,15 UI/l e após o término do mesmo foi de 150,05 UI/l, mantendo-se ainda mais elevados (265,44 UI/l) duas horas depois. Novamente, a justificativa usada pelos autores foi o aumento de permeabilidade do sarcolema. Segundo os autores, os animais mal condicionados apresentarão maior hipóxia e conseqüentemente terão maior liberação de CK do que os mais bem condicionados. Semelhantemente, Martins et al. (2008), avaliando 12 fêmeas após prova de enduro, constataram aumento significativo de CK (de 53 UI/l para 86 UI/l) e não observaram alterações significativas para AST.

Já Padalino et al. (2007) descreveram aumento significativo tanto para AST quanto para CK após exercício extenuante, mas citaram que em seu estudo o aumento das enzimas caracterizou uma disfunção muscular. Os valores encontrados para AST foram de 325,50 UI/l e 510,70 UI/l, respectivamente antes e após a atividade física e para CK foram de 166,35 UI/l e 284,50 UI/l, respectivamente antes e após a atividade física.

3. OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do exercício físico, sobre a lactacidemia e sobre a atividade sérica das enzimas aspartato aminotransferase (AST) e creatinoquinase (CK) em equinos da raça Quarto de Milha e mestiços destes, submetidos a provas de laço em dupla, durante competição realizada no estado do Espírito Santo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Animais

Foram utilizados para o presente estudo 20 equinos da raça Quarto de Milha, ou mestiços da referida raça, sendo 18 machos e duas fêmeas, pesando em média 500 kg, com idade variando entre cinco e 14 anos (média de nove anos de idade), considerados clinicamente hígidos. Estes animais pertencem a criatórios localizados na região da grande Vitória, estado do Espírito Santo.

Os eqüinos pesquisados são submetidos ao mesmo tipo de manejo alimentar e sanitário, sendo utilizados em provas de laço em dupla, cuja descrição está no delineamento experimental. Todos os eqüinos selecionados encontravam-se no mesmo estágio de treinamento (três a quatro vezes na semana são aquecidos e treinados no ritmo da prova e nos demais dias são submetidos a galopes) e executavam tal atividade há pelo menos dois anos. O treinamento só foi interrompido 24 horas antes da prova para o transporte dos animais até o local da competição.

4.2. Delineamento experimental

Foram colhidas amostras de sangue em três momentos de cada um dos animais, sendo assim caracterizadas: momento repouso – T0 (obtida uma semana antes da prova atlética, com o animal em repouso, mas dentro do período de treinamento, no horário entre 08:00h e 10:00h), momento pré-prova – T1 (obtida imediatamente antes da prova atlética, no horário entre 16:00h e 17:00h) e momento pós-prova – T2 (obtida num período de até no máximo cinco minutos após a realização da atividade física, no horário entre 19:00h e 21:00h). Para todos os animais usados, a amostra de sangue pós-prova foi coletada após a realização da primeira bateria completa de atividade, de forma a padronizar as coletas e avaliações. No dia da prova de laço foram registradas as condições de tempo (temperatura e umidade), bem como características da pista. Também, nos momentos das coletas de sangue foi aferida a frequência cardíaca do equino e foram registradas informações relacionadas ao seu exame clínico.

A prova de laço em dupla, também conhecida por *team roping*, é uma prova onde uma dupla de peões laça um bezerro, sendo um dos peões responsável em laçar a cabeça (cabeceiro) e o outro responsável em laçar os pés (peseiro). O tempo da prova, em média de oito a 10 segundos, decorre desde o momento em que os laçadores saem do boxe até os dois cavaleiros laçarem o bezerro mantendo-o sobre a corda esticada e amarrada à sela do cavalo. Tal atividade física caracteriza um exercício de alta intensidade e curta duração.

As amostras de sangue foram obtidas, após antissepsia local, por meio de venopunção da jugular com agulhas descartáveis para múltiplas coletas (25 mm x 0,8 mm), utilizando-se sistema a vácuo¹, em tubos de vidro contendo anticoagulante EDTA-fluoreto de sódio com capacidade de 2 ml, para avaliação plasmática de lactato; e em tubos de vidro siliconizados sem anticoagulante com capacidade de 9 ml, para as determinações séricas de AST e CK. Todas as amostras foram transportadas sob refrigeração ao Laboratório Clínico Veterinário do Centro Universitário Vila Velha (UVV) para processamento. As amostras obtidas em frascos sem anticoagulante e com anticoagulante EDTA-fluoreto de sódio foram imediatamente centrifugadas durante 10 minutos (Centrífuga modelo TDL80-2B – Marca Centribio) a 4000 RPM para separação de soro e plasma, respectivamente.

4.3. Processamento das Amostras

4.3.1. Determinação plasmática de lactato

A determinação de lactato plasmático foi realizada através de metodologia enzimática, utilizando kit comercial (KATAL – LOD-PAP), segundo metodologia de Pryce (1969), em analisador bioquímico semi-automático (BioPLUS – BIO 200). No presente método, o lactato da amostra sofre a ação da lactato oxidase, na presença de oxigênio produzindo alantoína e peróxido de hidrogênio. Este, na presença de um reagente fenólico e de 4-aminoantipirina, sofre a ação da peroxidase produzindo um composto corado (quinonimina) com máximo de absorção em 540 nm.

¹ Vacutainer

4.3.2. Determinação sérica das atividades de aspartato aminotransferase (AST) e creatinoquinase (CK)

No soro, a atividade da aspartato aminotransferase (AST) foi determinada através de kit comercial (Bioclin – K048), em analisador bioquímico semi-automático (BioPlus - BIO 200), em comprimento de onda de 340 nm (BERGMEYER, 1974). A AST catalisa a transferência de grupos amina do aspartato para o α -cetoglutarato, levando à formação de glutamato e oxalacetato. Este, na presença de MDH, reage com NADH, reduzindo-o a malato e o NADH oxida-se a NAD⁺. A velocidade de oxidação é proporcional à atividade de AST na amostra.

Também no soro, a atividade da creatinoquinase (CK) sérica foi quantificada em analisador bioquímico semi-automático (Bioplus – BIO200), em comprimento de onda de 340 nm, utilizando-se kit comercial (Bioclin – K010) (SCHIMID e FORSTNER, 1986). A CK converte a creatino fosfato e ADP em creatina e ATP que juntamente com a glicose é convertida, via ação da hexoquinase em glicose-6-fosfato e ADP. A glicose-6-fosfato e NADP⁺ são convertidas, via ação da glicose-6-fosfato-desidrogenase, em gluconolactona-6-fosfato e NADPH. A velocidade de redução do NADP⁺ em NADPH é proporcional à atividade de CK na amostra.

4.4. Análise Estatística

A interpretação dos resultados –AST e CK séricos, e lactato plasmático - foi realizada utilizando-se o programa estatístico computadorizado GraphPad InStat (versão 3.0). Devido à distribuição gaussiana dos dados, os mesmos foram avaliados através de testes paramétricos (análise de variância – ANOVA e teste de tukey) para comparação entre médias com nível de significância de 5%.

Nestas análises levou-se em consideração a influência do exercício físico nos níveis das variáveis estudadas, todos em amostras sanguíneas de cavalos usados em Prova de Laço em Dupla.

5. RESULTADOS

Os registros das condições meteorológicas no dia da prova, obtidos junto à jornais do dia revelaram temperatura ambiente média de 29°C e umidade relativa do ar de 80%. A pista de areia encontrava-se seca.

5.1. Frequência cardíaca

Na Tabela 1, ilustrado na Figura 1, estão apresentados os valores da frequência cardíaca, realizada para avaliar a influência do exercício físico de curta duração e alta intensidade sobre a mesma. É possível observar que houve aumento significativo após o exercício quando comparado com aos valores obtidos no repouso e imediatamente antes da atividade física. Os registros individuais em cada um dos momentos estão apresentados nos Apêndices A, B e C.

Tabela 1. Valores médios e desvios-padrão da frequência cardíaca nos equinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos: repouso – M0 (uma semana antes da prova atlética, em treinamento), pré-prova – M1 (imediatamente antes da prova atlética) e pós-prova – M2 (imediatamente após a realização da prova atlética).

	M0	M1	M2	<i>p</i>
Frequência cardíaca (bpm)	42 ± 8 ^{a*}	44 ± 9 ^a	91 ± 14 ^b	< 0,0001

* Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença estatística significativa entre as medias ($p < 0,05$) obtido pelo teste ANOVA.

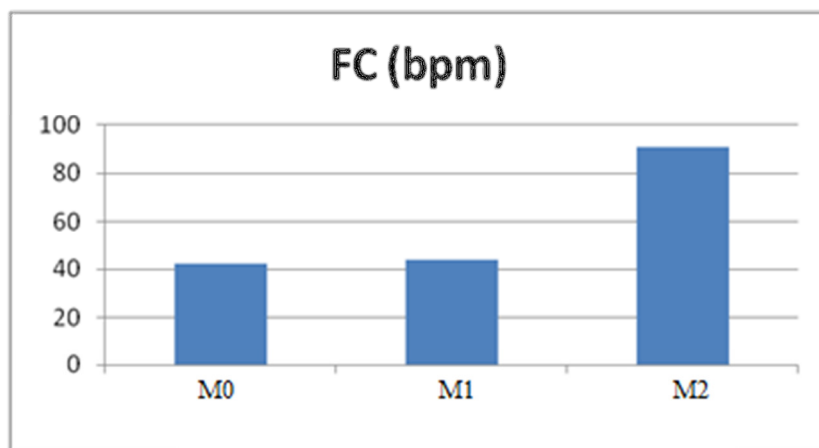


Figura 1. Gráfico comparativo dos valores médios da frequência cardíaca nos equinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos: repouso – M0 (uma semana antes da prova atlética, em treinamento), pré-prova – M1 (imediatamente antes da prova atlética) e pós-prova – M2 (imediatamente após a realização da prova atlética).

5.2. Lactacidemia

Na Tabela 2, ilustrado na Figura 2, estão apresentados os valores plasmáticos de lactato. É possível observar que houve aumento significativo no lactato plasmático imediatamente após a realização da prova (M2), em cujo momento os valores oscilaram entre 5,66 e 13,12 mmol/l. Os registros individuais em cada um dos momentos estão apresentados nos Apêndices A, B e C.

Tabela 2. Valores médios e desvios-padrão da concentração de lactato plasmático nos equinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos: repouso – M0 (uma semana antes da prova atlética, em treinamento), pré-prova – M1 (imediatamente antes da prova atlética) e pós-prova – M2 (imediatamente após a realização da prova atlética).

	M0	M1	M2	<i>p</i>
Lactato plasmático (mmol/l)	0,49 ± 0,24 ^a	0,93 ± 0,16 ^a	9,86 ± 2,09 ^b	< 0,0001

* Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença estatística significativa entre as medias ($p < 0,05$) obtido pelo teste ANOVA.

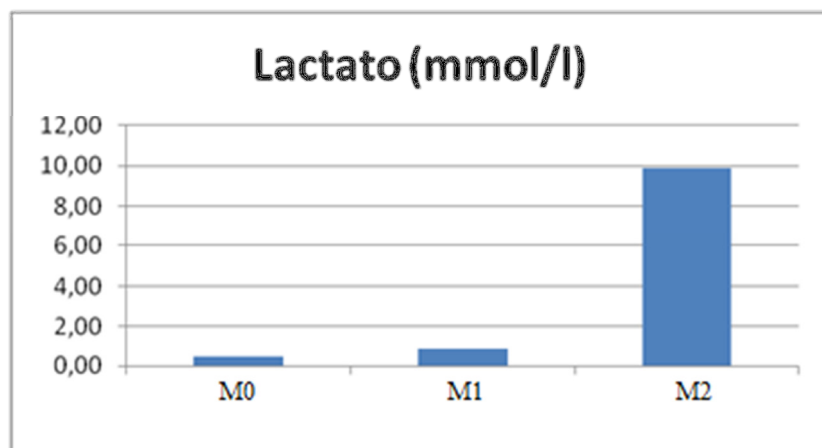


Figura 2. Gráfico comparativo dos valores médios de lactato plasmático nos equinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos: repouso – M0 (uma semana antes da prova atlética, em treinamento), pré-prova – M1 (imediatamente antes da prova atlética) e pós-prova – M2 (imediatamente após a realização da prova atlética).

5.3. Aspartato aminotransferase (AST) e creatinoquinase (CK)

Na Tabela 3, ilustrados nas Figuras 3 e 4, estão apresentados os valores séricos de aspartato aminotransferase (AST) e creatinoquinase (CK). Na avaliação dos valores séricos de AST é possível observar que houve redução estatisticamente significativa entre os momentos antes (M1) e logo após a prova atlética (M2), destacando que o maior valor nos três momentos foi registrado no momento antes da realização da prova atlética (M1). Na avaliação da atividade sérica de CK, o maior valor foi registrado no momento repouso (M0), seguido de um valor menor no momento pré-prova (M1). Houve aumento significativo no momento pós-prova (M2). Os registros individuais em cada um dos momentos estão apresentados nos Apêndices A, B e C.

Tabela 3. Valores médios e desvios-padrão das atividades séricas de aspartato aminotransferase (AST) e creatinoquinase (CK) e do lactato plasmático nos equinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos: repouso – M0 (uma semana antes da prova atlética, em treinamento), pré-prova – M1 (imediatamente antes da prova atlética) e pós-prova – M2 (imediatamente após a realização da prova atlética).

	M0	M1	M2	<i>p</i>
AST (UI/l)	189,1 ± 43,6 ^{a,b*}	210,2 ± 46,7 ^a	173,1 ± 33,5 ^b	0,0238
CK (UI/l)	110,9 ± 35,2 ^a	51,8 ± 15,4 ^b	88,2 ± 33,5 ^c	< 0,0001

* Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença estatística significativa entre as medias ($p < 0,05$) obtido pelo teste ANOVA.

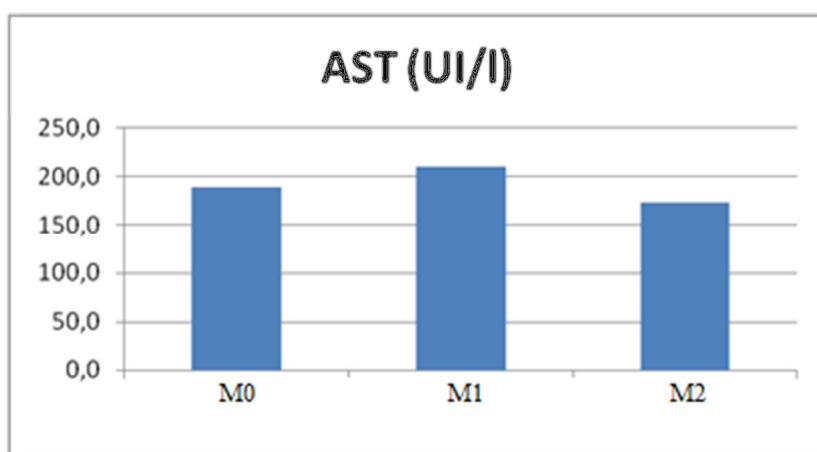


Figura 3. Gráfico comparativo dos valores médios da atividade sérica de aspartato aminotransferase (AST) nos equinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos: repouso – M0 (uma semana antes da prova atlética, em treinamento), pré-prova – M1 (imediatamente antes da prova atlética) e pós-prova – M2 (imediatamente após a realização da prova atlética).

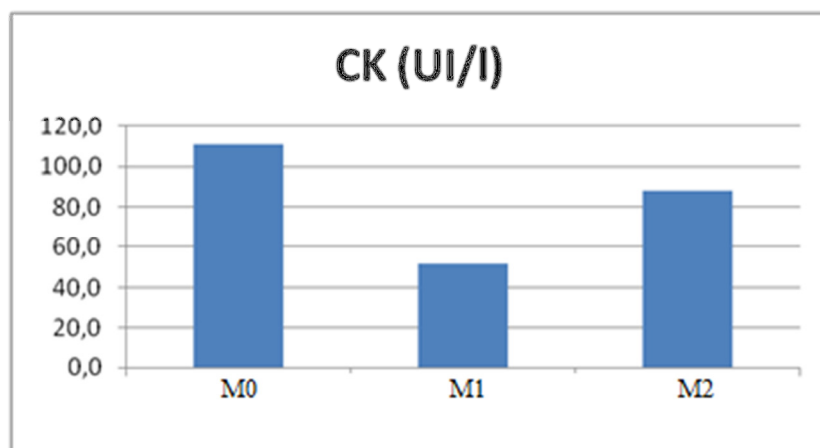


Figura 4. Gráfico comparativo dos valores médios da atividade sérica de creatinoquinase (CK) nos equinos da raça Quarto de Milha usados em prova de laço em dupla nos momentos: repouso – M0 (uma semana antes da prova atlética, em treinamento), pré-prova – M1 (imediatamente antes da prova atlética) e pós-prova – M2 (imediatamente após a realização da prova atlética).

6. DISCUSSÃO

Há longo tempo é sabido que os diversos tipos de exercício ou atividade física geram alterações no organismo animal. As principais alterações exteriores observadas estão relacionadas com a hipertrofia de musculatura de trabalho observada com o treinamento constante, principalmente nos equinos que realizam as chamadas provas de explosão, ou seja, exercícios de alta intensidade e curta duração. Isto levava conseqüentemente a um bom desempenho dos equinos nas diversas competições. Porém, o imprevisto e a falta de métodos científicos de condicionamento e de preparação com atividades físicas desastrosas (“overtraining”) podem levar, até hoje, à retirada de equinos promissores de várias modalidades atléticas (THOMASSIAN, 2005).

Nas últimas décadas, mais pesquisas vêm sendo direcionadas ao estudo dos efeitos dos exercícios, de diferentes intensidades e duração, sobre as diversas variáveis sanguíneas. Conforme já citado, com as técnicas de automação, as determinações laboratoriais, incluindo hemograma e exames bioquímicos, transformaram-se em ferramentas decisivas para o acompanhamento do equino atleta. Porém, poucas são as realizadas ainda no Brasil, apesar dos diversos grupos de estudos que vêm se formando em universidades renomadas. O estabelecimento de valores de referência nacionais, seja no repouso ou após atividades atléticas, para as diferentes raças usadas nos esportes hípicas, é essencial para a correta interpretação dos resultados obtidos, visando a avaliação do condicionamento e melhora da performance atlética.

Os equinos usados na presente pesquisa foram mantidos em condições semelhantes de estabulação e alimentação e todos estavam aptos ao tipo de exercício físico realizado. Com isto, o objetivo foi reduzir quaisquer interferências nos resultados obtidos por manipulação excessiva ou exagerada ou por estresse de manejo ou na realização do exercício.

De acordo com Thomassian (2005), o cavalo deve ser avaliado quanto à sua aptidão e ao desempenho atlético, utilizando-se de testes que atendam às mais diferentes condições de trabalho, sendo imprescindível que se disponha de condições mínimas para sua realização, quer seja a campo ou em laboratório de medicina esportiva equina. A avaliação a campo pode ser realizada sem muita sofisticação, permitindo uma estimativa segura das respostas metabólicas do cavalo. Comumente nos testes a campo,

são mensuradas a frequência cardíaca e determinadas diversas variáveis hematológicas e bioquímicas (HINCHCLIFF, 2007).

A aferição da frequência cardíaca é um dos testes mais simples a ser executado e é de grande valia durante o exercício físico em equinos atletas, pois visa quantificar a intensidade do trabalho, monitorar condicionamento físico e, assim, analisar o efeito do exercício físico sobre o sistema cardiovascular (THOMASSIAN, 2005). É esperado que a frequência cardíaca aumente durante o exercício, em resposta a atividade simpática devido à liberação de catecolaminas, que irão aumentar significativamente o volume sistólico e por sua vez o débito cardíaco, melhorando significativamente a oxigenação tecidual. Segundo Evans (2007), o aumento da velocidade do exercício leva a um aumento linear da frequência cardíaca até o ponto em que a frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$) é atingida, geralmente em valores que oscilam entre 240-250 bpm.

No presente estudo, a aferição ao longo do exercício não foi realizada. Mas, segundo Ferraz (2006) e Capeletto et al. (2009), é possível usar a aferição feita imediatamente após o exercício, semelhante ao que foi feito na presente pesquisa. Os valores basais médios obtidos na presente pesquisa oscilaram entre 42 e 44 bpm, próximos aos descritos por McKeever e Hinchcliff (1995), que citam valores no repouso entre 30-40 bpm, e inferiores aos relatados por Ferraz (2006), que citou valores de 70 bpm no repouso. O valor da frequência cardíaca no repouso em equinos depende do nível de relaxamento do animal (PRATES et al., 2009). No pós exercício imediato os valores registrados na presente pesquisa (91 ± 14 bpm) foram inferiores aos descritos por Prates et al. (2009), que registraram valores oscilando entre 153 e 193 bpm. Vale ressaltar que Prates et al. (2009) trabalharam com Mangalarga Marchador, equinos submetidos a um exercício com tempo bem superior (50 minutos de duração), quando comparados com os equinos usados no presente estudo, cuja duração não excedeu os dez segundos, fato que poderia justificar as diferenças observadas. Segundo Prates et al. (2009), a velocidade do retorno da frequência cardíaca aos valores basais depende da intensidade e duração do exercício, condicionamento do animal e condições ambientais. Seus resultados após a prova de marcha foram diferentes dos descritos por Fernandes (1997) que trabalharam com Puro sangue Inglês, sugerindo a presença de diferenças na performance cardíaca entre animais que realizam exercícios de diferentes modalidades.

A avaliação das concentrações médias de lactato plasmático obtidas no momento de repouso - M0 ($0,49 \pm 0,24$ mmol/l), ou seja, uma semana antes da realização da prova, porém com o equino em treinamento, revelou valores semelhantes aos descritos

por Art et al. (1990) para cavalos de Sela Belga ($0,52 \pm 0,03$ mmol/l) e por McGowan (2008) para cavalos de corrida (0,5 e 1,0 mmol/l). Também foram semelhantes às descrições nacionais de Marques et al. (2002) que trabalharam com equinos Puro Sangue Inglês submetidos a dois tipos de testes à campo. Porém, a avaliação no momento imediatamente antes da prova – M1 ($0,93 \pm 0,16$ mmol/l) revelou tendência a elevação, mesmo que não significativa, destes valores, enquadrando-se dentro das descrições de Ferraz (2006), que descreveu $0,72 \pm 0,06$ mmol/l para equinos da raça Árabe, e McGowan (2008).

Não existem descrições, segundo Marques et al. (2002), de que os valores basais de lactato plasmático sofram interferência do treinamento. Sendo assim, não seriam esperadas diferenças entre equinos treinados e equinos não treinados, discordando de Nogueira et al. (2002) que correlacionaram o treinamento com os valores basais de lactato em equinos da raça Puro Sangue Inglês. Em ambos os casos os valores descritos por Nogueira et al. foram bem superiores aos encontrados na presente pesquisa.

O aumento dos valores plasmáticos de lactato é esperado após qualquer tipo de exercício, sendo dependente principalmente da intensidade e da duração do mesmo (EATON, 1994; SANTOS, 2006). Todas as fontes de energia são ativadas, independente do tipo do exercício e, segundo Eaton (1994) e McGowan (2008), a produção de lactato é uma resposta normal aos requerimentos energéticos do exercício.

Gomide et al. (2006) citam que a mensuração do lactato plasmático após o exercício permite inferir no nível de esforço físico ao qual os animais foram submetidos bem como determinar o preparo dos referidos animais para realizar o exercício imposto, ao associar tais resultados com a avaliação clínica dos animais. Através da comparação dos valores pós-prova ($9,86 \pm 2,09$ mmol/l) e da magnitude do aumento dos mesmos em relação aos pré-prova ($0,93 \pm 0,16$ mmol/l) é possível dizer que a intensidade da atividade física imposta aos equinos da raça Quarto de Milha da presente pesquisa foi grande. Corroborando com tal afirmativa, Santos (2006) destaca que exercício de alta intensidade promove aumento de lactato plasmático superior a 4 mmol/l e os exercícios de intensidade moderada caracterizariam aumentos plasmáticos entre 2,5 e 4 mmol/l. Marques (2002) também comprovou tal afirmativa ao observar que nos equinos submetidos a exercício de baixa intensidade e curta duração não houve aumento significativo nos valores de lactato, discordando de outros relatos. Tal fato foi justificado pelo fato do exercício imposto ser considerado pouco exigente do ponto de

vista atlético do equino e também que o nível de atividade imposto permitiu que o organismo fosse capaz de metabolizar o lactato produzido. O mesmo autor também relatou que naqueles animais submetidos a exercícios de alta intensidade e curta duração, semelhante ao executado pelos equinos Quarto de Milha nas provas de laço em dupla, houve aumento PAREI AQUI significativo, com valores atingindo 2,12 mmol/l. Este valor foi inferior ao descrito na presente pesquisa na qual foi atingido valores de $9,86 \pm 2,09$ mmol/l. Por se tratarem de pesquisas que submeteram os equinos usados a um nível de esforço físico semelhante, esta disparidade de valores pode ser atribuída ao momento da coleta, visto que no trabalho de Marques (2002) as amostras de sangue foram obtidas 30 minutos após o término da atividade física e na presente pesquisa as amostras foram coletadas imediatamente após ao término da mesma, conforme recomenda Keadle et al. (1993), que citam que o pico de lactato plasmático ocorre em até 10 minutos após o exercício.

A magnitude de elevação foi semelhante às descrições de Pinkowski et al. (1998), Ferraz et al. (2006) e Gomide et al. (2006), que respectivamente trabalharam com trote, exercício progressivo em esteira e CCE (concurso completo de equitação). Isto pode sugerir uma intensidade da atividade física executada semelhante entre os trabalhos comparados, bem como, principalmente nos estudos que usaram equinos rotineiramente trabalhados em provas de resistência, uma baixa taxa de remoção do lactato produzido em decorrência da duração prolongada de atividade. Portanto uma análise criteriosa deve ser feita sempre levando em consideração o nível de intensidade e duração impostos no exercício físico.

Ainda relacionando a produção de lactato plasmático com a intensidade do exercício, Davie e Evans (2000) citaram que em provas com distância de até 800 m, semelhante ao percurso percorrido pelo equinos na prova de laço em dupla, os valores de lactato plasmático atingem 4 a 19 mmol/l após o exercício, sendo o aumento das concentrações proporcional a intensidade da atividade física. Dentro deste intervalo encaixa-se o valor médio registrado na presente pesquisa.

A determinação plasmática de lactato após o exercício também permite determinar o sistema predominante de produção de energia. A análise dos valores registrados pós-prova – M2 ($9,86 \pm 2,09$ mmol/l) permitiu a constatação de que houve predominância da produção de energia por via anaeróbica láctica, concordando com as descrições de Gomide et al. (2006) e Kowal et al. (2006), visto que os valores foram superiores a 4 mmol/l.

Não foi possível na presente pesquisa confirmar que o treinamento físico reduz a magnitude do aumento de lactato plasmático após o exercício porque nenhuma avaliação clínica e laboratorial dos mesmos animais foi feita previamente de forma a ser comparada com os resultados obtidos após a prova realizada. Este fato é citado por diversos autores (AGUERA et al., 1995; ART e LEKEUX, 2005; GOMIDE et al., 2006; SANTOS, 2006).

Nenhum dos equinos usados atingiu valores pós-prova tão elevados quanto os descritos por Pösö (2002) que descreveu 30 mmol/l após exercício submáximo podendo levar à miopatia. Todos os equinos seguiram em outras provas no mesmo dia, não demonstrando alterações clínicas. Vale novamente ressaltar a necessidade de correlacionar os valores de lactato plasmático com os sinais clínicos. Animais mal condicionados podem demonstrar fadiga muscular após exercício físico, atingindo valores de lactato plasmático relativamente baixos, demonstrando a incapacidade de produção de energia para aquele nível de atividade. Este fato foi comprovado por Mirian (2008) que demonstrou valores de 8,57 mmol/l nos cavalos de Hipismo Clássico bem condicionados que completaram o percurso, magnitude semelhante à encontrada nos equinos da raça Quarto de Milha usados na presente pesquisa, mas na qual os animais prosseguiram nas etapas seguintes da prova sem comprometimento físico, e de somente 4,97 mmol/l, nos animais mal condicionados. Foi essencial a avaliação clínica dos equinos, procedimento que também foi executado nesta pesquisa visando estabelecer se o animal realmente estava condicionado à atividade física implementada.

Apesar dos testes a campo serem realizados com frequência e permitirem uma avaliação real dos efeitos do exercício, condições climáticas e de pista sobre o exercício físico, algumas variáveis, classicamente usadas na avaliação de condicionamento atlético não são possíveis de serem avaliadas, tais como VL₄, L₁₅₀ ou L₂₀₀.

A avaliação das atividades séricas de AST e CK frente ao exercício mostrou-se um desafio a parte dentro do presente trabalho. Existem grandes diferenças na literatura consultada referente aos valores considerados de repouso e valores obtidos após a realização de uma atividade atlética. Estas enzimas sofrem influência de diversos fatores tais como raça, idade, tipo e duração do exercício imposto, além de fatos ambientais e de manejo, segundo Balarin et al. (2005). Brandi et al. (2008) reforçam a grande dificuldade na comparação com a literatura visando estabelecer normalidade dos resultados encontrados e sugerem que a avaliação dos efeitos do exercício físico seja feita através da comparação com o valor basal, no repouso, obtido do próprio animal.

É importante ressaltar a necessidade de associar os resultados encontrados com o exame clínico criterioso do animal após a realização do exercício, visto que estas enzimas são rotineiramente usadas para diagnóstico de lesões musculares (CARDINET, 1997). Porém, em todos os momentos de avaliação, os valores foram bem inferiores aos descritos por Harris et al. (1998), Janssen et al. (1989) e Aleman (2008), além do fato que clinicamente os equinos não demonstraram quaisquer alterações como claudicações, tremores musculares, relutância em caminhar, e seguiram bem para as fases seguintes das provas.

A maioria dos relatos na literatura descreve atividades e protocolos realizados fora do Brasil. E dentre os nacionais (p.ex., Balarin et al., 2005; Gomide et al., 2006; Brandi et al., 2008), grande maioria é executada em equinos de enduro e em condições controladas usando esteira ergométrica, o que dificultou ainda mais a análise dos resultados da presente pesquisa.

As condições climáticas do dia da prova, conforme descrito nos resultados, são compatíveis com as descritas no trabalho de Pritchard et al. (2009), cujos autores ressaltam a importância de tais pesquisas em condições de clima quente e úmido para facilitar a interpretação de resultados obtidos por clínicos a campo em regiões similares.

No presente estudo, os valores apresentados para a enzima AST pelos equinos antes do treinamento, ou seja nos momentos repouso (M0) e imediatamente antes da prova (M1), foram semelhantes aos observados por Cardinet (1997), Spinha de Toledo et al. (2001), Robinson (2003) e Pritchard et al. (2009), superiores aos de Art et al. (1990) e inferiores aos relatados por Balarin et al. (2005).

Após a prova de laço em dupla (M2), foi possível observar uma redução significativa em relação ao valor obtido imediatamente antes da atividade física (M1), discordando de várias citações da literatura. Segundo Snow et al. (1983) e Valberg (1996), ocorre aumento da permeabilidade do sarcolema frente ao exercício físico e Lofstedt e Collatos (1997) complementam que o aumento de suas concentrações séricas seria influenciado pela fase do treinamento e o tipo de exercício físico. Corroborando com isto, Freestone et al. (1989) descreveram aumento em 35% da atividade sérica de AST após o galope.

Entretanto, outros autores (SPINHA DE TOLEDO et al., 2001; BALARIN et al., 2005; KOWAL et al., 2006; MARTINS et al., 2008) descreveram que os valores séricos de AST não apresentaram em seus trabalhos diferenças significativas após trote, galope ou enduro, ou seja, em diferentes intensidades de exercício. Comprando-se os valores

registrados logo após a prova de laço em dupla (M2), com o momento repouso (M0), é possível notar que não há diferença significativa. Da mesma forma ocorre na comparação dos valores repouso (M0) e antes da prova (M1), onde também não há diferença significativa. Isto pode sugerir que não houve influência do exercício sobre a concentração sérica de AST. E que a tendência ao aumento no momento antes da prova (M1) em relação ao repouso (M0) seja ainda reflexo de atividade física realizada até 24 horas antes do transporte.

Segundo Siciliano et al. (2005), o treinamento pode atenuar o aumento da atividade sérica de AST após exercício físico. Porém, conforme já citado, não foi possível na presente pesquisa confirmar que o treinamento físico reduz a magnitude do aumento de AST sérico após o exercício porque nenhuma avaliação clínica e laboratorial dos mesmos animais foi feita previamente de forma a ser comparada com os resultados obtidos após a prova realizada. Além disto, Thomassian et al. (2007) descreveram que o pico de AST após atividade física ocorre com 24 horas. Portanto, para se afirmar que não houve aumento da concentração sérica desta enzima, amostra de sangue deveria ser avaliada neste momento e isto não foi feito na presente pesquisa.

No presente estudo, os valores apresentados para a enzima CK pelos equinos antes do treinamento, ou seja nos momentos repouso e imediatamente antes da prova, foram semelhantes aos observados por Art et al. (1990) e Robinson (2003), superiores aos relatados por Cardinet (1997) e inferiores às descrições de Pritchard et al. (2009).

Após a prova de laço em dupla (M2), foi possível observar um aumento significativo em relação ao valor obtido imediatamente antes da atividade física (M1), concordando com Valberg (1996), Losftadt e Collatos (1997), Spinha de Toledo et al. (2001), Balarin et al. (2005) e Kowal et al. (2006). A magnitude de elevação e valores semelhantes aos descritos por Martins et al. (2008), que trabalharam com animais de enduro, e bem inferiores às descrições de Rose et al. (1980), trabalhando com equinos de corrida e de enduro. Novamente, a justificativa de todos estes autores para o aumento da concentração sérica de CK após o exercício foi o aumento da permeabilidade do sarcolema. Da mesma forma que AST, o aumento de CK também é influenciado pela fase de treinamento e tipo de exercício (LOSFTADT e COLLATOS, 1997), porém a influência do treinamento sobre a atividade sérica desta enzima não foi constatado nesta pesquisa. Porém, é possível afirmar que o aumento observado no presente estudo não reflete lesão muscular, visto que os valores registrados após o exercício encontram-se dentro da normalidade segundo Robinson (2003) e Pritchard et al. (2009) e clinicamente

os animais encontravam-se bem. Novamente é importante ressaltar que as diferenças dos valores encontrados em todas as fases de avaliação podem ser decorrentes das diferenças nas raças estudadas e dos fatores ambientais e de manejo.

A diferença significativa observada na comparação dos valores de CK obtidos no momento repouso (M0) e no momento imediatamente antes da prova (M1), não era esperada. Uma semana antes da prova os equinos estavam em pleno período de treinamento, fato que pode justificar a elevada concentração de CK no momento registrado como repouso (M0). Em relação à AST, conforme supracitado, há menor influência da atividade física realizada, fazendo com que seus valores séricos não oscilassem. A probabilidade dos equinos terem sido trabalhados até 24 horas antes do transporte feito para o local da prova é reforçada pela avaliação de AST, o qual sugere tendência a aumento do momento repouso (M0), para o registrado antes da prova (M1). A diferença entre as variáveis bioquímicas provavelmente está relacionada ao tempo para atingir pico circulatório, conforme cita Thomassian et al. (2007). Estes autores reforçam que AST leva 24 horas enquanto CK leva de 4-6 horas. Sendo assim, no momento imediatamente antes da prova (M1), os níveis de CK já estavam basais e os de AST estavam no pico máximo.

As diferenças observadas com relação aos valores obtidos por outros autores, tanto para AST quanto para CK, reforçam a importância do estabelecimento de valores regionais para as referidas variáveis sanguíneas, de forma a tornar tais exames laboratoriais ferramentas valiosas na avaliação da atividade física dos equinos.

7. CONCLUSÕES

Os resultados da presente pesquisa nos permite concluir que:

O exercício físico imposto através da prova de laço em dupla gera um aumento significativo nos valores plasmáticos de lactato. Esta acentuada elevação no lactato plasmático nos permite sugerir, que o esforço físico ao qual os animais foram submetidos foi de alta intensidade e curta duração e que a obtenção de energia para execução do mesmo foi feita principalmente pela glicólise anaeróbica.

O exercício físico imposto através da prova de laço em dupla gera uma elevação significativa nos valores séricos de CK, porém sem alteração nos valores de AST.

A avaliação dos resultados laboratoriais associada ao exame clínico nos permite concluir que os equinos usados na referida prova encontravam-se fisicamente condicionados à mesma, ou seja, os animais estavam aptos a realizar o tipo de exercício imposto.

REFERÊNCIAS

ABQM. Associação Brasileira dos Criadores de Cavalo Quarto de Milha. **A Raça**. Disponível em: [HTTP://www.abqm.com.br](http://www.abqm.com.br). Acesso em 09 outubro 2009.

AGUERA, E.I.; RUBIO, D.; VIVO, R.; SANTISTEBAN, R.; AGUERA, S.; MUÑOZ, A.; CASTEJÓN, F.M. Heart rate and plasma lactate responses to training in andalusian horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 15, n. 12, p. 532-536, 1995.

ALEMAN, M. A review of equine muscle disorders. **Neuromuscular disorders**, v. 18, p. 277-287, 2008.

ART, T.; AMORY, H.; DESMECHT, D.; LEKEUX, P. Effect of show jumping on heart rate, blood lactate and other plasma biochemical values. **Equine Veterinary Journal**, suppl. 9, p. 78-82, 1990.

ART, T.; LEKEUX, P. Exercise-induced physiological adjustments to stressful conditions in sport horses. **Livestock Production Science**, v. 92, p. 101-111, 2005.

BALARIN, M. R. S.; LOPES, R. S.; KOHAYAGAWA, A.; LAPOSY, C. B.; FONTEQUE, J. R. Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama- glutamiltransferase 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.

BERGMEYER, H. U. **Methods of enzymatic analysis**. EUA: Academic Press, 1974. 1064 p.

BRANDI, R.A.; FURTADO, C.E.; MARTINS, E.N.; FREITAS, E.V.V.; LACERDA-NETO, J.C.; QUEIROZ-NETO, A. Efeito de dietas com adição de óleo e do treinamento sobre a atividade muscular de equinos submetidos à prova de resistência. **Acta Sci. Anim. Sci.**, v. 30, n. 3, p. 307-315, 2008.

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

CAPELETTO, E.C.; ANGELI, A.L.; GRAFF, H. Respostas fisiológicas em Quarto de Milha após prova de tambor. **Rev. Acad. Ciênc. Agrar. Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 299-304, 2009.

CARDINET, G.H. Skeletal muscle function. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of domestic animals**. 5th ed. London: Academic Press, 1997. p.407-440.

COUROUCÉ, A.; CHATARD, J. C.; AUVINET, B. Estimation of Performance Potential of Standardbred Trotters from Blood Lactate Concentrations Measured in Field Conditions. **Equine Veterinary Journal**, v. 29, n. 5, p. 365-369, 1997.

COUROUCE, A.; CORDE, R.; VALETTE, J.P.; CASSIAT, G.; HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. Comparison of some responses to exercise on the track and the treadmill in French trotters: determination of the optimal treadmill incline. **The Veterinary Journal**, v. 159, p. 57-63, 2000.

DAVIE, A. J.; EVANS, D. L. Blood Lactate Responses to Submaximal Field Exercise Tests in Thoroughbred Horses. **The Veterinary Journal**, v. 159, p. 252-258, 2000.

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 Communication**, 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.

EATON, M.D.; EVANS, D.L.; HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. Maximal accumulated oxygen deficit in Thoroughbred horses. **Journal of Applied Physiology**, v. 78, n. 4, p. 1564-1568, 1995.

EATON, M.D.; HODGSON, D.R.; EVANS, D.L.; ROSE, R.J. Effects of low- and moderate-intensity training on metabolic responses to exercise in Thoroughbreds. **Equine Veterinary Journal**, Supl.30, p.521-527, 1999.

EVANS, D. L. Physiology of equine performance and associated tests of function. **Equine Veterinary Journal**, v. 39, p. 373-383, 2007.

FALASCHINI, A.; TROMBETTA, M.F. Modifications induced by training and diet in some exercise-related blood parameters in young trotters. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 21, n. 12, p. 601-604, 2001.

FERNANDES, W.R. Avaliação clínica do sistema circulatório. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária**, n. 19, p. 69-75, 1997.

FERRAZ, G.C. **Respostas endócrinas, metabólicas, cardíacas e hematológicas de equinos submetidos ao exercício intenso e à administração de cafeína, aminofilina e clenbuterol**. 2006. 98 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária). Faculdade de Ciências agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal.

FRANCISCATO, C.; LOPES, S.T.A.; VEIGA, A.P.M.; MARTINS, D.B.; EMANUELI, 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.

FRAPE, D. **Equine nutrition & feeding**. 2nd ed. Oxford: Blackwell Science, 1998. 564p.

FREESTONE, J. F.; WOLFSHEIMER, K. J.; KAMERLING, S. G.; CHURCH, G.; HAMRA, J.; BAGWELL, C. Exercise induced hormonal and metabolic changes in Thoroughbred horses: effects of conditioning and acepromazine. **Equine Veterinary Journal**, v. 23, n. 3, p. 219-223, 1991.

GOMIDE, L. M. W.; MARTINS, C. B.; OROZCO, C. A. G.; SAMPAIO, R. C. L.; BELLI, T.; BALDISSERA, V.; LACERDA NETO, J. C. Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. **Ciencia Rural**, v. 36, n. 2, p. 509-513, 2006.

GRAPHPAD PRISM. **GraphPad Software**. Version 3.00. San Diego, 1999.

GROSSKOPF, J.F.W.; VAN RENSBURG, J.J.; BERTSCHINGER, H.F. Haematology and blood chemistry in horses during a 210 km endurance ride. In: SNOW, D.H.; PERSSON, S.G.B.; ROSE, R.J. **Equine exercise physiology**. Cambridge: Granta Editions, 1982. p. 416-424.

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. **Veterinary Journal**, v.155, p.295-304, 1998.

HINCHCLIFF, K. W.; GEOR, R. J.; KANEPS, A. J. **Equine exercise physiology: the science of exercise in the athletic horse**. Philadelphia: Saunders, 2007. 476p.

HODGSON, D.R., ROSE, R.J. Hematology and biochemistry. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The Athletic Horse: Principle and Practice of Equine Sports Medicine**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1994. p. 63-78.

JANSSEN, G.M.; KUIPERS, H.; WILLEMS, G.M.; DOES, R.J.; JANSSEN, E.P.; GEURTEN, P. Plasma activity of muscle enzymes: quantification of skeletal muscle damage and relationship with metabolic variables. **Internal Journal of Sports Medicine**, v. 10, suppl. 3, p. 60-108, 1989.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. Ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

KEADLE, T.L.; POURCIAU, S.S.; MELROSE, P.A.; KAMMERLING, J.J.; HOROHOV, D.W. Acute exercise stress modulates immune function in unfit horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 13, n. 4, p. 226-231, 1993.

KERR, M.G.; SNOW, D.H. Plasma enzyme activities in endurance horses. In: SNOW, D.H.; PERSSON, S.G.B.; ROSE, R.J. **Equine exercise physiology**: proceedings of the first international conference. Cambridge: Granta Editions, 1983. p. 432-440.

KIENZLE, E.; FREISMUTH, A.; REUSCH, A. Double blind placebo controlled vitamin E ou selenium supplementation of Sport horses with unspecified muscle problems. **Journal of Nutrition**, v. 136, n. 7, p. 2045-2047, 2006.

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 (2.7.3.2) 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.

LACOMBE, V.A.; HINCHCLIFF, K.W.; TAYLOR, L.E. Interactions of substrate availability, exercise performance and nutrition with muscle glycogen metabolism in horses. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 223, n. 11, p. 1576-1585, 2003.

LINDNER, A.; LÓPEZ, R.A.; DURANTE, E.; FERREIRA, V.; FEDERICO, F.M.B. Conditioning horses at V10 3 times per week does not enhance V4. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 29, n. 12, p. 828-832, 2009.

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

LUNA, S. P. L. Equilíbrio Ácido-Básico. In: Apostila da Disciplina de Anestesiologia Veterinária do Curso de Medicina Veterinária da FMVZUNESP- Botucatu, 2002. p. 1-22.

MARQUES, M. S. **Influência do exercício físico sobre os níveis de lactato plasmático e cortisol sérico em cavalos de corrida.** 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado em Clínica Veterinária). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARQUES, M.S.; FERNANDES, W.R.; COELHO, C.S.; MIRANDOLA, R. Influência do exercício físico sobre os níveis de lactato plasmático e de cortisol sérico em cavalos de corrida. **A Hora Veterinária**, v. 22, n. 129, p. 29-32, 2002

MARTINS, C. B.; OROZCO, C. A. G.; D´ANGELIS, F. H. F.; FREITAS, E. V. V.; CHRISTOVÃO, F. G.; QUEIROZ NETO, A.; LACERDA NETO, J. C. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 12, n. 1/3, p. 62-65, 2008.

MARZZOCO, A.; TORRES, B.B. **Bioquímica Básica.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1999. 360 p.

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

McKEEVER K. H.; HINCHCLIFF, K. W. Neuroendocrine control of blood volume, blood pressure, and cardiovascular function in horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 14, n. 18, p. 77-81, 1995.

McKEEVER, K. H. The endocrine system and the challenge of exercise. **The Veterinary Clinics of North American- Equine Practice**, v. 18, n. 2, p. 321-353, 2002.

MIRIAN, M. **Padronização de teste incremental de esforço máximo a campo para cavalos que pratiquem “hipismo clássico.”** 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado em Clínica Veterinária). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MULLEN, P.A.; HOPES, R.; SEWELL, J. The biochemistry, haematology, nutrition and racing performance on two-year-old thoroughbreds throughout their training and racing season. **Veterinary Record**, v. 104, n. 5, p. 90-95, 1979.

NOGUEIRA, G.P.; BARNABE, R.C.; BEDRAN-DE-CASTRO, J.C.; MOREIRA, A.F.; FERNANDES, W.R.; MIRANDOLA, R.M.S.; HOWARD, D.L. Serum cortisol, lactate and creatinine concentrations in Thoroughbred fillies of different ages and states of training. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, n. 1, p. 54-57, 2002.

PADALINO, B.; RUBINO, G.; CENTODUCATI, P.; PETAZZI, F. Training versus overtraining: evaluation of two protocols. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 27, n. 1, p. 28-31, 2007.

PINKOWSKI, W.; MOHR, E.; KRZYWANIEK, H. Selected blood parameters during recovery from strenuous running exertion in trotters. **Journal of Veterinary Medicine A**, v. 45, n. 5, p. 279-286, 1998.

POOLE, R.C.Ç HALESTRAP, A.P. Transport of lactate and other monocarboxylates across mammalian plasma membranes. **American Journal of Physiology**, v. 264, n. 4, p. 761-782, 1993.

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

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2000. 527p.

PRATES, R.C.; REZENDE, H.H.C.; LANA, A.M.Q.; BORGES, I.; MOSS, P.C.B.; MOURA, R.S.; REZENDE, A.S.C. Heart rate of Mangalarga Marchador mares under marcha test and supplemented with chrome. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 916-922, 2009.

PRITCHARD, J.C.; BURN, C.C.; BARR, A.R.S.; WHAY, H.R. Haematological and serum biochemical reference values for apparently healthy working horses in Pakistan. **Research in Veterinary Science**, v. 87, 389-395, 2009.

PRYCE, J.D. A modification of Barker-Summerson method for the determination of lactic acid. **Analyst**, v.94, p.1151-1152, 1969.

RICHARD, E.A.; FORTIER, G.D.; PITEL, P.H.; DUPUIS, M.C.; VALETTE, J.P.; ART, T.; DENOIX, J.M.; LEKEUX, P.M.; ERCK, E.V. Sub-clinical diseases affecting performance in Standardbred trotters: diagnostic methods and predictive parameters. **The Veterinary Journal**, doi:10.1016/j.tvjl.2009.04.016, 2009.

ROBINSON, E.N. **Current therapy in equine medicine**. 5. ed. Philadelphia: Saunders, 2003. 960p.

ROSE, J.R.; ARNOLD, K.S.; CHURCH, S. Plasma and sweat electrolyte concentrations in the horse during long distance exercise. **Equine Veterinary Journal**, v.12, n.1, p.19-22, 1980.

ROSE, R. J.; ALLEN, J. R.; HODGSON, D. R.; STEWART, J. H. Responses to submaximal treadmill exercise in the horse: changes in haematology, arterial blood gas and acid base measurements, plasma biochemical values and heart rate. **Veterinary Record**, v. 113, n. 26-27, p. 612-618, 1983.

ROSE, B.D.; POST, T.W. Regulation of Water and Electrolyte Balance - Regulation of Acid-Base Balance. In: ROSE, B.D.; POST, T.W. **Clinical Physiology of Acid-Base and Eletrolyte Disorders**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2001. p. 239-402.

SANTOS, V.P. **Variações hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes tipos de protocolos de exercício**. 2006. 94p. Dissertação (Mestrado em

Ciências Veterinárias). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SCHMID, M., FOSTNER, L.A. **Laboratorie testing in veterinary medicine diagnosis in the clinical monitoring**. Mannheim: Boehringer, 1986. 253p.

SICILIANO, P. D.; LAWRENCE, L. M.; DANIELSEN, K.; POWELL, D. M.; THOMPSON, K. N. Effect of conditioning and exercise type on serum creatinekinase and aspartate aminotransferase activity. **Equine Veterinary Journal**, Supp. 18, p. 243-247, 1995.

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.; HARRIS, R.C.; MACDONALD, I.A.; FORSTER, C.D.; MARLIN, D.J. Effects of high-intensity exercise on plasma catecholamines in the Thoroughbred horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 24, n. 6, p. 462-467, 1992.

SNOW, D.H., VALBERG, S.J. Muscle anatomy, physiology, and adaptations to exercise and training. In: HODGSON, D.R., ROSE, R.J. (Eds.). **The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1994. p. 145– 179.

SPINHA DE TOLEDO, P.; DOMINGUES JUNIOR, M.; FERNANDES, W. R.; MAGONE, M. Atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama-glutamil transferase, lactato desidrogenase e glicemia em cavalos da raça PSI submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 8, n. 2, p. 73-77, 2001.

STOCKHAM, S. L. Interpretation of equine serum biochemical profile results. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 11, n. 3, p. 393- 408, 1995.

SZWAROCKA-PRIEBE, T.; GILL, J. Seasonal enzyme activity changes in two aminotransferases AspAT and AIAT, acid and alkaline phosphatases and aldolases in

the serum of Thoroughbred horses during a racing season. **Acta Physiologica Polonica**, v. 35, n. 3, p. 249-256, 1984.

TATEO, A.; VALLE, E.; PADALINO, B.; CENTODUCATI, P.; BERGERO, D. Change in some physiological variables induced by Italian traditional conditioning in Standardbred yearling. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 28, n. 12, p. 743-750, 2008.

THOMASSIAN, A.; WATANABE, M.J.; ALVES, A.L.G.; HUSSNI, C.A.; NICOLETTI, J.L.M.; FONSECA, B.P. Concentrações de lactato sanguíneo e determinação do V4 de cavalos da raça Árabe durante teste de exercício progressivo em esteira de alta velocidade. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, p. 63-68, 2005.

THOMASSIAN, A. Medicina Esportiva Equina. Da inspeção ao computador: Parte II. Disponível em: [HTTP://www.spmv.org.br/conpavet2004/.../Armen%20Tomassian-II.doc](http://www.spmv.org.br/conpavet2004/.../Armen%20Tomassian-II.doc). Acesso em 09 outubro 2009.

VALBERG, S.J. Muscular causes of exercise intolerance in horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.12, p.495-515, 1996.

APÊNDICES

Apêndice A. Registro da idade, sexo e dos valores individuais de frequência cardíaca e das dosagens de lactato plasmático (mg/dl) e determinações séricas de aspartato aminotransferase (AST – UI/l) e creatinoquinase (CK – UI/l) em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla, no momento repouso (M0), no haras, sete dias antes da prova atlética, mas em treinamento.

n	Idade	FC	Sexo	Lactato	AST	CK
01	9	38	Macho	0,64	225,2	145,7
02	8	38	Macho	0,58	254,9	145,7
03	6	34	Macho	0,79	251,4	161,9
04	4	42	Fêmea	0,40	75,0	97,1
05	5	40	Macho	0,44	213,0	89,1
06	14	32	Macho	0,50	204,3	121,4
07	6	32	Macho	0,53	190,3	80,9
08	8	44	Macho	1,21	186,8	80,9
09	12	39	Macho	0,63	200,8	113,3
10	9	48	Macho	0,57	188,6	97,1
11	5	40	Macho	0,30	188,8	72,9
12	9	44	Macho	0,43	183,3	137,6
13	10	60	Macho	0,20	172,9	210,0
14	14	48	Macho	0,44	204,3	121,4
15	12	40	Macho	0,34	102,5	89,1
16	7	36	Macho	0,24	161,9	105,2
17	5	36	Macho	0,77	209,5	113,3
18	8	40	Macho	0,12	164,1	72,8
19	5	40	Macho	0,35	165,9	81,0
20	14	60	Fêmea	0,48	237,5	80,9

Apêndice B. Registro da idade, sexo e dos valores individuais de frequência cardíaca e das dosagens de lactato plasmático (mg/dl) e determinações séricas de aspartato aminotransferase (AST – UI/l) e creatinoquinase (CK – UI/l) em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla, imediatamente antes da realização da prova atlética (M1).

n	Idade	FC	Sexo	Lactato	AST	CK
01	9	36	Macho	1,07	150,2	24,3
02	8	44	Macho	0,79	258,4	56,7
03	6	36	Macho	0,96	240,9	48,6
04	4	40	Fêmea	0,81	127,5	72,9
05	5	60	Macho	0,86	204,3	64,7
06	14	44	Macho	1,00	206,0	56,7
07	6	60	Macho	0,89	171,1	32,4
08	8	64	Macho	0,95	141,4	48,6
09	12	40	Macho	0,84	225,2	56,7
10	9	28	Macho	0,98	143,2	48,6
11	5	40	Macho	0,82	178,1	32,4
12	9	36	Macho	0,62	216,5	48,6
13	10	48	Macho	0,99	240,9	48,6
14	14	44	Macho	1,01	232,2	32,4
15	12	40	Macho	1,09	251,4	40,5
16	7	40	Macho	0,91	261,9	89,1
17	5	40	Macho	0,77	282,9	64,8
18	8	40	Macho	1,21	172,9	48,6
19	5	52	Macho	0,74	242,7	56,7
20	14	48	Fêmea	1,22	256,7	64,8

Apêndice C. Registro da idade, sexo e dos valores individuais de frequência cardíaca e das dosagens de lactato plasmático (mg/dl) e determinações séricas de aspartato aminotransferase (AST – UI/l) e creatinoquinase (CK – UI/l) em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla, imediatamente após a realização da prova atlética (M2).

n	Idade	FC	Sexo	Lactato	AST	CK
01	9	80	Macho	6,94	240,9	80,9
02	8	92	Macho	7,62	165,9	89,1
03	6	92	Macho	12,00	227,2	97,1
04	4	100	Fêmea	13,12	122,7	129,5
05	5	86	Macho	10,48	118,7	178,1
06	14	68	Macho	12,96	192,1	97,1
07	6	84	Macho	11,60	176,3	80,9
08	8	92	Macho	8,53	192,1	56,7
09	12	112	Macho	5,66	200,0	72,9
10	9	72	Macho	10,14	134,4	56,7
11	5	88	Macho	9,30	113,5	72,9
12	9	88	Macho	7,86	151,9	56,7
13	10	120	Macho	7,61	165,9	40,5
14	14	80	Macho	8,16	193,8	72,9
15	12	112	Macho	10,07	171,1	153,8
16	7	72	Macho	9,06	192,1	113,3
17	5	104	Macho	10,65	162,4	80,9
18	8	84	Macho	12,05	183,3	80,9
19	5	104	Macho	10,36	188,6	72,9
20	14	84	Fêmea	11,10	169,4	56,7