UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

Thais Pagotti Mota

Tipos de desaquecimentos na recuperação de cavalos Quarto de Milha submetidos à prova de tambor

Pirassununga
2016

Thais Pagotti Mota

Tipos de desaquecimentos na recuperação de cavalos Quarto de Milha submetidos a prova de tambor

"Versão Corrigida"

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia

Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientadora: Roberta Ariboni Brandi

Pirassununga

2016

Dedicatória

Dedico esta obra à minha família que esteve sempre ao meu lado em todas as horas da minha vida, sempre me apoiando e me dando forças para continuar.

Não poderia esquecer dos meus amigos de trabalho, que estiveram ao meu lado, em todas as lutas para que este estudo se concretizasse da melhor maneira possível. Obrigada a todos pelos risos, pelas horas intermináveis de coleta, pela companhia, o conhecimento e a amizade.

Por fim dedico o presente estudo aos cavalos e as pessoas que vivem essa paixão, espero poder contribuir para o aprendizado de todos.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus e todas as forças superiores por me darem proteção, auxílio e força para batalhar em busca dos meus sonhos.
À minha família, meu alicerce, minha base, meu tudo, que estiveram presente em todos os momentos me apoiando e me auxiliando no que precisei. Essa conquista é pra vocês!
À prof. Roberta Ariboni Brandi, que ao longo dos seis anos de convivência me apresentou a paixão aos cavalos e me ensinou o verdadeiro sentido de fazer o que se gosta. Obrigada pela orientação, paciência, incentivo e amizade. Saiba que hoje seguimos caminhos diferentes mas levarei seus ensinamentos comigo pra sempre. Obrigada de verdade!!
Ao Grupo de Pesquisa e Extensão em Equídeos e Animais de Companhia, sem vocês nada faria sentido ao longo da minha graduação e pós graduação. Foi neste grupo que soube o que era amizade, cumplicidade, carinho, respeito e orgulho!! Amo cada um de vocês!
Ao setor de Equideocultura FZEA/USP e seus funcionários, Valdir, Maicon, Roberlei e Cuel, pois foram minha casa e minha segunda família ao longo dos anos e de todos os experimentos. Obrigada pela ajuda e pelos ensinamentos.
Ao Rancho Colina e os proprietários Célia e José Carrera, pela disponibilidade dos animais e da propriedade, obrigada pela confiança e paciência. Ao treinador e ginete Gabriel Ugattis, que nos auxiliou montando todos os animais, obrigada pela disponibilidade e paciência.
Aos Prof. Júlio Cesar Balieiro, pelo auxílio nas análises estatísticas, obrigada pela dedicação e paciência.
À técnica de laboratório Clinico Veterinário da Unidade Didático Clínico, Danieli Passareli, pela disposição em ajudar e toda a atenção prestada.
As amigas e amigo do coração que permaneceram comigo durante toda a minha jornada, Madalena (Mada), Mikaele (Mika), Olivia (Li), Tiago (Pomada) e Aline (Lili) e Camilla (Perla), obrigada por tudo meninas e “Poms”, pelas horas de desabafo, pelo conhecimento, pela amizade e companheirismo.
À minha psicóloga Leslie Aldrigueti, que me auxiliou no fim da pós graduação, obrigada pela ajuda e por me fazer entender um pouco de mim mesma.
À FZEA por ter me acolhido durante a graduação e a pós graduação e a CAPES pela bolsa concedida na realização do mestrado.
À todos os cavalos que passaram pela minha vida e que me ensinaram o verdadeiro sentido do amor e da gratidão. Amo cada um de vocês!

Epígrafe

“***Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.***

(Marthin Luther King)

Resumo

MOTA, T.P. Tipos de desaquecimentos na recuperação de cavalos Quarto de Milha submetidos à prova de tambor. 2017. 44F. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

Com o objetivo de avaliar o efeito do método de desaquecimento sobre a recuperação de cavalos submetidos a prova de tambor, foram utilizados 10 equinos adultos, da raça Quarto de Milha treinados para prova de tambor. O treinamento dos animais foi acompanhado por 30 dias e consistiu de 3 seções de treinamento semanal com duração média de uma hora, acompanhados de cinco minutos de desaquecimento a passo. Para a avaliação dos métodos de desaquecimento, os cavalos fora submetidos a simulações da prova de três tambores. O protocolo foi divido em dois métodos de desaquecimento: 5 minutos de trote e 5 minutos de passo ou 10 minutos ao passo. Todos os animais foram submetidos aos dois métodos de desaquecimento em períodos distintos. A frequência cardíaca foi aferida através de frequencímetro portátil fixado na cilha da sela do animal, nos tempos: antes do exercício, antes e ao término de cada etapa do protocolo descrito acima e imediatamente após a passagem pelo tambor, imediatamente após o desaquecimento, 2; 4 e 6 minutos após o desaquecimento, após a retirada da sela e após a ducha. As amostras de sangue foram coletadas por meio de venopunção da jugular, nos tempos: antes do exercício, imediatamente após a passagem pelo tambor; 2; 4; 6 minutos e 6; 24; 48 e 72 horas, para as concentrações de glicose e lactato. Para o acompanhar a atividade das enzimas musculares (CK, AST e LDH) foram coletadas amostras de sangue nos tempos: antes do exercício, após a passagem pelo tambor, 6 minutos e 6; 24; 48 e 72 horas após o desaquecimento. Para a determinação das variáveis: glicose, lactato e as enzimas creatinaquinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase foram utilizados kits bioquímicos, lidos por espectrofotômetro semi automático. No decorrer do aquecimento dos animais, foi observado aumento progressivo da frequência cardíaca (FC) conforme aumentava-se a velocidade. A FC atingida após a passagem pelo tambor foi em média de 167,25 ± 32,64 (bpm). Foi observado efeito do método de desaquecimento ($p<0,05$) sobre a frequência cárdica, com ajuste linear da regressão ($y=88,87-2,1804x$) para desaquecimento a passo e ajuste quadrático para o desaquecimento a trote e passo ($y= 97,6-7,811x+0,4154 x^2$). Não foi observado efeito ($p>0,05$) do método de aquecimento e tempos de coleta sobre a atividade das enzimas CK, AST e LDH. Não foi observado efeito ($p>0,05$) do método de desaquecimento sobre a concentração sanguínea de glicose e lactato porém foi observado efeito do tempo de coleta ($p<0,05$). Na coleta de 24 horas após o exercício, observou-se concentração sanguínea de lactato dos animais desaquecidos ao trote e passo foi de 0,68±0,7mmol/l enquanto que os cavalos desaquecidos ao passo apresentaram 1,13 ± 0,81mmol/L. O desaquecimento do cavalo de tambor é importante para a sua recuperação. Cavalos desaquecidos utilizando trote e passo aparentam ter recuperação mais efetiva em 24 horas, favorecendo a realização de atividades em dias seguidos, como é pratica desta modalidade equestre. Este trabalho pode ser utilizado com base para o

desenvolvimento de programas de treinamento de cavalos desta modalidade para garantir melhor desempenho e recuperação.

Palavras-chave: exercício**,** equinos, fisiologia, lactato, metabolismo

Abstract

MOTA, T.P. Type of slowdown effect on the recovery of Quarter Horse submitted to racing barrel. 2017. 44F. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

In order to evaluate the effect of cooling down method on the recovery of horses subjected to barrel racing, ten adult Quarter horse breed horses were used, trained to barrel test. The animals training was monitored for 30 days and consisted of three weekly training sessions with an average duration of one hour, followed five minutes of slowdown by step. For the evaluation of the slowdown methods, the horses had been submitted to simulations of three barrel tests. The protocol was divided into two methods of slowdown: 5 minutes trotting and 5 or 10 minutes by step. All animals were submitted to both slowdown methods in different periods. Heart rate was measured using a portable frequency meter fixed on the animal's saddle at the times: before exercise, before and at the end of each protocol step described above and immediately after passage through the barrel immediately after the slowdown, 2; 4 e 6 minutes after slowdown, after removing the saddle and after the shower. Blood samples were collected by venipuncture of the jugular at the time: before exercise, immediately after passage through the barrel; 2; 4; 6 minutes and 6; 24; 48 and 72 hours, for concentrations of glucose and lactate analysis. To monitor the activity of the muscle enzyme (CK, AST and LDH) blood samples were collected at the times: before exercise, after passing through the barrel, 6 minutes and 6; 24; 48 and 72 hours after the cooling. To determine the variables: glucose, lactate, creatine kinase enzymes, lactate dehydrogenase and aspartate aminotransferase biochemical kits were used, read by semi automatic spectrophotometer. During the animals heating, a progressive increase in heart rate (HR) was observed as the speed increasing. The HR reached after passage through the barrel was on averaged 167.25 (bpm). It was observed effect of slowdown method ($p < 0.05$) on the HR with linear regression adjustment ($y = 88{,}87 - 2{,}1804x$) to slowdown by step and quadratic adjustment for trotting and step slowdown ($97{,}6 - 7{,}811x + 0.4154\ y = x2$). There was no effect ($p > 0.05$) of the heating method and collection times on the activity of CK, AST and LDH. There was no effect ($p > 0.05$) of the slowsown method on blood glucose and lactate but there was an effect of collection time ($p < 0.05$). At 24 hours after exercise, the blood lactate concentration of the slowdown animals at trot and step was 0.68 mmol / l while the cooled-down horses while had 1.13 mmol / l. The barrel horse slowdown is very important for it' recovery. slowdown horses using trot and step seem to have more effective recovery within 24 hours, favoring the performance of activities in consecutive days, as is practiced in this equestrian modality. This study can be used as basis for the development of horse training programs of this modality to ensure optimum performance and recovery.

Palavras-chave: exercise**,** equines, fisiology, lactate, metabolism

Lista de Tabelas

TABELA 1. EFEITOS DO MÉTODO DE DESAQUECIMENTO NA FREQUÊNCIA CARDÍACA DO AQUECIMENTO ATÉ IMEDIATAMENTE APÓS TAMBOR 30

TABELA 2. EFEITO DOS TEMPOS DE COLETA SOBRE A FC IMEDIATAMENTE APÓS O TAMBOR E AO LONGO DO DESAQUECIMENTO 32

TABELA 3. EFEITO DO MÉTODO DE DESAQUECIMENTO SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE GLICOSE E LACTATO AO LONGO DO AQUECIMENTO ATÉ APÓS TAMBOR 33

TABELA 4. EFEITO DO MÉTODO DE DESAQUECIMENTO SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE GLICOSE (MG/DL) E LACTATO (MMOL/L) AO LONGO DO DESAQUECIMENTO E APÓS 72 HORAS APÓS DO DESAQUECIMENTO 34

TABELA 5. EFEITO DOS TEMPOS DE COLETA SOBRE AS ENZIMAS MARCADORAS DE LESÃO MUSCULAR NO BASAL E APÓS TAMBOR 37

TABELA 6. EFEITO DOS TEMPOS DE COLETA (HORAS) SOBREAS ENZIMAS MARCADORAS DE LESÃO MUSCULAR APÓS O DESAQUECIMENTO 38

Lista de Ilustrações

FIGURA 1. PLANTA DA PISTA E TRAJETÓRIA DA PROVA DE TAMBOR 12
FIGURA 2. MUDANÇAS NAS FREQUÊNCIAS CARDÍACAS DE CAVALOS DURANTE O TREINAMENTO. .. 18
FIGURA 3. PROTOCOLO DA SIMULAÇÃO DE PROVA DE TAMBOR 28
FIGURA 4. GRÁFICO DO EFEITO DO MÉTODO DE DESAQUECIMENTO SOBRE A FREQUÊNCIA CARDÍACA (BPM) DO ANIMAL DESDE A PASSAGEM DO TAMBOR ATÉ 10 MINUTOS APÓS O EXERCÍCIO..... 31
FIGURA 5. EFEITO DO MÉTODO DE DESAQUECIMENTO SOBRE A CONCENTRAÇÃO GLICÊMICA (MG/DL) DE EQUINOS AO LONGO DO PERÍODO DE RECUPERAÇÃO (HORAS)..... 35
FIGURA 6. EFEITO DO MÉTODO DE DESAQUECIMENTO SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE LACTATO SANGUÍNEA (MMOL/DL) DE EQUINOS AO LONGO DO PERÍODO DE RECUPERAÇÃO (HORAS)..... 36

Sumário

1 Revisão de Literatura 11

1.1 A Prova de Três Tambores e a aptidão do Quarto de Milha 11

1.2 Metabolismo Energético 13

1.3 Lactato 15

1.4 Débito Cardíaco 17

1.5 Enzimas marcadoras de atividades musculares 19

1.5.1 Creatina quinase e Aspartato Aminotransferase 20

1.5.2 Lactato desidrogenase 23

2 Aquecimento 25

3 Desaquecimento 26

5. Materiais e Métodos 27

6. Resultados e Discussão 30

7. Conclusão 38

8. Referências Bibliográficas 38

1. Introdução

A prática de esportes equestres vem sendo difundida no mundo, demandando maior atenção à nutrição e ao treinamento. Dentre as provas equestres de destaque está o Tambor, prova de velocidade que tem como objetivo passar por três tambores em menor tempo possível.

A raça mais utilizada para esse tipo de prova é a Quarto de Milha, que possui como característica morfológica funcional, fibras musculares de rápida contração que favorecem a explosão.

Para auxílio na melhoria do desempenho dessem ser acompanhados como o metabolismo energético, a capacidade de recuperação dos animais e o tipo de desaquecimento ao qual o cavalo é submetido para cada tipo de prova.

Para a avaliação da capacidade atlética e da recuperação dos equinos, testes de desempenho e de recuperação são empregados, avaliando-se enzimas marcadoras de atividade muscular (creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH)) além da concentração sanguínea de glicose e lactato, além da avaliação da frequência cardíaca.

A recuperação do cavalo após uma prova ocorre normalmente entre 48 e 72 horas, e novas técnicas tem sido investigadas para acelerar esta recuperação, porém ainda pouco conclusivas.

Para abreviar a recuperação, recomenda-se que os cavalos sejam desaquecidos ativamente para favorecimento da metabolizar os catabólitos produzidos no musculo em exercício, em especial o lactato. De acordo com Pösö et al. (2008), equinos que realizam recuperação com exercícios de baixa intensidade conseguem consumir o lactato numa quantidade 50% maior do que aqueles que se recuperam parados. O passo é um exercício de baixa intensidade, e os resultados mostraram que o trote tem um resultado mais eficaz.

O objetivo da presente pesquisa foi verificar o efeito do tipo de desaquecimento sobre a capacidade de recuperação de equinos da raça Quarto de Milha submetidos à prova de tambor.

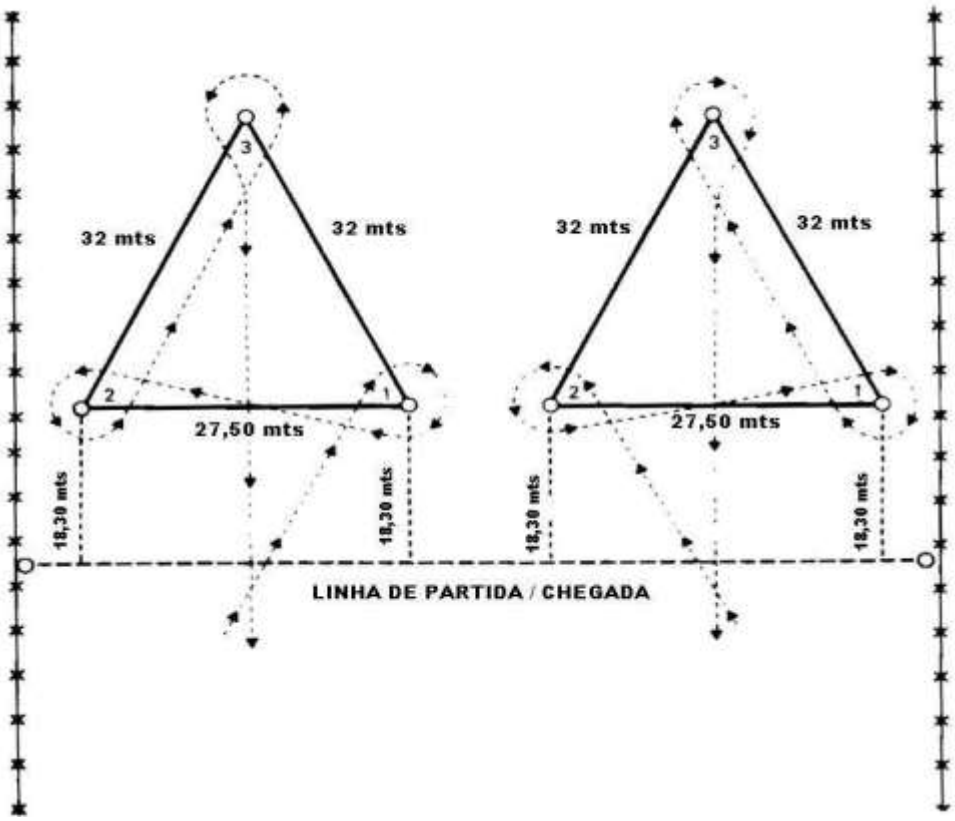
1 Revisão de Literatura

1.1 A Prova de Três Tambores e a aptidão do Quarto de Milha

De acordo com a Associação Brasileira de Quarto de Milha (ABQM, 2016) a prova de tambores tem como objetivo executar um circuito composto de três tambores dispostos nos ápices

de um triângulo (Figura 1), sendo uma prova de velocidade, uma vez que ganha quem realizar o percurso em menor tempo.

Figura 1. Planta da pista e trajetória da prova de tambor



Fonte: ABQM, maio de 2016.

O percurso conta com uma pista de aproximadamente 114 metros de comprimento e ao cruzar a linha de partida, o conjunto (ginete e cavalo) correrá em direção ao tambor um, passará pelo lado direito do tambor, completando uma volta de aproximadamente 360º em torno dele; e em seguida irá para o tambor dois, passará pelo lado esquerdo e se dirigirá para o tambor três passando pelo lado esquerdo deste tambor. Logo após o conjunto seguirá para a reta final em direção à linha de chegada, passando entre os tambores um e dois. Este trajeto também poderá ser percorrido pela esquerda.

A raça mais utilizada para a realização de provas tipo western, que incluem a prova de três tambores, é o Quarto de Milha (QM), que teve origem nos Estados Unidos, devido à característica peculiar de acelerar rapidamente no primeiro quarto de uma milha (402 m) de uma corrida, superando a aceleração de equinos de qualquer outra raça (NIELSEN et al. 2006)

Animais QM destacam-se principalmente pela agilidade, pois são animais que possuem capacidade de partidas rápidas e paradas bruscas, além de mudar de direção e de girar em seu próprio eixo com mais facilidade que outras raças (COELHO, 2011).

A caracterização racial e a qualidade do movimento são fatores relacionados com a conformação dos equinos e este por sua vez tem relação direta com a direção, amplitude de passada, força e estabilidade dos movimentos (SANTIAGO et al., 2012).

O treinamento e o desenvolvimento da musculatura também são fatores essenciais para o desempenho, pois é no músculo esquelético que se tem grandes aportes de energia para realização do exercício físico (DÍAZ, 2000).

1.2 Metabolismo Energético

A fonte imediata de energia utilizada no exercício é o composto de fosfato de alta energia, o ATP (trifosfato de adenosina), que processado pela enzima ATPase se transforma em ADP (adenosina difosfato), liberando fosfato inorgânico. Estes compostos se unem por uma ligação de alta energia e essa ligação é rompida pela ATPase ocorrendo liberação de energia que será utilizada para a contração muscular (GRAMKOW; FERRAZ, 2007).

O ATP é derivado do metabolismo de lipídios, proteínas, carboidratos que são convertidos em glicose ou em ácidos graxos livres (tecido adiposo ou fígado) (MIRANDA, 2010). A glicose oriunda da absorção no trato gastrointestinal é transportada pelo sistema circulatório até o fígado e até o músculo, onde são convertidos em glicogênio. (GUIMARÃES; ADELL, 1995).

De acordo com Munõz et al., (1999) o máximo desempenho dos equinos atletas está intimamente ligado a capacidade de utilização das vias oxidativa e glicolítica para a geração de energia e para a ressíntese do ATP. Nos primeiros momentos do exercício é utilizada a energia das reservas de fosfocreatina existente no músculo, permitindo a produção mais rápida (7 a 10 segundos) e mais simples de ATP pela doação de um grupo fosfato de ADP, formando ATP pela reação da enzima creatina quinase (LEHNINGER et al., 2000). Este é um processo sem gasto

energético e sem formação de lactato, sendo denominada via anaeróbia alática, proporcionando uma fonte de energia instantaneamente disponível (MORGADO; GALZERANO, 2006). Esta via metabólica é importante para provas de curta duração como corrida de 400 metros, baliza e tambor, por fornecer energia de forma rápida no início do exercício (GRAMKOW; FERRAZ, 2007).

Durante a transição do exercício moderado a intenso, a necessidade de energia é suprida principalmente pela glicólise e glicogenólise hepático-muscular, com intensa atividade da enzima lactato desidrogenase (LDH), ocorrendo acúmulo de lactato e H^+ no músculo e no sangue (GRAMKOW; FERRAZ, 2007).

Em exercícios muito intensos e de pequena duração é utilizada a via denominada fosforilação anaeróbica do ADP com utilização dos hidratos de carbonos, onde a fosforilação do ADP em ATP, na ausência de O_2, ocorre com a conversão do piruvato em glicose através da glicólise, semelhante ao que ocorre na fosforilação aeróbica. O piruvato recebe o H^+ do NADH e é convertido em lactato e ATP pela enzima LDH e este ácido desassocia-se formando moléculas de lactato e H^+ nas células musculares (GANONG, 2005).

As duas moléculas de lactato produzidas pela via anaeróbica, podem ser transformadas em glicose, através do Ciclo de Cori que resulta da cooperação metabólica entre os músculos e o fígado (MARLIN; NANKERVIS, 2002).

A via aeróbica é utilizada em exercícios prolongados, onde se tem moderada atividade muscular, com utilização da glicose sanguínea e ácidos graxos como suprimento de energia (EVANS, 2000).

A produção anaeróbica é dispendiosa permitindo que uma pequena produção de ATP para uma quantidade maior de substrato consumido, entretanto, é uma via rápida de obtenção de energia (CUNNINGHAM, 2002), gerando quatro ATPs no fim do processo (SOARES, 2008).

A via glicolítica é regulada por fatores como; a disponibilidade de oxigênio, a atividade da enzima lactato desidrogenase (LDH) e a razão entre ATP/ADP (PÖSO et al. 2004).

Com o aumento da intensidade do exercício, a formação de energia pela via anaeróbia vai adquirindo maior importância, tendo um aumento exponencial da lactatemia para intensidades de esforço superiores a uma frequência cardíaca (FC) de 150/180 batimentos por minuto (bpm) (EVANS, 2000).

1.3 Lactato

O lactato é produzido pelo metabolismo anaeróbico, servindo como parâmetro para avaliação do desempenho atlético nos equinos (LINDNER, 2000).

Hollmann et al. (1989) observaram que nas fases predominantemente anaeróbicas ocorre a formação de lactato, que posteriormente será liberado na corrente sanguínea tendo dois caminhos a seguir, um deles é acumular-se no músculo ou ser removido para o sangue e uma vez na corrente sanguínea ser encaminhado para o fígado, coração e hemácias e outras fibras musculares onde é ressintetizado a outros carboidratos (BOFFI, 2007). No coração, o lactato é captado pelos transportadores MCT isoforma 1 e, por meio da enzima lactato desidrogenase (LDH), é convertido em piruvato e, posteriormente metabolizado no ciclo de Krebs, produzindo energia para o músculo cardíaco (GOLLNICK et al., 1986).

A lactatemia depende não somente da capacidade de resistência e da intensidade da carga de trabalho, mas também da duração do exercício, o que leva, inevitavelmente, a diferentes curvas de lactato e a diferentes valores limiares em exercícios progressivos com taxas variáveis de aumento da carga de trabalho (HECK et al., 1985).

Em exercícios de intensidade progressiva, as concentrações de lactato aumentam em média a partir de 1 mmol/L (FERRAZ, 2007). Evans (2000) ressalta que a concentração de lactato sanguíneo de equinos em repouso é de aproximadamente 0,5 mmol/L, sendo que o exercício pode aumentar para 20 a 30 mmol/L (FERRAZ, 2009).

O lactato em si não é nocivo para o organismo, mas os hidrogênios associados a ele produzem a queda do pH intracelular, diminuindo também a produção do ATP, da creatina fosfato e o aumento do fosfato inorgânico, da amônia e do ADP, promovendo acidificação no meio celular. Esta acidificação interfere na liberação do Ca^{2+}, retardando o relaxamento das fibras musculares e causando alterações nas estruturas dessas fibras (CUNNINGHAM, 2002).

O treinamento aeróbio pode provocar redução nos níveis de lactato sanguíneos e na relação lactato/piruvato, devido a menor produção de lactato ou metabolização mais rápida deste. A redução da produção indica capacidade de exercício aeróbico com menor dependência das rotas glicolítica anaeróbicas, como resultado de uma maior eficiência do sistema cardiovascular em suprir oxigênio aos tecidos (SANTOS, 2002).

Tal fato foi comprovado pela técnica do Lacmin, proposto por Tegburn, (1994), onde na indução da hiperlactatemia, através do exercício máximo, a produção de lactato é maior que a sua remoção e a partir da utilização do desaquecimento a produção é menor do que a remoção, possibilitando que o cavalo se recupere mais rápido.

Gama et al. (2012) com o objetivo de avaliar a influência de provas de marcha sobre os valores séricos de lactato antes do exercício, 5 minutos, 30 minutos e 2 horas após a prova relataram que as concentrações de lactato variaram de 1,02 ± 0,41 (repouso); 2,73± 2,43 (5 minutos); 1,89 ± 1,24 (30 minutos) a 1,31±0,60 mmol/L (2 horas), sugerindo que o aumento sérico após o exercício é esperado e sugere a via metabólica de maior contribuição energética. Notaram também que o lactato pode ser utilizado como ferramenta para definir a capacidade atlética do animal, pois 2 horas após a prova os animais encontravam com as concentrações próximas ao basal.

De acordo com Santos (2006) exercícios de altas intensidades promovem aumento do lactato superiores a 4 mmol /L, enquanto que intensidades moderadas promovem aumento entre 2,5 a 4 mmol /L.

Avaliando a influência do exercício de alta intensidade e curta duração nas concentrações séricas de lactato, Caiado et al. (2011) observaram que os valores no repouso (0,49 ±0,24mmol/L) são mais baixos que os encontrados por Gama et al. (2012) (1,02 ± 0,41 mmol/L) sugerindo que os equinos utilizados por Caiado et al. (2011) possuem uma melhor condição corporal uma vez que cavalos treinados possuem suas concentrações em menores proporções e estabilizadas (CÂMARA; SILVA, 2007).

Kowal et al. (2006) com o objetivo de investigar as causas de perda de desempenho nos cavalos da raça PSI submetidos a testes de esforço em esteira ergométrica, encontraram maiores concentrações de lactato quando os cavalos atingiram cerca de 5 (1,8 ± 0,721 mmol/L) e 6 m/s (2,665 ± 0,938 mmol/L) e imediatamente após o exercício (28,9±13,884 mmol/L), embora resultados próximos só foram encontrados por Pöso (2002) que encontraram em cavalos de corrida concentrações de 30 mmol/ L de lactato após o exercício.

No estudo de Kowal et al., (2006) a recuperação dos animais, sobretudo na concentração de lactato teve início nos primeiros cinco (25,421± 11,137 mmol/L) e 15 minutos (18,873 ± 9,264 mmol/L), e após duas horas (1,6 ± 0,726 mmol/L) a concentração de lactato se encontraram próximos aos valores de repouso citado na literatura (0,5 mmol/L), assim como nos momentos de seis (1,04± 0,367 mmol/L) e 24 horas (0,955 ± 0,296 mmol/L).

Evans et al. (1993) avaliando cavalos de corrida submetidos a treinamento submáximo e teste de esteira, também observaram queda na concentração de lactato em dois a 5 minutos após o termino do exercício.

A recuperação de cavalos atletas necessita de maiores estudos, sobretudo no que corresponde à carga de trabalho e a sua influência nos parâmetros utilizados como medidas de desempenho (BISHOP et al., 2008).

Boffi et al. (2011) objetivaram estudar o efeito da introdução de uma semana de exercício leve após os animais serem submetidos a 2 semanas de condicionamento (com exercícios pré estabelecidos) durante 6 períodos consecutivos sobre a determinação da concentração de lactato e observaram que as concentrações foram menores ao final do 6º período de condicionamento e imediatamente após o exercício, sugerindo que uma semana de exercícios leves evitam causar lesões musculares e melhoram o aproveitamento das adaptações fisiológicas que o treinamento oferece.

1.4 Débito Cardíaco

Em equinos atletas o aumento da oxigenação dos tecidos depende do aumento do débito cardíaco, aumentando consequentemente a frequência cardíaca, que está relacionada com a intensidade e velocidade do exercício (HINCHCLIFF et al., 2002).

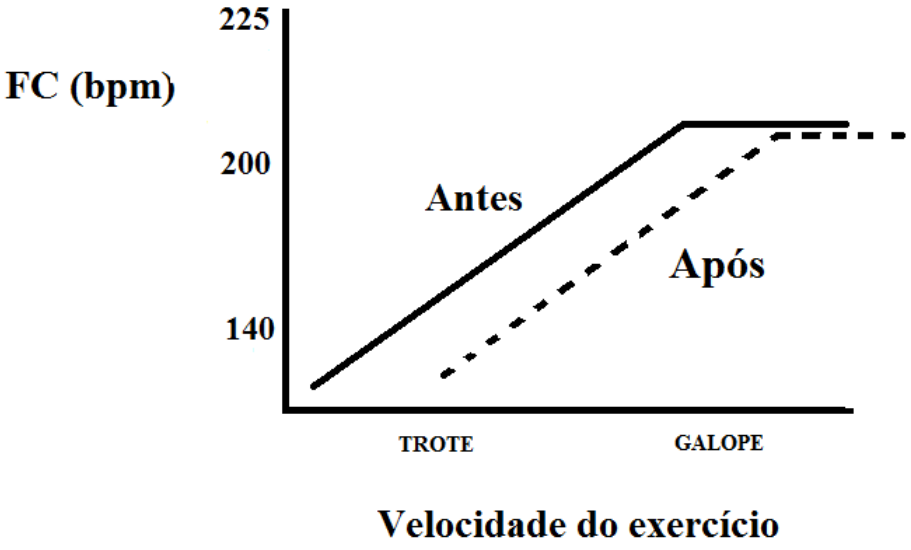
O aumento do débito cardíaco está diretamente relacionado com o nível de esforço com o qual o animal é submetido e também é possível estabelecer uma relação direta entre o aumento da velocidade e o incremento da frequência cardíaca (ENGELHARDT, 1977), sendo assim mais um parâmetro para avaliar o desempenho do animal (ASHEIM, et al., 1970).

A frequência cardíaca basal de equinos varia entre 28-45 batimentos por minuto (bpm) podendo aumentar rapidamente acima de 100 bpm por qualquer estresse, dor e exercício (BABUSCI; LÓPEZ, 2006).

Segundo Evans (2000), o exercício é composto por duas fases: exercício máximo quando é estabelecido um platô, variando dos 195-240 bpm e se mantendo independente da velocidade em que o animal é submetido; e exercício submáximo, quando a frequência cardíaca está em elevação, existindo uma relação direta com a velocidade atingida pelo animal. Esta relação permite obter

informação sobre a capacidade cardiovascular, o que se refere diretamente no potencial atlético e treinamento do animal (EVANS, 2009) (Figura 2).

Figura 2. Mudanças nas frequências cardíacas de cavalos durante o treinamento.



Fonte: Adaptado, Evans 2000.

Equinos atletas, após serem submetidos à treinamento, tendem a deslocar esta curva para à direita, alcançando velocidades maiores com menores frequências cardíacas, demonstrando os benefícios do treinamento na capacidade atlética do animal (EVANS, 2000).

Na recuperação de equinos atletas, a frequência cardíaca alcançada durante o exercício podem cair em torno de 50 %, até retornar os valores basais em torno de 25-30 minutos após o animal parado (EVANS, 2000).

Esses valores dependem do tipo de treinamento em que o animal é submetido, de fatores ambientais (umidade e temperatura), mudança decrescente do andamento e termorregulação desses animais (SANTOS 2002).

Cavalos treinados devem ser capazes de alcançar velocidades em uma FC inferior à que era alcançada antes do treinamento começar e a recuperação pós exercício deve ser mais rápida e associadas com outros parâmetros como velocidade e duração podem auxiliar na predição do treinamento de atletas (BOFFI, 2007). O treinamento proporciona a hipertrofia das fibras, o que

possibilita uma maior reserva energética, maior circulação e oxigenação dos tecidos, melhorando a capacidade vascular e de contração (MIRANDA, 2010).

Erickson et al. (1991) com o objetivo de estudar a recuperação de cavalos de corrida da raça QM através da relação entre velocidade e frequência cardíaca, coletaram a V140 (velocidade em que os animais atingiram 140 bpm) e a V180 (velocidade em que os animais atingiram 180 bpm) durante três meses e observaram que os animais atingiram índices maiores de velocidade após o treinamento em comparação ao início. Os autores também avaliaram a recuperação nos três e cinco minutos e observaram que os animais voltaram ao basal, cinco minutos após o exercício, mostrando que o treinamento aumentou a capacidade atlética desses animais.

Souza et al. (2013) com o objetivo de avaliar os efeitos do protocolo de treinamento para cavalos de concurso completo de equitação, com seis sessões semanais e duração de 5 meses, observaram maiores valores basais de 60 a 62 bpm, sugerindo que fatores psicogênicos como ansiedade; ambiente e movimentação possa estar envolvido no aumento da FC; também foi relatada alta correlação com a velocidade e a frequência cardíaca, corroborando com o que foi descrito por Evans (2000), que na fase de exercício máximo forma-se um platô e não importa a velocidade inquirida a frequência cardíaca não se altera em exercícios máximos.

Ferraz et al. (2009) objetivando estudar alterações na frequências cardíacas de equinos da raça Puro Sangue Árabe (PSA) submetidos a exercício intenso em esteira rolante, observaram aumento da FC de acordo com o incremento de velocidade atingindo valores médios de 219 ± 2 bpm a velocidade de 10 m/s, iniciando-se a fase de platô da curva de exercício máximo e submáximo. Observaram também que na fase de desaquecimento ativo, houve uma redução da FC e se igualou a fase de aquecimento com valores médios de 70±3 bpm, ressaltando a importância da preparação do aquecimento e do desaquecimento.

1.5 Enzimas marcadoras de atividades musculares

O acompanhamento da capacidade de recuperação de cavalos atletas pode ser realizado com o apoio da avaliação das enzimas marcadoras de atividade muscular. As principais enzimas que contribuem para esta informação são: creatina quinase, aspartato aminotransferase e lactato desidrogenase (Harris et al., 1990).

1.5.1 Creatina quinase e Aspartato Aminotransferase

A creatina quinase (CK) juntamente com a aspartato aminotransferase (AST) são as principais enzimas utilizadas para diagnóstico de lesão muscular e possuem liberações na circulação em taxas distintas, sendo que a CK inicialmente e tende a ter pico entre 12 e 24 horas e a AST posteriormente, com pico entre 48-72 horas, como resultado de uma discreta ou extensa lesão muscular, além de participarem nos processos bioquímicos de produção de energia (SOARES, 2004).

A creatina fosfoquinase tem como principal função fosforilar de forma reversível a creatina, como uma forma adicional de energia (KANECO; HAVEY; BRUSS, 1997) e sua atividade plasmática apresenta pico de 4 a 6 horas após a realização do exercício e sua meia-vida é de aproximadamente 90 minutos (GOZALEZ; SILVA 2003). Além de marcador de lesão muscular esta enzima funciona como um indicador de intensidade do exercício (HAMLIN; SHEARMAN; HOPKINS, 2002).

Mullen; Hopes e Sewell (1979) relataram que há redução dos níveis plasmáticos de CK e AST à medida que o organismo vai se adaptando ao treinamento físico e que níveis altos de CK e AST podem indicar sobrecarga de exercício.

A aspartato amino transferase (AST) catalisa a transaminação reversível de aspartato 2-cetoglutarato em oxalacetato e glutamato e é encontrada mais abundantemente no fígado e nos músculos (KANECO; HAVEY; BRUSS, 1997) e é liberada após o exercício mais lentamente quando comparada a CK, possuindo sua atividade de pico ao redor de 24 horas após o estímulo de esforço (TEIXEIRA-NETO, et al., 2008) e sua meia vida é de 7 a 10 dias (SANTOS, 2002).

Segundo Santos (2002) podem ocorrer mudanças na atividade sérica das enzimas musculares por diversos fatores como: permeabilidade de membranas celular, depuração diminuída, síntese diminuída ou aumentada por necrose celular.

A permeabilidade da membrana mitocondrial dos equinos está associada com a intensidade do exercício e com o treinamento, pois de acordo com Szwarocka-Priebe e Gill, (1984) o treinamento provoca aumento de até 30% da permeabilidade em comparação com animais não treinados.

Os valores de referência para CK e AST são de 2-147 UI/L e 141-330 UI/L, respectivamente, para equinos da raça Puro Sangue Inglês (ROBINSON, 2003).

Valberg (1996) avaliando equinos da raça PSI, no repouso, observaram valores médios para a atividade da CK de 12,9±5,2 UI/L, enquanto que Franciscato et al. (2006) citaram valores médios de 159,81 UI/L em equinos da raça Crioula em treinamento. Pritchard et al. (2009) em trabalhos mais recentes citaram valores de AST sérico de 123-358 UI/L.

Devido a resultados divergentes das concentrações das enzimas musculares Brandi et al. (2009) sugerem que as avaliações dos efeitos do exercício sobre as concentrações séricas, devem ser feitas através de comparações com valor de repouso, obtidos do próprio animal, concordando com o expresso por Balarin et al. (2007) que citaram que o treinamento pode atenuar o aumento das concentrações e estabilizá-los dificultando assim o estabelecimento de valores de referência.

Câmara e Silva et al. (2005) com o objetivo de comparar a atividade da CK e AST em equinos de diferentes categorias de atividade (atleta de vaquejada, tração e reprodução) em cavalos da raça QM, observaram que a atividade da CK foi predominante no grupo de cavalos de tração (94,04±16,0 UI/L) em relação aos grupos constituídos de animais atletas (80,02 ± 17,0 UI/L) e de éguas de reprodução (83,9 ± 13,9), devido ao fato dos animais de tração apresentaram maior carga de trabalho e suas fibras musculares estejam mais adaptadas ao tipo de atividade da qual exercem, entretanto observaram que a atividade da AST foi predominante no grupo de cavalos de animais atletas (56,8±20,9) em relação aos grupos constituídos de animais de tração (50,1±19,2) e éguas de reprodução (33 ± 13,1), atribuindo tal fato a que esses animais podem estar recebendo cargas excessivas de treinos.

Estudos realizados por Caiado et al. (2011) objetivando avaliar a influência do exercício físico de alta intensidade e curta duração (prova de laço) utilizando cavalos da raça QM avaliando as concentrações de CK e AST nos tempos: uma semana antes da prova, repouso e imediatamente após o término desta, observaram aumento significativo da CK sobretudo no repouso (110,9±35,2 UI/L) em relação a uma semana antes da prova (51,8±15,4 UI/L) e imediatamente após a prova (88,2±33,5 UI/L), podendo atribuir tal fato de que uma semana antes da prova os cavalos estavam em treinamento, gerando aumento das concentrações de repouso. Em relação a AST foram encontrados valores de 189,1 ± 43,6 UI/L no repouso; 210,2 ± 46,7 UI/L uma semana antes da prova e 173,1 ± 33,5 UI/L imediatamente após a prova, dados que concordam com os valores encontrados por Robinson (2003) que afirma que as concentrações de AST podem variar de 141-

330 UI/L, demonstrando que não houve efeito de tempo de coleta sobre as concentrações indicando que o esforço estava de acordo com a capacidade do animal.

Munhoz et al. (2002) com o objetivo de avaliar as diferenças do perfil bioquímico durante o exercício em relação a raça e intensidade do exercício através de testes ergométricos no início, após 2 meses e 6 meses de treinamento, observaram maiores concentrações de lactato com o aumento da intensidade do exercício e maiores concentrações de CK em equinos da raça Andaluz, no início dos testes. Após dois meses de treino as concentrações de lactato e CK foram atenuadas devido a adaptação destes animais ao treinamento. Em relação a intensidade o exercício não pode ser classificado de alta intensidade uma vez que sua duração é de 20 minutos e o tempo de recuperação utilizado é longo (uma semana), mostrando que os animais não tiveram dificuldades de adaptação ao exercício e que a raça Andaluz se mostrou adequada para desempenho atlético.

Soares et al. (2013) avaliando a atividade sérica da CK e AST em equinos de salto divididos em três grupos (histórico de desempenho superior, desempenho inferior e grupo controle) e submetidos a testes padronizados com saltos incrementais em grupos de desempenho, observaram valores aumentados de CK antes do exercício (199-320 UI/L) e 6 (501-581 UI/L) e 24 horas (380-412 UI/L) após o salto incremental, sendo tais valores maiores que os encontrados por Boffi et al. (2011) e maiores que os encontrados por Munhoz (2002). Não houve diferença entre os grupos estudados e pelo comportamento da enzima CK houve lesão muscular de pequena intensidade, uma vez que a CK atingiu valores próximos de 600 UI/L. Em relação ao teste de saltos incrementais foi considerado de pequena intensidade, pois não houve aumento a concentração sérica das enzimas, sendo seguro e não resultando em lesões musculares.

Os resultados encontrados em relação a AST não apresentaram aumento nas concentrações nos tempos de coleta (antes; 6 e 24 horas após o exercício) e houve diferença do grupo tendo maiores concentrações do grupo com histórico de desempenho inferior atingindo no repouso 412,8 ± 89,6 UI/L e 6 horas; 362,2±96,5 UI/L e 24 horas após; 334,3± 30,7 UI/L, tais diferenças devem ser atribuídas a variabilidade individual e também não foi estabelecido relação com as enzimas CK e AST, devido à baixa intensidade do exercício sem apresentar quadros de lesões musculares.

Gama et al. (2012) com o objetivo de avaliar a influência da provas de marcha sobre o valor sérico de AST e CK em equinos da raça QM, observaram que os resultados encontrados estão dentro dos limites descritos por Robinson (2003) e Pritchard (2009) e que as maiores concentrações de AST foram encontradas 5 minutos após o exercício (223,9 ± 53,5 UI/L) em comparação com o

repouso (189,3± 56,0UI/L) e 30 minutos (186,8± 25,8 UI/L). As concentrações voltaram ao basal após 2 horas (193,9 ± 44,7 UI/L) e maiores concentrações de CK foram encontradas após 2 horas (173,01±128) em comparação com o repouso (113,4±56,3), 5 (114,4±70,9) e 30 minutos (143,0±81,0). Sugere-se que o aumento das concentrações nos tempos 5 e 30 minutos após o exercício em consequência do aumento da permeabilidade do sarcolema gerada pela atividade física e da fase de treinamento e intensidade do exercício.

Sales et al. (2013) avaliando as concentrações da CK em equinos treinados e submetidos a prova de enduro de 90 Km, observaram aumento das concentrações de CK sendo no repouso o valor de 400 UI/L e 800 UI/L após o exercício, valores que se aproximam do citado por Boffi et al. (2007). Porém, Sales e colaboradores et al. (2013) não foi realizado acompanhamento por mais de um dia para acompanhar a atividade desta enzima, uma vez que quando há exercícios de grande intensidade é comum que aumente os níveis de CK logo após o exercício conforme citado por Gama et al. (2012).

1.5.2 Lactato desidrogenase

Champe e Harvey (1997) relatam que a lactato desidrogenase é importante nas hemácias, leucócitos e músculo esquelético durante exercício de intensidade atuando em locais onde a relação NADH: NAD é baixa.

O aumento de LDH pode estar relacionado com lesões musculares de etiologias variadas e deficiência de vitamina E e selênio. A LDH pode ser utilizada para avaliar cardiomiopatias diversas. Normalmente, a LDH aumenta menos rapidamente do que a CK, porém mantém seus valores elevados por mais tempo. É uma enzima que se apresenta como um bom indicador de lesão muscular, entretanto usa-se em conjunto com CK e AST para monitorar a intensidade de exercícios (BOFFI et al. 2007).

Munoz (2002) relata que a LDH tem seu pico de concentração 48 horas após exercício e seu tempo de meia vida é de 7 dias. Kaneko, Harvey e Bruss (1997) referiram valores de 252+- 63 UI/L para a LDH, em equinos adultos. Da Cãs et al. (2000), obtiveram valores médios de LDH de 631 UI/L, em cavalos da raça Crioula.

Balarin et al. (2005) com o objetivo de avaliar as alterações na bioquímica sérica de equinos PSI submetidos a exercícios de diferentes intensidades, observaram que houve aumento

significativo para a enzima LDH e mostraram que a duração e intensidade são importantes para determinar o aumento desta enzima durante o exercício (ROSE; HODGSON, 1994). Os resultados encontrados no repouso são de 369,69 ±125,16 UI/L para machos e 363,50 ± 190,06 UI/L para fêmeas, sendo menores que os encontrados por Da Cãs et al. (2000) que reportaram valores de 617 UI/L para machos e 641 UI/L para fêmeas, tal discrepância pode ser obtido pela diferença de raça e que valores séricos de LDH em equinos de repouso diminuem de forma progressiva à medida que aumenta o treinamento alcançando valor constante quando o equino se adapta ao treinamento (TOLEDO et al. 2001).

Da Cãs et al. (2000) com o objetivo de determinar as concentrações de LDH de cavalos da raça Crioulo divididos em três grupos (éguas destreinadas; em treinamento e atletas) submetidos a prova em esteio, não observaram aumento significativo da concentração de LDH em nenhum dos grupos, indicando que outras enzimas são melhores para expressar a atividade muscular. Os valores da LDH obtidos pelo autor para éguas destreinadas no repouso foi de 675 UI/L e 655 UI/L para em treinamento e 622 UI/L para cavalos atletas.

Câmara e Silva et al. (2007) com o objetivo de comparar a atividade da enzima LDH em equinos de diferentes categorias (atletas de vaquejada, tração e reprodução). Em relação a concentração de LDH não houve aumento significativo entre os grupos e suas categorias, sendo encontrados valores no repouso de 102,5±30,0 UI/L para cavalos atletas de vaquejada; 98,6±34,4 UI/L para éguas em reprodução e 112,8±30,0 UI/L, tendo maiores concentrações o grupo de tração devido a sua intensidade de exercício serem maiores e estes não serem submetidos a desaquecimento.

Toledo et al. (2011) estudando equinos da raça PSI submetidos a exercícios de diferentes intensidades (caminhada, trote e galope forte) e em treinamento para provas de turfe, observaram aumento da atividade das enzimas CK e AST porém não houve aumento para a enzima LDH. Os valores encontrados foram antes do exercício leve de 190,9±30,0 UI/L e após de 161,6±40,2 UI/L; moderado 188,2 ±58,7 UI/L e 171,7±56,4 UI/L e intenso de 167,4±49,4 UI/L e 169,7±34,0 UI/L e foram atribuídos a intensidade do exercício não que não induziu resposta nas concentrações das enzimas marcadoras de atividades musculares, sugerindo que não há risco de lesões musculares.

Sales et al. (2013) com o objetivo de acompanhar as concentrações séricas da LDH em cavalos em treinamento e submetidos a prova de enduro de 90 Km, encontraram que os valores variam cerca de 400-800UI/L antes e após o exercício, sugerindo que a atividade física extenuada

e ou o excesso de treinamento gerou um quadro de lesão muscular. De acordo com Sales et al. (2013) baseia-se no tempo de meia vida das enzimas para se indicar que houve lesão muscular.

2 Aquecimento

O aquecimento são atividades praticadas antes de qualquer exercício físico, podendo ser efetuados de duas maneiras: o aquecimento passivo; que inclui massagens e duchas quentes e o aquecimento ativo que constitui em exercícios mais leves que a atividade física (passo, trote e galope curto) (BISHOP, 2003).

Para humanos assim como para equinos, esta atividade é utilizada para aumentar a temperatura intramuscular, aumentando a frequência cardíaca e o fluxo sanguíneo no músculo que melhora a eficiência do transporte de oxigênio e a remoção do gás carbônico e do lactato (KOKONEM, 1998). Além de estimular a circulação sanguínea e o aumento da mobilidade muscular e articular influenciando positivamente na melhora da coordenação motora (SMITH, 2004).

A utilização do aquecimento antes de uma atividade aumenta o débito cardíaco e o fluxo sanguíneo aos músculos esqueléticos, além de acarretar o aumento da temperatura muscular, aumentando a atividade das enzimas. A duração do aquecimento pode ser de 5 a 20 minutos, dependendo das condições ambientais e da natureza da atividade do treinamento (POWERS; HOWLEY, 2005).

O aquecimento que mantém o cavalo em frequências cardíacas mais altas aumenta o fluxo sanguíneo para o músculo, uma vez que em exercícios mais intensos como trote e galope aumentam a frequência respiratória, o volume sistólico, causando contração e aumentando as hemoglobinas na circulação aumentando consequentemente o fluxo de sangue para o músculo (FRAPE, 2008). Em condições de exercício onde o pH está baixo e a temperatura está alta, o oxigênio ligado na hemoglobina é liberado mais facilmente, aumentando a oxigenação dos tecidos (CUNNINGHAM, 2002).

Evans (2000) recomenda que os cavalos devem ser submetidos a aquecimento de pelo menos 5-10 minutos de trote e galope antes de exercício de treinamento rápido e cavalos de corrida devem galopar ou trotar, antes da prova sempre que possível.

McCUTCHEON et al. (1999) avaliaram o efeito de três protocolos de aquecimento (p1, sem aquecimento, p2 aquecimento de baixa intensidade, e p3 aquecimento de alta intensidade) sobre a

lactatemia, durante exercícios de *Sprint* em cavalos de corrida e encontraram que cavalos submetidos a protocolos de aquecimento de baixa e alta intensidade apresentam uma redução nas concentrações de lactato no músculo (5,14 ± 0,47 e 3,21± 0,36 mmol/L, respectivamente) comparado com os cavalos que não foram submetidos a aquecimento (6,75 ± 0,35 mmol/L). Sugerindo que aquecimentos de baixa e alta intensidade podem resultar da mudança de liberação do lactato, uma vez que o aumento do fluxo sanguíneo no aquecimento auxilia na eliminação do lactato após exercício.

3 Desaquecimento

O desaquecimento consiste na realização de exercícios de baixa intensidade, com a finalidade de manter a vasodilatação muscular, o que permite a remoção dos metabólitos gerados durante o exercício. Dentre os metabólitos o mais importante é o lactato, já que a acidose gerada como consequência da retenção de íons de hidrogênio predispõe o desenvolvimento de lesões musculares (BOFFI, 2007).

Os exercícios de baixa intensidade como caminhada ou trote quando realizados após exercícios de alta intensidade aumentam a capacidade de remoção do lactato (WILLIANSON, et al 1996).

Segundo Pösö et al. (2008), durante exercício os principais tecidos que utilizam o lactato são o fígado, que converte o lactato em glicose, e o coração que utiliza diretamente o lactato como fonte de energia. Entretanto, durante recuperação, o maior consumo de lactato é realizado pelo músculo esquelético, com oxidação do lactato por todos os tipos de fibras musculares, especialmente as do tipo II

Para Gayle e Andrews (1991) o tempo de recuperação entre diferentes animais ocorrerá de acordo com possíveis diferenças individuais, em nível de aptidão e habilidade de oxidação do lactato nos tecidos após o exercício. A diferença entre o metabolismo de cada animal é de fato uma variante indelével, mas não impede que uma recuperação correta de um equino com metabolismo lento, possibilite resultados mais rápidos e satisfatórios do que uma recuperação incorreta de um equino com metabolismo rápido.

De acordo com Pösö et al. (2008), equinos que realizam recuperação com exercícios de baixa intensidade conseguem consumir o lactato numa quantidade 50% maior do que aqueles que se

recuperam parados. O passo é um exercício de baixa intensidade, e os resultados mostraram que o trote tem um resultado mais eficaz.

Martins (2009) com o objetivo de avaliar o efeito do desaquecimento de 4 minutos de trote e 11 minutos passo e apenas passo por 11 minutos, sobre a FC e o lactato, encontrou resultados semelhantes ao de Pösö et al. (2008). O aumento da FC durante o trote, possibilitou o aumento do fluxo sanguíneo, contribuindo para uma oxidação mais rápida do tecido muscular. As concentrações de lactato após o desaquecimento foram menores no grupo que realizou 4 minutos de trote e 11 minutos passo quando comparado com apenas 11 minutos de passo.

Kang et al. (2012) avaliando os efeitos fisiológicos de diferentes protocolos de desaquecimento após exercício de alta intensidade (3000 m, 10 m/s) em cavalos de corrida. Os protocolos de desaquecimento avaliados foram a caminhada, o trote e repouso com 15, 30 e 60 minutos de duração, comparados com um grupo controle submetidos à desaquecimento passivo. Kang e colaboradores observaram que a FC diminuiu após o repouso de 15 minutos em todos os grupos avaliados, porém houve recuperação mais rápida nos grupos que caminharam e trotaram por 30 min. As concentrações de glicose voltaram mais rapidamente para o basal no grupo que caminhou por 15 min e 30 min após o exercício, sugerindo que o desaquecimento ativo é mais eficaz em controlar esse parâmetro. Quanto ao lactato, o trote durante 15 min mostrou uma diminuição de 75% nas concentrações de lactato, um efeito considerado positivo. Kang e colaboradores (2012) ainda observaram que a duração de 15 minutos para o desaquecimento é mais eficiente e que a andadura do trote foi a mais eficaz na remoção do lactato.

5. Materiais e Métodos

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo - FZEA/USP, protocolo número 6922200315.

A presente pesquisa foi realizada no Rancho Colina, situado no município de Leme/SP e foram utilizados 10 equinos da raça Quarto de Milha, com idade de aproximadamente 5 anos e peso de 430 ± 32,69 kg, todos em carreira.

Os animais foram alojados em baias individuais e foram alimentados com feno de Cynodon dactylon e concentrado comercial (Carhorse atleta®), respeitando uma proporção de 50% da

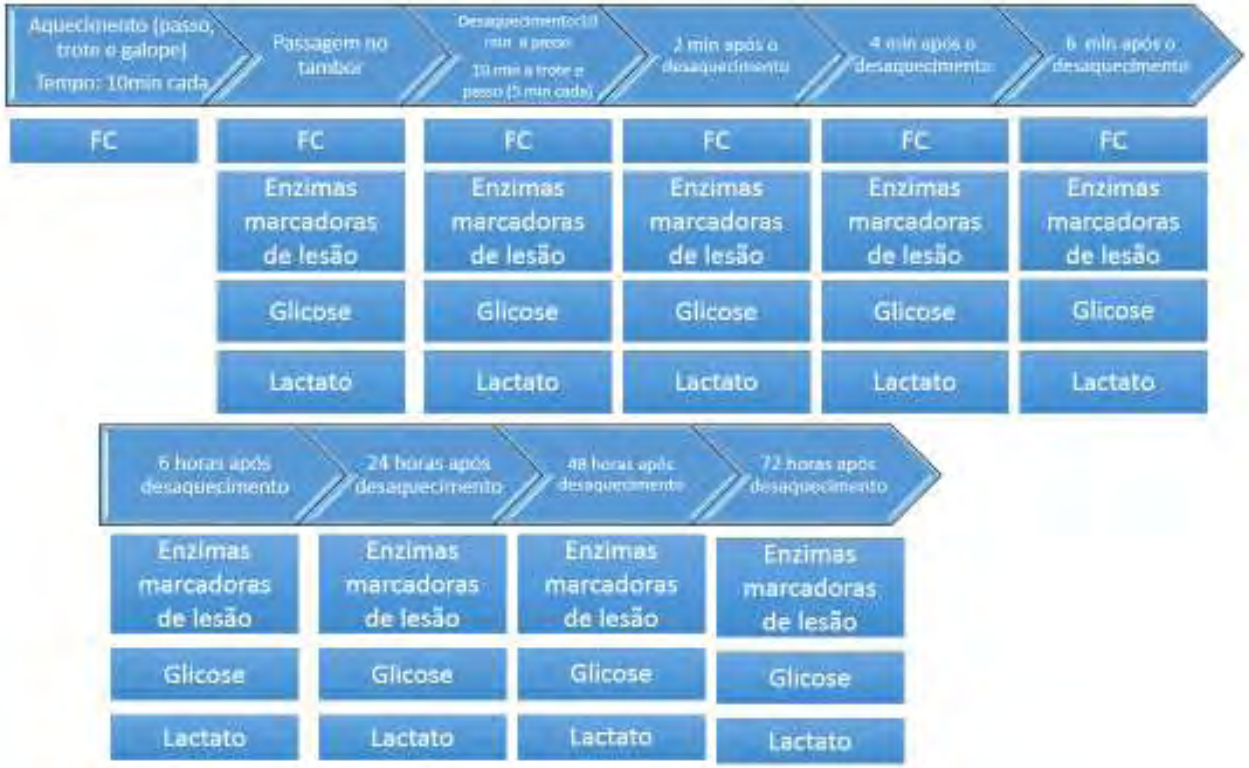
energia proveniente do volumoso e 50% do concentrado, visando atender as exigências nutricionais de cavalos em exercício moderado conforme preconizado pelo NRC (2007).

O treinamento dos cavalos foi acompanhado por 30 dias, nos quais os animais foram treinados semanalmente segundo o protocolo: três vezes na semana foram montados (pelo mesmo ginete) por cerca de uma hora, sendo submetidos a aquecimento de 30 minutos (a passo, trote e galope) e o restante do tempo os animais foram submetidos à flexionamento e passagem nos tambores. Após treinamento, foram desaquecidos ao passo por 5 minutos.

Durante os outros três dias da semana foram soltos em piquetes para movimento voluntário por aproximamente quatro horas e aos sábados participaram de competições ou foram treinados.

Para a avaliação dos métodos de desaquecimento, os cavalos fora submetidos a simulações da prova de três tambores. O protocolo (Figura 3) foi divido em dois tipos de desaquecimento: os animais foram submetidos à 5 minutos de trote e logo após 5 minutos de passo ou 10 minutos ao passo. Todos os animais foram submetidos aos dois protocolos em períodos distintos. A frequência cardíaca foi aferida através de frequencímetro portátil (POLAR ELECTRO OY®) fixado na cilha da sela do animal.

Figura 3. Protocolo da simulação de prova de tambor



As amostras de sangue foram coletadas por meio de venopunção da jugular, utilizando tubos coletores à vácuo sem anticoagulantes para determinação da atividade das enzimas (creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase) e tubos com fluoreto de sódio para determinação dos níveis de glicose e lactato.

Após serem coletadas as amostras de sangue foram centrifugadas, separados o plasma ou soro e condicionadas em eppendorfs® devidamente identificados, congelados e encaminhadas para o laboratório Clinico Veterinário da Unidade Didático Clínico Hospital da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos FZEA/USP, para análise.

Para a determinação das variáveis: glicose, lactato e das enzimas creatinaquinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase foram utilizados kits bioquímicos Labtest®, lidos por espectrofotômetro automático (Mindray BS 120).

O delineamento experimental utilizado foi em esquema fatorial e para análise dos dados foi utilizado o procedimento Mixed (SAS, 2000), com medida repetida no animal de 2x9 para as variáveis de frequência cardíaca e glicose e lactato e 2x8 para as variáveis enzimáticas.

6. Resultados e Discussão

Não foi observado efeito ($p>0,05$) do tipo de desaquecimento sobre a frequência cardíaca (FC) dos animais ao longo do aquecimento e imediatamente após a passagem pelo tambor. Observou-se aumento gradual da frequência cardíaca (Tabela 1) que reflete o aumento da velocidade média do exercício, até o ponto máximo, conforme previamente descrito por Evans (2000).

Tabela 1. Efeitos do método de desaquecimento na frequência cardíaca do aquecimento até imediatamente após tambor

Tempos de coleta	Tipos de desaquecimento		P valor
	Passo	Trote e passo	
FC basal	39,5 ± 2,45	39,22 ± 2,31	0,9365
FC passo	67,63 ± 3,58	56,88 ± 3,58	0,0780
FC trote	84,86 ± 6,25	73 ± 5,51	0,2045
FC galope	114,75 ± 4,12	120,44 ± 3,88	0,3479
FC após tambor	150,71 ± 11,33	180,11 ± 9,99	0,0996

Os valores de FC basal estão dentro da faixa preconizada para cavalos em exercício (BABUSCI; LÓPEZ, 2006), variando de 28-45 bpm e são inferiores aos observados por Ferraz et al. (2009) que ao trabalhar com cavalos de exercício observaram no basal 60-62 bpm, tal fato pode ser atribuído pelas alterações fisiológicas nas fibras musculares cardíacas, fazendo com que um

menor número de contrações seja capaz de bombear mais sangue, diminuindo o número de batimentos por minuto e com isso diminui a FC basal (RONDON & BRUM, 2003).

Com o aumento da intensidade do exercício, aumenta-se o débito cardíaco, elevando a FC e consequentemente o volume de sangue ejetado, como forma de manter a oxigenação da musculatura, facilitando a recuperação dos cavalos após a passagem pelo tambor (MIRIN; FERNANDES, 2011).

A utilização do aquecimento antes de uma atividade, também aumenta o débito cardíaco, aumenta a temperatura intramuscular, aumentando a frequência cardíaca e o fluxo sanguíneo no músculo que melhora a eficiência do transporte de oxigênio e a remoção do gás carbônico e do lactato (KOKONEM, 1998), auxiliando na recuperação desses animais, como encontrado no presente.

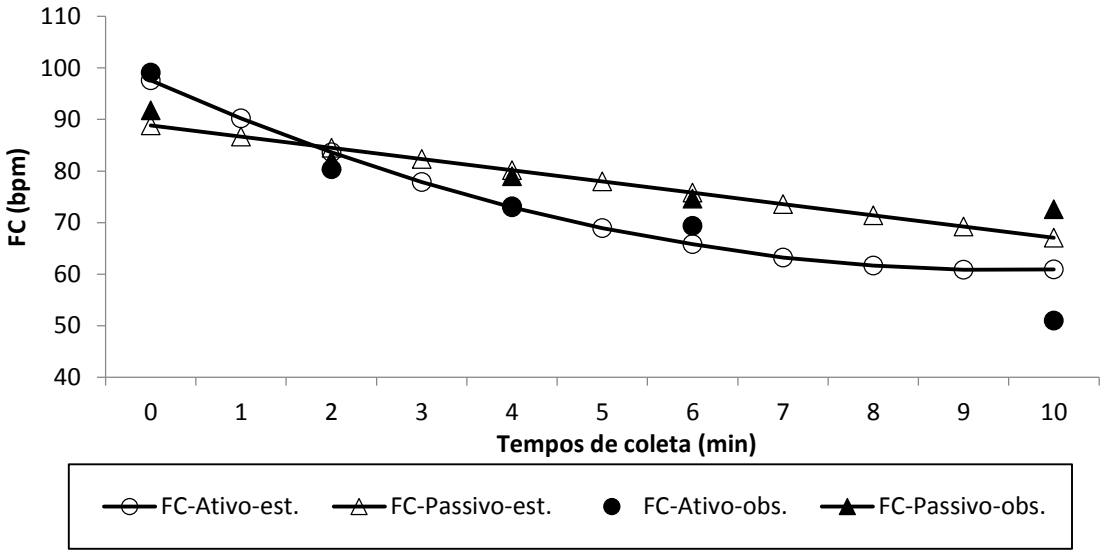
Após a passagem pelo tambor, observou-se $FC_{máx}$ média de 167,25 ± 32,64 (bpm), e a velocidade média do exercício foi de 6,9 m/s (média de 19,8 segundos em uma pista de 142 metros), FC inferior a observada por Capelleto et al (2009) (FC média de 208±4,5 bpm), porém com semelhante tempo médio de prova de 19,4 segundos, diferença atribuída ao protocolo experimental, uma vez que as mensurações realizadas pelo autor supracitado foram imediatamente após a passagem e a FC mensurada no presente foram com o animal parado.

Sobre a frequência cardíaca máxima, obtida nesta pesquisa, verificou-se valores inferiores aos sugeridos por Evans (2000) para a consideração de exercício máximo (195 a 245 bpm), podendo ser classificada como submáxima.

Animais submetidos a treinamento possuem a capacidade de diminuir a FC mais rapidamente do que os não treinados, sendo assim a FC máx Evans, (2000) pode ter sido atingida, porém não foi registrada pois os segundos que os cavalos permaneceram parados para aferição podem ter diminuído os batimentos.

Foi observado efeito do método do desaquecimento ($p<0,05$) sobre a FC, com ajuste linear da regressão ($y=88,87-2,1804x$) para desaquecimento a passo e ajuste quadrático para o desaquecimento a trote e passo ($y= 97,6-7,811x+0,4154 x2$) (Figura 4).

Figura 4. Gráfico do efeito do método de desaquecimento sobre a frequência cardíaca (bpm) do animal desde a passagem do tambor até 10 minutos após o exercício



A recuperação da FC dos cavalos ocorreu nos 10 min após o desaquecimento (Figura 3), sendo que os animais submetidos ao desaquecimento ao trote e ao passo obtiveram menores FC do que os animais submetidos ao desaquecimento ao passo.

Resultados semelhantes foram descritos por Martins et al (2009) que observaram que os animais submetidos a desaquecimento trote e passo tiveram uma recuperação mais rápida do que animais submetidos a desaquecimento ao passo, encontrando menores valores de lactato e FC.

Foi observado efeito ($p<0,05$) dos tempos de coleta sobre a FC após o desaquecimento (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito dos tempos de coleta sobre a FC imediatamente após o tambor e ao longo do desaquecimento

Tempos de coleta	Tipos de desaquecimento		P valor
	Passo	Trote	
FC Imed. Após Desaq.	99,11 ± 3,85	91,75± 4,08	<.0001
FC 2 min após desaq.	80,33± 3,85	82 ±4,08	<.0001
FC 4 min após desaq.	73,11± 3,85	79 ±4,36	<.0001
FC 6 min após desaq.	69,37± 4,08	74,62 ± 4,08	<.0001
FC 10 min após desaq.	51 ± 5,77	72,6 ± 5,16	<.0001

A FC após 10 minutos de desaquecimento foi semelhante a obtida ao basal, demonstrando que os animais utilizados possuem capacidade de recuperação ao exercício, sendo observado que no desaquecimento ao trote e passo, no tempo de 10 minutos, os cavalos apresentavam uma FC média de 51 ± 5,77 bpm, enquanto que os animais que desaqueceram ao passo apresentavam 72,6 ± 5,16.

A energia obtida através da glicólise anaeróbica com consequente produção de ácido láctico (EATON, 1994), ratifica os dados obtidos nesta pesquisa (Tabela 3), onde a média da lactacidemia foi de 18,94 mmol/L após a passagem pelo tambor, resultado superior ao obtido por Silva et al (2012) e próximos aos obtidos por Bueno (2012).

Houve efeito do tempo de coleta ($p<0,05$) sobre as concentrações de glicose e lactato (Tabela 3 e tabela 4), porém não houve efeito do método de desaquecimento sobre essas variáveis.

Tabela 3. Efeito do método de desaquecimento sobre as concentrações de glicose e lactato ao longo do aquecimento até após tambor

Variáveis	Tempos de coleta		CV%	P valor
	Basal	Após Tambor		
Glicose (mg/dL)	82,54±2,16	93,01±2,16	11,43	0,0036
Lactato (mmol/L)	0,52±3,08	18,94±3,08	167,04	0,0013

Antes do início do exercício os equinos apresentaram níveis sanguíneos de glicose e de lactato médios de respetivamente, 82,5 ± 2,16 mg/dl e 0,52 ± 3,08 mmol/L; e após a passagem pelo tambor de 93,01 mg/dl e 18,94 mmol/l, demonstrando aumento ($p<0,05$) dos níveis sanguíneos das variáveis.

O aumento dos níveis sanguíneos de glicose pode estar relacionado com a mobilização de reservas do glicogênio muscular, uma vez que, durante a transição do exercício moderado a intenso, a necessidade de energia é suprida pela glicólise e glicogenólise hepático-muscular, ocorrendo acúmulo de glicose no sangue de acordo com a intensidade do exercício (GRAMKOW; FERRAZ, 2007).

Na recuperação, após 24 horas os cavalos apresentaram níveis glicêmicos de 91,42± 3,41mg/dL no trote e passo e 87,5 ± 3,62 mg/dL enquanto que os níveis de lactato foi de 0,62 ±

0,76 mmol/L para cavalos submetidos ao desaquecimento trote e passo e 1,13 ± 0,81 mmol/L. A maior concentração de glicose observada no tratamento trote e passo, fato pode ser atribuído ao lactato produzido pela via anaeróbica pode ter siso transformado em glicose, através do Ciclo de Cori, favorecendo assim a reposição do glicogênio muscular, aumentando a concentração de glicose no sangue (MIRANDA, 2010).

Pode-se observar uma manutenção da glicemia elevada em todo o período de recuperação para o tratamento trote e passo (Tabela 4). Como a glicose é um importante precursor do glicogênio muscular, pode-se sugerir que houve um beneficamente na recuperação dos cavalos quanto submetidos a este tratamento.

É interessante ressaltar que houve um decréscimo numérico da concentração de lactato dois minutos após o desaquecimento ao trote e passo (Tabela 4), sugerindo maior reciclagem deste catabólito, reforçando a teoria do uso do ciclo de cori.

Tabela 4. Efeito do método de desaquecimento sobre as concentrações de glicose (mg/dL) e lactato (mmol/L) ao longo do desaquecimento e após 72 horas após do desaquecimento

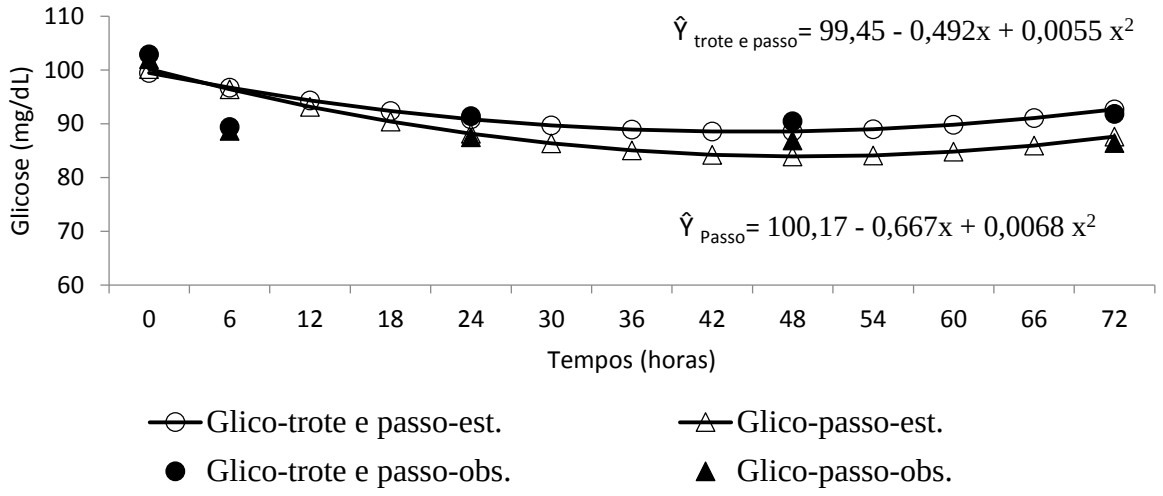
Tempos de coleta	Glicose (mg/dL)		Lactato (mmol/L)	
	Trote e Passo	Passo	Trote e Passo	Passo
Imed. Após tambor	102,9± 3,62[a]	101,99±3,69[a]	12,14± 0,81[a]	12,84± 0,86[a]
2 minutos após desaquecimento	98,53± 3,41[abc]	105,07 ± 4,18[a]	11,38± 0,76 [a]	13,13 ±0,93[a]
4 minutos após desaquecimento	101,22±3,41[ab]	98,66 ± 3,87[ab]	10,59± 0,76[a]	11,45 ± 0,86[ab]
6 minutos após desaquecimento	101,31±3,62[ab]	101,76 ± 3,62[a]	10,13± 0,81[a]	9,73 ± 0,76[b]
6 horas após desaquecimento	89,39±3,41[c]	88,67 ± 3,87[bc]	0,62± 0,76[b]	0,63 ± 0,86[c]
24 horas após desaquecimento	91,42± 3,41[c]	87,5 ± 3,62[c]	0,68 ± 0,76[b]	1,13 ± 0,81 [c]
48 horas após desaquecimento	90,45± 3,41[c]	86,86± 3,62[c]	0,57 ± 0,76[b]	0,61 ± 0,76[c]
72horas após desaquecimento	91,8± 3,41[bc]	86,43± 3,62[c]	0,44 ± 0,76[b]	0,52 ± 0,76[c]
P valor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5%.

O desaquecimento a trote e passo, também contribuiu para a manutenção de níveis glicêmicos mais elevados por todo o período de recuperação (Figura 5), garantindo substrato para ressíntese de glicogênio muscular (Waller e Lindiger, 2010) e favorecendo a recuperação dos cavalos, conforme citado por Kang et al. (2012).

Houve ajuste quadrático da regressão para sobre as concentrações de glicose (Figura 5) e lactato (Figura 6).

Figura 5. Efeito do método de desaquecimento sobre a concentração glicêmica (Mg/dl) de equinos ao longo do período de recuperação (horas).



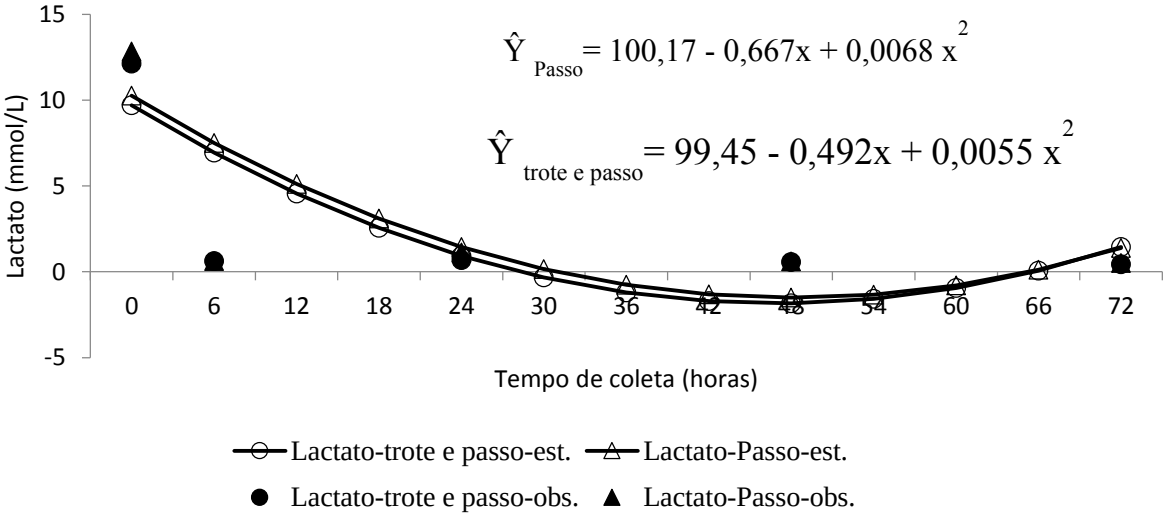
Observou-se também que os cavalos desaquecidos ao trote e passo apresentaram maiores concentrações glicêmicas após o exercício quando comparados com os cavalos desaquecidos ao passo. Tal fato também foi descrito por Bueno et al (2012), que avaliando os cavalos nos tempos de 2 e 15 minutos após a realização do exercício, observaram aumento da lactacidemia, situação não observada no presente estudo, o que reforça a importância do desaquecimento para os cavalos de tambor, e sugere-se que houve ressíntese de glicose a partir do lactato, pois foi observado atividade maior da LDH na recuperação, queda da frequência cardíaca a níveis próximos aos basais (favorecendo a oxigenação) e aumento das concentrações de glicose nos descritos tempos de observação.

No presente estudo, após o desaquecimento do cavalo, os animais que utilizaram a metodologia trote e passo apresentaram menores concentrações de lactato, nos tempos de 2 (12,13

Mmol/l para trote e passo e 12,84 para passo), 4 (11,37 mmol/l para trote e passo e 13,13 para passo) e 6 (10,59 mmol/l para trote e passo e 11,45 para passo) minutos de recuperação, e após as 6 horas de recuperação houve diferença (Figura 6).

Na coleta de 24 horas após o exercício, observou-se que a concentração sanguínea de lactato dos animais desaquecidos ao trote e passo foi de 0,68± 0,7mmol/l enquanto que os cavalos desaquecidos ao passo apresentaram 1,13 ± 0,81 mmol/l, diferença fisiologicamente marcante. Sugerindo que cavalos desaquecidos ao trote e ao passo, possuem maior oxigenação dos tecidos e com isso facilitando a transformação do lactato em energia como descrito por Spurway, (1992).

Figura 6. Efeito do método de desaquecimento sobre a concentração de lactato sanguínea (mmol/dl) de equinos ao longo do período de recuperação (horas).



O desaquecimento ao trote e ao passo se mostrou mais eficiente na remoção do lactato na recuperação, uma vez que os pontos observados se encontram próximos ao basal após 24 horas, demonstrando que o lactato produzido durante o exercício foi removido e utilizado como fonte de energia (Mello et al. 2002).

Outrora, o lactato produzido durante o exercício era considerado um metabólito cuja acumulação induzia à fadiga. O lactato tem dois destinos: acumular-se no próprio músculo ou é

removido pelos transportadores monocarboxilados (MCT) para o sangue (POOLE & HALESTRAP, 1993), onde será carreado para tecidos como o fígado, coração e outras fibras musculares, onde é metabolizado aerobiamente ou ressintetizado a novas unidades de carboidratos (SPURWAY, 1992), por meio da enzima lactato desidrogenase (LDH), será convertido em piruvato e, posteriormente metabolizado no ciclo de Krebs, produzindo energia para o músculo (MIRANDA, 2010).

Ao se considerar a atividade das enzimas marcadoras de atividade muscular, não foi observado efeito (p>0,05) do método de aquecimento e tempos de coleta no desaquecimento dos animais (Tabela 5 e 6).

Tabela 5. Efeito dos tempos de coleta sobre as enzimas marcadoras de lesão muscular no basal e após tambor

Enzimas	Tempos de coleta		CV%	P valor
	BASAL	APÓS TAMBOR		
AST	230,63±36,90	328,01±36,90	57,8547	0,0818
LDH	547,1±40,22	616,49±40,22	27,9661	0,2414
CK	286,36±19,46	333,87±19,46	26,2152	0,1049

As concentrações de AST e CK se apresentaram dentro dos padrões citados por Robinson (2003) podendo variar de 141-330 UI/L e CK de 2-147 UI/L, indicando mais uma vez que os cavalos utilizados no presente estão aptos para realizarem a prova de três tambores.

Resultados semelhantes foram encontrados por Caiado et al. (2011), avaliando a influência do exercício de alta intensidade e curta duração (prova de laço), encontraram maiores concentrações de CK e AST, logo após o exercício como no presente estudo e após o pico a atividade desta enzima diminui gradativamente.

Tabela 6. Efeito dos tempos de coleta (horas) sobreas enzimas marcadoras de lesão muscular após o desaquecimento

Enzimas	Tempos após desaquecimento (horas)						P valor
	Imed. Após	0,01	6	24	48	72	
AST	274,86±31,09	278,31±30,03	243,93±29,19	276,63±30,03	293,14±29,18	210,91±29,19	0,3913
LDH	559,72±43,70	523,19±42,22	558,14±41,03	607,44±42,22	614,13±41,03	556,2±41,03	0,6364
CK	318,12±20,93	304,37±20,22	280,28±19,65	299,69±20,22	290,87±19,65	280,91±19,65	0,7594

Como comprovado por Caiado et al., (2012) as enzimas marcadoras diminuíram gradativamente após o exercício, sendo o pico da AST em torno de 48 horas como descrito na literatura (ROBINSON, 2003), enquanto que o tempo de maior atividade de LDH foi em 48 horas (MIRANDA, 2010), o mesmo ocorreu na presente pesquisa, sugerindo que a LDH favoreceu na remoção do lactato por meio do ciclo de cori.

Os resultados encontrados no presente foram maiores Gama et al. (2012) que utilizando equinos da raça QM em provas de marcha, observaram que as enzimas voltaram ao basal em duas horas após o exercício. Tal fato pode ser atribuído à intensidade do exercício ser diferente do presente, sendo que em maiores intensidades, aumenta-se a permeabilidade do sarcolema da célula, tendo maior extravasamento da enzima para a circulação sanguínea, sem contudo significar lesão muscular. De acordo com Sales et al., (2013) o tempo de meia vida de cada enzima marcadora é de uma importância para a identificação se houve ou não lesão muscular.

7. Conclusão

O desaquecimento do cavalo de tambor é muito importante para a sua recuperação. Cavalos desaquecidos utilizando trote e passo aparentam ter recuperação mais efetiva em 24 horas, favorecendo a realização de atividades em dias seguidos, como é pratica desta modalidade equestre.

Este trabalho pode ser utilizado com base para o desenvolvimento de programas de treinamento de cavalos desta modalidade para garantir melhor desempenho e recuperação.

8. Referências Bibliográficas

ABQM. Associação Brasileira dos Criadores de Cavalo Quarto de Milha. A Raça. Disponível em:< http://www.abqm.com.br.>. Acesso em 10 maio 2016.

ASHEIM, A. et al., Heart rates and blood lactate concetrations of Standardbread horses during training and Racing. Journal of the AmericanVeterinary Medical Association, v.157, n.3, p. 304-312, 1970.

BABUSCI, M.; LÓPEZ, E.F. Sistema cardiovascular. In: BOFFI, F.M. Fisiología Del ejercicio en eqüinos. Buenos Aires: Inter-médica. Cap. 8, p. 123-131, 2006.

BALARIN, M. R. S.; LOPES, R. S.; KOHAYAGAWA, A.; LAPOSY, C. B.; FONTEQUE, J. R. Avaliacao da glicemia e da atividade serica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama- glutamiltransferase e lactato desidrogenase em equinos puro sangue ingles (PSI) submetidos a exercicios de diferentes intensidades. Semina: Ciências Agrárias, v. 26, n. 2, p. 211- 218, 2005.

BOFFI, F.M. Metabolismos energéticos y ejercicio. In: BOFFI, F.M. Fisiología Del ejercicio en eqüinos. Buenos Aires: Inter-médica. Cap. 1, p. 302, 2007.

CAIADO, J. C.; PISSINATE, G. L.; SOUZA, V. R. C.; FONSECA, L. A. D.; COELHO, C. S. Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla. Pesq. Vet. Bras, 31(5), 452-458, 2011.

CAMARA E SILVA, I. 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.

CASTELO, J.; BARRETO, H.; ALVES, F.; SANTOS, P.M.; CARVALHO, J.; VIEIRA, J. Metodologia do Treino Desportivo. Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana, 1998.

COELHO, C.S.; GAMA, J.A.N.; LOPES, P.F.R.; SOUZA, V.R.C. Glicemia e concentrações séricas de insulina, triglicérides e cortisol em equinos da raça Mangalarga Marchador após exercício físico. Pesquisa Veterinária Brasileira 31(9):756-760, 2011.

CUNNINGHAM, J. G. (2002). Text book of veterinary physiology (3ª edição). Philadelphia, Pa:Saunders Co.

DEVIENNE, M.F. & GUEZENNEC, C.Y. Energy expenditure of horse riding. **European Journal Appl. Physiol**. (2000) 82: 499-503.

DÍAZ, P. A. Evaluación del efecto del entrenamiento sobre las características histoquímicas, inmunohistoquímicas y morfométricas del músculo Gluteus medius en equinos mestizos. Memorial de título Med. Vet. Universidad de Concepción, Fac. Med. Vet. Chillán, Chile. 2002.

ERICKSON, H. H. Respiração e exercício. In: SWENSON, M. J.; REECE, O. W. Dukes Fisiologia dos animais domésticos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. p. 227-296.

EATON, M.D. Energetics and performance. In: HODGIS, D.R.; ROSE, R.J. (Eds). The Atletic horse. Philadelphia: Saunders,1994, p.49-61.

EVANS, D. L.; HARRIS, R. C. e SNOW, D. H. Correlation of racing performance with blood lactate and heart rate after exercise in thoroughbred horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 25, n. 5, p. 441-445, 1993.

EVANS, D.L. Training and fitness in athletic horses. Sydney: University of Sydney. **Department of Animal Science**, 2000.

FERRAZ, G.C. Fisiologia do exercício e performance equina. In SEMANA ACADÊMICA DE ZOOTECNIA DA UFPR. Curitiba, 2007. Disponível em:<http://www.gege.agrarias.ufpr.br/Anais/Fisiologia.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2015.

FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA NETO, A. R.; LACERDA NETO, J. C.; PEREIRA, M. C.; QUEIROZ-NETO, A. Respostas ao exercício de intensidade crescente em equinos: alterações na glicose, insulina e lactato. Ciência Animal Brasileira (UFG), v. 10, p. 1334-1340, 2009.

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

GAMA, J. A. N.; de SOUZA, M. S.; PEREIRA NETO, E.; de SOUZA, V. R. C.; COELHO, C. S. Concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase e concentrações plasmáticas de lactato em equinos da raça Mangalarga Marchador após exercício físico. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, 480-486, 2012.

GANONG, W.F. (2005). Review of Medical Physiology. (22ª edição). MacGraw-Hill.

GOLLNICK, P.D.; BAYLY, W.M.; HODGSON, D.R. Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood. Medicine Science in Sports and Exercise, Indianápolis, v. 18, n. 3, p. 334-340, 1986.

GONZÁLES, F.H.D, SILVA, S.C. Introdução à bioquímica clínica veterinária. Porto Alegre: UFRGS, 198p. 2003.

GUIMARÃES, JUDITE LAPA; ADELL, EDILENE AMARAL DE ANDRADE. Estrutura e bioquímica do músculo. Apostila do Laboratório de carnes. Departamento de tecnologia animal, FEA, Unicamp, 1995.

HARRIS, P. et al. Some Factors influencing plasma AST/CK activities in thoroughbred racehorses. Med. Sci. Sports Exerc., Madison, v. 21, p. 66-71, 1990.

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

HAMLIN, M.J.; SHEARMAN, J.P.; HOPKINS, W.G. Changes in physiological parameters in overtrained in standartbread racehorses. Equine Veterinary Journal, v.34, n.4, p. 383-388, 2002.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R. e HOLLMANN, W. Justification of the 4-mmol/L lactate threshold. International Journal of Sports Medicine, v. 6, n. 3, p. 117-130, 1985.

HINCHCLIFF, K. Clínica Veterinária: Um tratado de Doenças dos Bovinos, Ovinos, Suínos, Caprinos e Eqüinos. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1737 p. 2002.

HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The athletic horse: principles and practice of equine sports** Medicine. Philadelphia: Saunders, 1994. p. 497.

HOLLMANN, W.; HETTINGER. Medicina do esporte. São Paulo: Manole, 1989.

KANEKO, J.; HARVEY, J.; BRUSS, M. Clinical biochemistry of domestic animals. 5ª ED. San Diego Academic Press. 932p., 1977.

KANG, O.K.D.; RYU, Y.C.; YUN, Y.M.; KANG, M.S. Effects of cooldown methods and durations on equine physiological traits following high –intensity exercise. Livestock Science 143, p. 70–76, 2012.

KOWAL, R. J.; ALMOSNY, N. R. P.; CASCARDO, B.; SUMMA, R. P.; CURY, L. J. Avaliacao dos valores de lactate e da atividade serica da enzima creatina quinase (2.7.3.2) em cavalos (Equus caballus) da raca Puro-Sangue-Ingles (PSI) submetidos a teste de esforco em esteira ergometrica. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v. 13, n. 1, p. 13-19, 2006.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. Princípios de Bioquímica. 2ª ed. São Paulo: Savier Editora de Livros Médicos Ltda, 2000.

LEWIS, L.L. Nutrição clínica do cavalo. São Paulo: Roca, 2000.

LINDINGER M.I. Acid-base physiology during exercise and in response to training. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR R.J. (Eds), Equine sports medicine and surgery. Saunders, Philadelphia, p.872-897, 2004.

LINDNER, A. Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of sports horses in practice. **Revue Médecine Vétérinaire**, v.151, n.7, p.611-618, 2000.

MCCUTCHEON, L. J., R. J. GEOR, AND K. W. HINCHCLIFF. Effects of prior exercise on muscle metabolism during sprint exercise in horses. J. Appl. Physiol. 87(5): 1914–1922, 1999.

MELLO, M. A.; LUCIANO, E. Efeitos Bioquímicos da Ingestão de Carboidrato Líquido durante o Exercício Aeróbio em Ratos Recuperados de Desnutrição. Revista Paranaense de Educação Física, Curitiba, v. 1, p. 7 – 14, 2000.

MIRANDA, M.C.P.C. Estudo de diferentes protocolos para a determinação do lactato mínimo em equinos em exercício: comparação com a máxima fase estável de lactate. Tese apresentada à Faculdade de Ciências

Agrárias e Veterinárias - FCAV da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Medicina Veterinária (Clínica Médica Veterinária).

MORGADO, E.; GALZERANO, L.. Utilização de óleos em dietas para equinos. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET ®, ISSN 1695-7504, Vol. VII, nº 10, 2006.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M. D.; AGÜERA, E. I.; CASTEJÓN, F. M. Relationship between slope of the plasma lactate accumulation curve and working capacity in andalusian horses. Acta Veterinária, Brno, v. 68, p. 41-50. 1999.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R.; LUCAS, R.G.; CASTEJÒN, F M. Effect of training duration and exercise on blood-borne substrates, plasma lactate and enzyme concentrations in Andalusian, Anglo- Arabian and Arabian breeds. Equine Exercise Physiology 6, Equine Veterinary Journal Supplement, v.34, p.245 – 251, 2002.

NIELSEN F.H. & LUKASKI H.C. 2006. Update on the relationship between magnesium and exercise. Magnes. Res. 19:180-189.

PÖSÖ, A.R., HYYPPÄ, S. & GEOR, R.J. Metabolic responses to exercise and training. In: K.W. Hinchcliff, R.J. Geor & A.J. Kaneps, Equine Exercise Philosophy: The Science of Exercise in the Athletic Horse. (pp.248-273). Philadelphia: Saunders Elsevier, 2004.

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

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. In:. Fisiologia do Exercício. 3. ed. São Paulo: Editora Manole, 2000. 527 p.

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, p. 389-395, 2009.

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

ROSE R.J. & HODGSON D.R. An overview of Performance and Sports Medicine, p.3-25. In: Hodgson D.R. & Rose R.J. (Eds), The Equine Athlete: Principles and Practice of Equine Sports Medicine. Saunders, Philadelphia, 1994.

SANTIAGO, J. M.; FONSECA, M.G.; ABRANTES, R.G.P. et al. Correlações fenotípicas entre medidas morfométricas lineares e angulares de equinos da raça Mangalarga Marchador. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49. 2012, Brasília. Anais...Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012.

SANTOS, S.A.; CRISPIM, S.M.A.; SOARES, A.C.; MAURO, R.A.; PEREIRA, M.; SERENO, J.R.B. Grazing patterns of pantaneiro horses. An elemento f adaptability to the panatanal región, Brazil. Instituto de Zootecnia Faculdad de Vetrinaria. Servicio de Publicaciones. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. España. Archivos de Zootecinia v.51, n. 193-194, p. 129-138, 2002.

SANTOS, V. P. Variações hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes tipos de protocolos de exercício. 2006. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2006.

SILVA, M. A. et al. Equilíbrio ácido-base em equinos da raça Quarto-de Milha antes e após a prova dos três tambores. Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 10, n. 1, p. 84-84, 2012.

SOARES, E. C. Indicadores hematológicos e bioquímicos na avaliação da performance de equinos atletas. UFRGS. 2004.

SOARES, O.A.B. Comparação de diferentes métodos lactacidêmicos e glicêmicos de determinação do limiar anaeróbico em equinos. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, 2008.

DE SOUZA B.G.; da VEIGA C.C.P.; de OLIVEIRA G.F.; FERREIRA A.M.R.; de ALMEIDA F.Q. Evaluation of a training program for eventing horses: effects on heart rate and lactate threshold. Revista Brasileira Medicina Veterinária, 35(4):385-391, 2013.

SPURWAY, N.C. Aerobic exercise, anaerobic exerciseand the lactate threshold. British Medical Bulletin, v.48, n.3, p. 569-591, 1992.

SZWAROCKA- PRIEBE, T.; GILL, J. Seasonal enzyme activity changes in two aminotransferase AspAT and AIAT, acid and alcaline phosphatases and aldolase in the sérum of Thoroughbred horses during a Racing season. Acta Physiologica Polonica, v.35, n.3, p. 249-256, 1994.

TEGTBUR, U; BUSSE, M. W.; BRAUMANN, K.M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. Medicine and Science in Sports Exercise, Indianápolis, v. 25, p. 620-7, 1993.

TOLEDO, P.S.; DOMINGUES JÚNIOR, M.; FERNANDES, W.R.; MAGONE, M. Atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatina quinase, gama-glutamiltransferase, lactato desidrogenase e glicemia de cavalos da raça P.S.I. submetidos a exercícios de ‘’diferentes intensidades. **Rev. Bras. Cienc. Vet.**, Niteroi, v.8, n.2, p.73-77, 2001.

TYLER, C.M.; HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. Effect of a warm-up on energy supply during high intensity exercise in horses. Equine Veterinary Journal, 28(2), 117-120, 1996.

WALLER A.P. & LINDIGER M.I. 2010. Nutritional aspects of post exercise skeletal muscle glycogen synthesis in horses: a comparative review. Equine Vet. J. 42:274-281.

VALBERG, S. J.; MACLEAY, J. M.; MICKELSON, J. R. Exertional rhabdomyolysis and polysaccharide storage myopathy in horses. The Compendium on continuing education for the practicing veterinarian (USA), 1997.

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