

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

**AVALIAÇÃO HEMATOLÓGICA E BIOQUÍMICA EM  
EQUÍDEOS DURANTE EXERCÍCIO**

**Evandro Pereira Neto**

**VILA VELHA – ESPÍRITO SANTO**

**Setembro de 2011**

**UVV – CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA**

**AVALIAÇÃO HEMATOLÓGICA E BIOQUÍMICA EM  
EQUÍDEOS DURANTE EXERCÍCIO**

**Evandro Pereira Neto**

**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 – ESPIRÍTO SANTO**

**Setembro de 2011**

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

P436a Pereira Neto, Evandro.

Avaliação hematológica e bioquímica em eqüídeos durante exercícios / Evandro Pereira Neto. – 2011.

43 f.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Clarisse Simões Coelho.

Dissertação (mestrado em Ciência Animal) – Centro Universitário Vila Velha, 2011.

1. Jumento. 2. Eqüídeo 3. Exercícios físicos I. Coelho, Clarisse Simoes. II. Centro Universitário Vila Velha. III. Título.

CDD 636.1

**UVV – CENTRO UNIVERSITÁRIO VILA VELHA**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**Avaliação hematológica e bioquímica em equídeos durante exercício**

**Autor: Evandro Pereira Neto**

**Orientador: Profa. Dra. Clarisse Simões Coelho**

**Vila Velha, 15 de setembro de 2011**

**Banca examinadora**

**PROFa. DRA. Clarisse Simões Coelho**

**PROF. DR. Dominik Lenz**

**PROFa. DRA. Carla Braga Martins**

## **DEDICATÓRIA**

**AOS MEUS PAIS, MARIA YARA DOREA PEREIRA E EDMILSON DE JESUS PEREIRA, POR TODO APOIO E DEDICAÇÃO.**

AOS MEUS PADRINHOS EUNICE E BALTAZAR POR SEMPRE ME INSENTIVAREM E ACONCELHAREM.

A MINHAS IRMÃS SANDRA E ADRIANA, POR TODOS OS MOMENTOS VIVIDOS APRENDENDO A COMPARTILHAR E SER SOLIDARIO.

A MINHA ESPOSA LIGIA QUE SEMPRE ME TRANQUILIZA NOS MOMENTOS DE AFLIÇÃO E QUE TRANSFORMOU MINHA VIDA COM A SUA PRESENÇA.

A TODOS OS PROFESSORES CLARISSE, VINICIUS, GRAZIELA, GIULIANO, LEANDRO, GUSTAVO, SEFORA, JOÃO, FLAVIANA, ANDREY, DOMINIK, QUE CONTITUIRAM E AUXILIARAM NA OBTENÇÃO DO MEU CONHECIMENTO.

AOS AMIGOS E COPANHEIROS DE TRABALHO, ANDERSON, ODAEL, MARCIO, ADRIANE, QUE ME AJUDARAM E ME AJUDAM SEMPRE QUE PRECISO.

AO SEBRAI – ES POR PROMOVER UM EVENTO DE TAL MAGNITUDE QUE FOI A TROPEADA DOS IMIGRANTES E COM ISSO POSSIBILITAR A EXECURSÃO DO TRABALHO

À VOCÊS EU DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

**À DEUS, POR SEMPRE ME GUIAR E COM ISSO CONQUISTAR TODOS OS MEUS OBJETIVO**

À MINHA ORIENTADORA, **PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> CLARISSE SIMÕES COELHO** QUE SEMPRE MUITO SOLICITA A MIM E DE MANEIRA IMPAR ME AJUDOU A PREPARAR ESTE TRABALHO.

AOS PROPRIETARIOS DOS MUARES, QUE DEIXARAM UTILIZAR, E COLETAR AMOSTRAS DOS SEUS ANIMAIS.

AOS EVARISTO J. MANZI E A NALVA STEIN MANZI (FOTOGRAFOS), QUE DISPONIBILIZARAM IMAGENS FEITAS DURANTE O EVENTO.

AOS AMIGOS E COPANHEIROS DE TRABALHO, ANDERSON, ODAEL, MARCIO, ADRIANE, QUE ME AJUDARAM E ME AJUDAM SEMPRE QUE PRECISO.

À TODOS OS PROFESSORES DO PMCA PELOS ENSINAMENTOS TRANSMITIDOS.

À TODOS OS COLEGAS DO PMCA QUE TRANSFORMARAM NOSSAS MANHÃS DE SÁBADO EM MOMENTOS DE PURA DESCONTRAÇÃO.

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 do sexo e dos valores individuais das dosagens de creatinoquinase (CK – UI/L), determinações séricas de aspartato aminotransferase (AST – UI/L) e lactato desidrogenase (LDH – UI/L) em muares usados em uma cavalgada, no momento repouso (T0),antes do início da cavalgada.....	40
Apêndice B:	Registro do sexo e dos valores individuais das dosagens de creatinoquinase (CK – UI/L), determinações séricas de aspartato aminotransferase (AST – UI/L) e lactato desidrogenase(LDH – UI/L) em muares usados em uma cavalgada, no momento após primeiro trecho de 54 km (T1).....	41
Apêndice C :	Registro do sexo e dos valores individuais das dosagens de creatinoquinase (CK – UI/L), determinações séricas de aspartato aminotransferase (AST – UI/L) e lactato desidrogenase (LDH – UI/L) em muares usados em uma cavalgada, após 80km (T2).....	42
Apêndice D:	Registro do sexo e dos valores individuais das dosagens de creatinoquinase (CK – UI/L), determinações séricas de aspartato aminotransferase (AST – UI/L)) e lactato desidrogenase(LDH – UI/L) em muares usados em uma cavalgada, após 100km (T3).....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Valores das medianas, valores mínimos e máximos da atividade sérica de CK (UI/L) nos muares utilizados durante a cavalgada Tropeada dos Imigrantes nos momentos T0, T1, T2 e T3.....	25
Tabela 2:	Valores médios e desvios-padrão das atividades séricas de AST e LDH (UI/L) nos muares submetidos a cavalgada nos momentos T0, T1, T2 e T3.....	27



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Creatinoquinase (CK)</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Aspartato aminotransferase (AST)</b>	<b>18</b>
<b>2.3 Lactato-desidrogenase (LDH)</b>	<b>20</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>21</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>22</b>
<b>4.1. Animais</b>	<b>22</b>
<b>4.2. Delineamento experimental</b>	<b>22</b>
<b>4.3. Processamento das Amostras</b>	<b>23</b>
4.3.1 Determinação sérica das atividades de creatinoquinase (CK),	23
4.3.2 Determinação sérica das atividades de aspartatoaminotransferase (AST),	23
4.3.3 Determinação sérica das atividades de Lactato-desidrogenase (LDH).	24
<b>4.4 Análise Estatística</b>	<b>24</b>
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>25</b>
<b>5.1 Creatinoquinase (CK)</b>	<b>25</b>
<b>5.2 Aspartato aminotransferase (AST)</b>	<b>27</b>
<b>6. DISCUSSÃO</b>	<b>28</b>
<b>7. CONCLUSÕES</b>	<b>32</b>
<b>8. REFERENCIA</b>	<b>334</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>40</b>

PEREIRA NETO, E. **Avaliação hematológica e bioquímica em equídeos durante exercício.** [Dissertação de Mestrado]. Vila Velha-ES: Pós-Graduação em Ciência Animal, UVV – Centro Universitário Vila Velha, 2011.

## **RESUMO**

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do exercício físico sobre as atividades séricas das enzimas creatinoquinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH) de muares ao longo de uma cavalgada de 100 km, considerada como atividade física de intensidade submáxima e longa duração, realizada no estado do Espírito Santo. Para tal foram obtidas amostras de soro e plasma de 20 muares, com idade variando entre três e 10 anos (média de  $5,5 \pm 2,8$  anos), considerados clinicamente hígidos, após exames clínicos e laboratoriais (hemograma) nos momentos T0 que foi no repouso, T1 após 54km após aproximadamente 12 horas de cavalgada, T2 após 80 km no segundo dia após 6 horas de cavalgada e T3 aos 100 km após 12 horas do segundo dia. Estes animais pertencem a criatórios localizados em diferentes municípios do estado do Espírito Santo. As referidas amostras foram encaminhadas ao Laboratório Clínico CDV para as análises. Para a CK, os resultados registrados nos momentos T0, T1, T2 e T3 foram respectivamente, de 231,3 UI/L, 310,6 UI/L, 253,2 UI/L e 476,0 UI/L. Na avaliação da atividade sérica de AST, os resultados registrados nos quatro momentos T0, T1, T2 e T3 foram respectivamente,  $341,7 \pm 73,9$  UI/L,  $403,1 \pm 78,42$  UI/L,  $410,5 \pm 70,5$  UI/L,  $426,5 \pm 66,7$  UI/L. Por fim, a avaliação da atividade sérica da LDH nos momentos T0, T1, T2 e T3 foram, respectivamente,  $423,1 \pm 101,8$  UI/L,  $534,4 \pm 131,8$  UI/L,  $628,5 \pm 100,6$  UI/L e  $823,4 \pm 273,2$  UI/L. A análise dos resultados demonstrou que o exercício físico imposto ocasionou aumento significativo de AST e LDH. As concentrações de CK, embora tenham demonstrado elevação entre os momentos, o aumento não foi considerado significativo. A interpretação destes resultados permitiu concluir que os muares utilizados, manifestaram instabilidade tecidual e com isso elevação da atividade sérica das enzimas avaliadas durante o exercício físico imposto.

**Palavras-chave:** Muares, AST, CK, LDH, cavalgada, exercício

PEREIRA NETO, E. **Avaliação hematológica e bioquímica em equídeos durante exercício.** [Dissertação de Mestrado]. Vila Velha-ES: Pós-Graduação em Ciência Animal, UVV – Centro Universitário Vila Velha, 2011.

## **ABSTRACT**

The purpose of this study was to evaluate the influence of physical exercise on the serum enzymes creatine kinase (CK), aspartate aminotransferase (AST) and lactate dehydrogenase (LDH) in mules. The animals rode a distance of 100 km ride, an exercise which is considered to be submaximal. Serum samples of 20 mules, aged between three and ten years (average of 5.5 + 2.8 years), considered to be clinically healthy after clinical and laboratory tests (blood count) were drawn during the exercise. One sample (D0) was drawn before the exercise, T1 after 54km (12 hours), T2 after 80 km (during the second day after 6 hours of riding) and T3 after 100 km (during the second day after 12 hours of riding). These animals participating for the present study belonged to farms in different cities in the state of Espírito Santo, Brazil. These samples were sent to the CDV Clinical Laboratory for analysis. For CK, the results recorded at times T0, T1, T2 and T3 were respectively 231,3 IU/L, 310,6 IU/L, 253,2 IU/L and 476,0 IU/L. In the assessment of serum activity of AST, the results recorded in the four times T0, T1, T2 and T3 were respectively  $341,7 \pm 73,9$  IU/L,  $403,1 \pm 78,42$  IU/L,  $410,5 \pm 70,5$  IU/L,  $426,5 \pm 66,7$  IU/L. Finally, the evaluation of serum LDH activity at times T0, T1, T2 and T3 were respectively  $423,1 \pm 101,8$  IU/L,  $534,4 \pm 131,8$  IU / L,  $628,5 \pm 100,6$  IU/ L and  $823,4 + 273,2$  IU/L . The results showed that exercise caused a significant increase in tax AST and LDH. The concentrations of CK, although they demonstrated increased values over the time, the increase was not considered significant. The interpretation of these results indicated that the mules showed an elevation of serum enzymes during physical exercise.

Keywords: Mules, AST, CK, LDH, horseback riding, exercise

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, o homem vem utilizando os cavalos por sua força e velocidade. Até hoje os equinos são utilizados no campo e nas cidades, para transporte, esportes e lazer. Mais recentemente, também são usados no tratamento de pessoas com necessidades especiais (THOMASSIAN, 2001; ALEMAN, 2008).

Por possuírem boa conformação racial e grande vigor físico, alguns animais também são selecionados como reprodutores, com intuito de transmitir tais características fenotípicas e desempenho atlético aos seus descendentes (GUYTON, 1997; HARRIS, 2000; THOMASSIAN 2001; SANTOS, 2006).

O cruzamento entre o *Equus caballus* (égua) e *Equus asinus* (jumento) origina os muares (mula ou burro, como são comumente denominados). Já o cruzamento entre um garanhão e uma jumenta dá origem aos bardôtos ou bardôtas, que são animais com menor aceitação em relação aos muares, devido ao menor porte e limitação de largura da bacia da jumenta, comumente levando a partos distócicos, e por apresentarem menor vigor e agilidade (RIBEIRO, 2008; RIBEIRO, et al. 2009).

Os muares são animais de grande popularidade no meio rural e urbano, devido a sua rusticidade e vigor físico. São animais capazes de executar trabalho em diferentes tipos de terrenos, com declive e aclive, e também se adéquam aos diferentes tipos de clima presente no Brasil (DE OLIVEIRA, 2004). Além de serem utilizados na lida diária, também são utilizados durante o lazer (RIBEIRO et al., 2009).

Da mesma forma que os cavalos, os asininos e os muares são utilizados como atletas em diversas provas, destacando-se aquelas onde se avalia o andamento e as provas de resistência, as cavalgadas. Nestas últimas, os animais são submetidos à exercício de intensidade submáxima e longa duração, sendo considerado um esporte popular de atividade equestre (RIBEIRO et al., 2004).

Nos últimos anos, várias pesquisas vêm sendo feitas com o intuito de determinar a resposta orgânica frente aos treinamentos físicos e, com isso, tentar prever ou até mesmo diagnosticar de maneira precoce lesões indesejadas à musculatura esquelética do animal, bem como avaliar a performance atlética (SANTOS, 2006). No entanto, Harris (2000) afirma que ainda há muita inconsistência na literatura na tentativa de se estipular um valor de referência para tais avaliações, por conta das diferenças em intensidade e duração do exercício ao qual o animal está sendo submetido. Um dos fatores que

dificulta ainda mais a avaliação de mueres é a falta de valores de referência, sendo sempre comparados aos valores determinados para equinos (DUGAT et al., 2010)

Durante o exercício é importante além da avaliação clínica, o uso de avaliações laboratoriais, mais precisamente a mensuração das concentrações séricas de enzimas, metabólitos e íons. Estes parâmetros são amplamente utilizados na rotina clínica e, principalmente, em pesquisas para determinar variações e no acompanhamento de equídeos atletas (FERNANDES e LARSSON, 2000; TOLEDO et al., 2001; AGUILERA-TEJERO et al., 2001; SANTOS et al., 2001; RIBEIRO, 2004).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O principal responsável pelo desempenho dos movimentos é a musculatura esquelética, que pode sofrer agressões ou lesões durante o exercício e desencadear alterações de mediadores bioquímicos sanguíneos (HARRIS, 2000). As doenças do sistema musculoesquelético levam a claudicações e a perda do desempenho físico e reprodutivo em decorrência da dor, o que provoca grandes perdas econômicas, exigindo cada vez mais a atenção dos veterinários (THOMASSIAN, 2001).

O músculo esquelético é constituído por 75% de água, 18 a 22% de proteína, 1% de carboidratos e 1% sais minerais, com um teor lipídico variável. De acordo com a raça, estima-se que cerca de 44% e 53% do peso vivo de um equino adulto corresponda a músculo (HARRIS, 2000).

A contração muscular depende da energia fornecida pelo trifosfato de adenosina (ATP). A maior parte desta energia é necessária para manter o mecanismo pelo qual as pontes cruzadas retraem os filamentos de actina até a cabeça da miosina (ERICKSON, 1996; GUYTON, 1997; HARRIS, 2000).

Durante o exercício, as exigências metabólicas do músculo variam de acordo com a duração e/ou intensidade do trabalho (ERICKSON, 1996). Segundo Cardinet III (1997), a taxa de energia utilizada no exercício pode ser até 200 vezes maior que a do animal em repouso. Durante o início do exercício, a fonte energética imediata é o ATP disponível localmente que, no entanto, está presente em baixas concentrações (ERICKSON, 1996).

A concentração de ATP encontrada na fibra muscular é suficiente para manter a contração por poucos segundos. A fonte primária para recompor o ATP é a fosfocreatina, que contém uma ligação fosfato de alta energia, tornando-se uma importante fonte de energia durante o funcionamento muscular, utilizada em trabalhos intensos e de baixa duração – de 6 a 8 segundos, sendo denominada a fase da anaerobiose alática (ERICKSON, 1996; GUYTON, 1997; MARRZOCO e TORRES, 1999; HARRS, 2000). A creatina é captada pelo tecido muscular, sendo fosforilada mediante a reação catalisada pela creatinoquinase (CK), em fosfocreatina (GRAZI et al., 1975).

Após se esgotarem as reservas de ATP e de fosfocreatina, a fonte de energia seguinte a ser utilizada é a glicose. Nos exercícios de alta intensidade, esta é utilizada

em anaerobiose, ou seja, na ausência de oxigênio, gerando somente quatro ATPs para cada mol de glicose usada. Sua energia dura aproximadamente 2 minutos. Segundo Eaton (1994), o produto final do uso anaeróbico da glicose é a produção de ácido láctico (anaerobiose láctica), sendo esta proporcional a intensidade do 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 condicionados (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).

Principalmente em decorrência do aumento da duração do exercício, há a ativação dos sistemas circulatório e respiratório e a obtenção de energia ocorre principalmente através da oxidação da glicose (glicólise aeróbica) e dos ácidos graxos (precursores dos triglicérides) no músculo esquelético. O aumento da lipólise e do catabolismo de proteínas corporais no exercício físico ocorre em consequência do equilíbrio energético negativo provocado por ação de catecolaminas e cortisol, semelhante ao provocado pelo jejum alimentar (DURHAM, 2006). Assim, em exercícios de moderada a alta intensidade, o glicogênio muscular e os depósitos de triglicérides se reduzem (CARDINET III, 1997). Um exemplo a ser dado de provas de resistência ou exercícios de baixa intensidade e com longa duração é o enduro, onde a obtenção de energia ocorre durante essa prova é através da glicólise aeróbia que gera a produção de piruvato, que por sua vez entra no Ciclo de Krebs e é metabolizado até dióxido de carbono e água, gerando 38 ATPs para cada mol de glicose (KANEKO, 1997). Durante a recuperação do exercício, as concentrações plasmáticas de triglicérides caem consideravelmente, conforme a de insulina aumenta em consequência do retorno alimentar no pós-exercício (HYYPPÄ, 2005).

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.

As lesões no tecido musculoesquelético são diagnosticadas através de um exame clínico detalhado associado com as determinações conjuntas da atividade sanguínea da creatinoquinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH). Um aumento dos níveis séricos destas enzimas pode ocorrer devido a variação da permeabilidade da membrana muscular, observada em consequência do exercício físico (THOMASSIAN, 2001), e também pode ocorrer devido à ruptura parcial ou completa das células ou perda de função da membrana. Em ambas as situações há a passagem dessas enzimas para o plasma. Assim, existe a dificuldade em saber se há lesão ou simplesmente ocorreu um aumento transitório da permeabilidade na membrana (VALBERG, 1996), o que reforça a importância da associação dos achados laboratoriais com o exame clínico e com valores de referência para a espécie.

Para que o animal tenha um bom rendimento, sem desgaste excessivo e garantindo seu bem-estar, e isso favoreça ganhos rentáveis aos seus proprietários, o ideal é compreender os mecanismos fisiológicos durante o exercício físico e estabelecer parâmetros que podem ser avaliados durante o treinamento (MARQUES, 2002). As alterações nas concentrações das enzimas de origem muscular, que participam ativamente da produção de energia, em resposta ao treinamento e exercício, são de grande importância para os clínicos e treinadores (CARDINET III, 1997).

## **2. 1 Creatinoquinase (CK)**

Segundo Cardinet III (1997), a CK é a enzima sérica mais utilizada nos casos de avaliação e acompanhamento de doenças musculares em animais domésticos. No equino, a CK possui quatro isoenzimas, a CK-MM presente no músculo esquelético e cardíaco, a CK-BB presente no cérebro, a CK-MB encontrada somente no coração. Também, a CK-Mt, que é uma enzima mitocondrial responsável por 15% da atividade da CK cardíaca (KRAMER e HOFFMANN, 1997).

Calcula-se que a quantidade total de CK circulante no equino corresponda à quantidade de CK encontrada em 1 g de músculo. Deste modo, um aumento de três a cinco vezes na atividade da CK plasmática, corresponde a miólise de aproximadamente 20 g de músculo ( VALBERG, 2001).



A mensuração desta enzima é muito comum quando há suspeita de necrose muscular, sendo que um retorno à taxas de normalidade ocorre de três a sete dias, dependendo do grau e da extensão da lesão tecidual, onde pode atingir um pico de concentração sangüínea de seis a 12 horas após a lesão possuindo segundo Frapre (1998), uma meia vida de menos de 24 horas. Assim, níveis elevados de CK indicariam degeneração aguda do músculo, sendo um forte indício para diagnóstico de rabdomiólise (VALBERG, 2002).

Vários valores são citados para equinos em repouso. Segundo Cardinet III (1997), os valores normais de CK podem variar com a atividade física, idade e sexo, indicando  $12,9 \pm 5,2$  UI/L como referência para a espécie. Robinson (2003) foi mais específico ao descrever valores de acordo com o tipo de trabalho e raça, citando o intervalo de referência de 2-147 UI/L para equinos da raça Puro Sangue Inglês e 18-217 UI/L para equinos ao trote. No entanto, Pritchard et al. (2009) registraram valores superiores, entre 123-358 UI/L, não distinguindo raça.

O grau de elevação de CK não possui relação direta com os sinais clínicos apresentados pelo animal. Exercícios de alta intensidade podem resultar em aumento considerável da atividade da CK ( $>1000$  UI/L), sem indicar lesão muscular. Porém esse aumento normalmente não ultrapassa 5000 UI/L (VALBERG, 2006). Portanto, não deve ser a única ferramenta utilizada para diagnosticar lesões musculares, devendo ser combinada a outros meios diagnósticos (SANTOS, 2002).

Elevações limitadas em CK ( $<1000$  UI/L) podem ocorrer durante treinamento ou transporte (CARDINET III, 1997). Stull e Rodiek (2000) estudaram os níveis séricos de CK em animais transportados e observaram aumento significativo, com valores no início e ao final do transporte de, respectivamente,  $224 \pm 105$  UI/L e  $317 \pm 144$  UI/L, porém sem alterações clínicas. Estes dados corroboram com o valor previamente citado por Cardinet III (1997), o qual também pode ocorrer em exercício de baixa intensidade.

No trabalho feito por Kowal et al. (2006), os animais apresentavam valores de CK 50% maior que os valores basais durante um teste de esforço na esteira, que segundo o autor esses valores estão associados a animais não condicionados fisicamente, no entanto os valores declinaram em aproximadamente em 24 horas, chegando aos valores encontrados antes do exercício. Kowal et al. (2006) afirmam que a CK pode ser utilizada como referência segura na avaliação do condicionamento físico animal.

No trabalho feito por Franciscato et al. (2006), os valores da CK sofreram alterações significativas entre as fêmeas gestantes ( $241,41 \pm 114,27$  UI/L) e as não gestantes ( $361,12 \pm 127,50$ UI/L), relacionando estes valores com a presença intra-uterina desta enzima.

Balarin et al. (2005) avaliaram a variação de CK em equinos da raça Puro Sangue Inglês em repouso e submetidos a exercícios de diferentes intensidades e obtiveram variação principalmente no início do treinamento dos equinos machos. As fêmeas não demonstraram nenhum aumento, sendo que estes achados se mantiveram na avaliação após exercício de intensidade moderada onde antes obteve  $172,83 \pm 47,04$  UI/L, e após o exercício  $176,72 \pm 54,27$  UI/L.

Martins et al. (2008) acompanharam os efeitos do treinamento. Para tal, alguns animais passaram por um longo período de preparação sendo submetidos posteriormente a uma prova de enduro de aproximadamente 40 km. Os resultados encontrados para atividade sérica de CK, após 6 horas do final de exercício, foram os mais elevados ( $189 \pm 62$ UI/L). Segundo os autores esta foi uma elevação discreta, apesar de demonstrar significância. Ainda ressaltaram que o aumento da atividade enzimática encontrada não indicou lesão muscular.

Lopes et al. (2009) não obtiveram variação da atividade sérica de CK em seu trabalho com animais mestiços de Quarto de Milha utilizados em provas de vaquejada, apresentando valores iniciais de  $129,8 \pm 13,3$  UI/L e ao final da prova  $117 \pm 14,5$  UI/L.

São escassas as descrições envolvendo muares. Ribeiro et al. (2004), avaliando a variação da CK em 5 muares e 15 equinos submetidos a prova de resistência (cavalgada) de 76 km, obtiveram valores da atividade de CK nos muares de  $237 \pm 79$  UI/L no repouso (antes da atividade física),  $266,2 \pm 58,3$  UI/L na chegada para o descanso noturno (pouso) ao final do primeiro dia,  $306,2 \pm 153,2$  UI/L antes da saída no segundo dia e, por fim,  $251,7 \pm 65,8$  UI/L ao término da atividade física; não demonstrando variação significativa, sugerindo, segundo os autores, que os animais estavam adaptados ao exercício imposto.

## **2.2 Aspartato aminotransferase (AST)**

A AST possui a função de catalisar a transaminação de L-aspartato e alfacetoglutarato em oxalacetato e glutamato, sendo encontrada em quase todos os tecidos, tais como músculo cardíaco, fígado e eritrócito. Logo, sua atividade sérica não

é específica para nenhum tecido, mas o músculo e o fígado podem ser considerados as principais fontes (DUNCA e PRASSE, 1986; CARDINET III, 1997). Assim, a AST também pode ser utilizada como ferramenta diagnóstica em lesões musculares em animais, segundo Cardinet III (1997), desde que em associação com a determinação dos níveis séricos de CK (CARDINET III, 1997; HARRIS, 2000; FRANCISCATO et al., 2006).

Considerando que o pico da AST ocorre de 24 a 48 horas após a lesão muscular, é importante coletar a amostra dentro deste período, pois sua concentração sérica reduz de maneira rápida, acarretando num diagnóstico falso se coletado no momento errado (CARDINET III, 1997; HARRIS, 2000). Em um trabalho realizado por Seppa et al. (2009), utilizando animais que sofreram lesões após intenso exercício, foi observado que a AST apresentou elevação mesmo após 24 horas do término do exercício.

Os valores de referência descritos para equinos variam consideravelmente. De acordo com Harris (2000), os valores oscilam de 58 a  $161 \pm 16,2$  UI/L, em animais sem treinamento, e 48 a  $456 \pm 75,4$  UI/L, para animais em treinamento, já para Robinson (2003) a referência varia 141 a 330 UI/L. No entanto, Franciscato et al. (2006) não encontraram em seu experimento interferência da idade, sexo, gestação, repouso ou exercício, com valores da AST entre 179 e 210 UI/L.

Câmara e Silva et al. (2007) propuseram avaliar a atividade sérica de AST de equinos em diferentes atividades e os resultados obtidos mostraram que os animais atletas e de tração apresentaram maior atividade de AST que os de reprodução apresentando respectivamente  $56,8 \pm 20,9$  UI/L,  $50,1 \pm 19,2$  UI/L e  $33,0 \pm 13,1$  UI/L nos animais em repouso.

Durante um experimento utilizando equinos da raça PSI, não foram observados diferença da atividade da AST entre os sexos durante o momento basal, que para os machos foi de  $141,02 \pm 22,03$  UI/L e para fêmeas de  $140,40 \pm 36,07$  UI/L. Após o treinamento de 12 meses foram observadas variações significativas em relação ao momento basal da atividade enzimática da AST, sendo o valor encontrado nos machos de  $244,23 \pm 37,52$  UI/L e nas fêmeas de  $300,99 \pm 4,94$  (BALARIN et al., 2005).

Ribeiro et al. (2004) não observaram variação significativa na atividade enzimática de AST durante uma cavalgada de 76 km utilizando muares, sendo encontrados valores entre  $281,0 \pm 53,1$  UI/L, no momento basal, a  $288,0 \pm 56,2$  UI/L, ao final da cavalgada.

### 2.3 Lactato-desidrogenase (LDH)

A LDH é a enzima responsável por catalisar a reação reversível de L-lactato para piruvato em todos os tecidos, estando presente em grande quantidade na musculatura esquelética. O aumento da atividade sérica desta enzima não é específico para lesão muscular (DUNCA e PRASSE, 1986; CARDINET III, 1997). Portanto, é necessário utilizar outras enzimas, como a CK, para complementar o diagnóstico de lesão muscular ou até mesmo observar variação existente em consequência do exercício físico dado ao aumento da permeabilidade citoplasmática (ERICKSON e POOLE, 2006; THRALL, 2006). Geralmente, é dosado LDH total, sem subdividir suas isoenzimas; dificilmente, durante a rotina clínica veterinária, realiza-se a eletroforese.

A enzima LDH, embora menos específica que a AST e CK, tem a sua concentração elevada nas lesões musculares. Aumentos de maior magnitude de LDH foram observados em equinos durante prova de enduro, mostrando que a duração e intensidade são importantes para determinar o aumento desta enzima durante o exercício (ROSE e HODGSON, 1994).

Kaneko et al. (1997) obtiveram valores basais da atividade da LDH para equinos Puro sangue inglês (PSI) de  $252 \pm 63$  UI/L. Já Balarin et al. (2005), que também utilizaram PSI, obtiveram valores de  $374,05 \pm 67,07$  UI/L para machos e  $360,85 \pm 73,70$  UI/L para fêmeas. Os autores observaram variação da atividade enzimática da LDH após o treinamento somente para fêmeas, registrando  $433,83 \pm 176,32$  UI/L, variação que não foi encontrada após submeter os animais a exercício de intensidade moderada.

Na prova de enduro acompanhada por Teixeira Neto (2006), onde os animais percorreram 70 km e 100 km, foi observada variação significativa na atividade de LDH ao final da prova, sendo que os valores permaneceram elevados por 24 e 48 horas, voltando a seus valores basais após 72 horas do término da prova. No entanto, Câmara e Silva et al. (2007) apesar de trabalhar com animais de diferentes categorias, não observaram variação significativa da atividade sérica de LDH, sendo que animais atletas apresentaram valores de  $102,5 \pm 30,0$  UI/L, animais de tração  $112,8 \pm 32,3$  UI/L e reprodutores  $98,6 \pm 34,4$  UI/L.

Em um estudo realizado no Rio Grande do Sul, que avaliou animais utilizados para trabalho (cavalos de carroça), foram encontrados resultados de LDH de  $597,80 \pm 194,94$  UI/L, que se mostram acima dos valores propostos como referência. Segundo os autores, este aumento nos valores de LDH era esperado devido ao esforço físico que

estes animais desempenham em seu trabalho, muitas vezes excedendo seus limites naturais (DUDA et al., 2008).

### **3. OBJETIVOS**

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do exercício físico sobre as atividades séricas das enzimas creatinoquinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH) de muareas ao longo de uma cavalgada de 100 km, considerada como atividade física de intensidade submáxima e longa duração, realizada no estado do Espírito Santo.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Animais**

Foram utilizados para o presente estudo 20 muares, com idade variando entre três e 10 anos (média de  $5,5 \pm 2,8$  anos), considerados clinicamente hígidos, após exames clínicos e laboratoriais (hemograma). Estes animais pertencem a criatórios localizados em diferentes municípios do estado do Espírito Santo. Os alguns animais foram transportados por caminhões das propriedades de origem ate o ponto inicial da cavalgada por aproximadamente 1 hora e 30 minutos.

Os muares pesquisados são submetidos a diferentes tipos de manejo, alguns são utilizados apenas em atividades esportivas, tais como cavalgadas e provas de marcha, e outros, na sua maioria, são utilizados também no trabalho de campo. Durante o evento esportivo, denominado Tropeada do Imigrante realizada pelo SEBRAE – ES, com apoio da prefeitura do município de Venda Nova do Imigrante - ES, estes animais foram submetidos ao mesmo tipo de manejo alimentar, de acordo com Ralston (1988), e sanitário, com realização obrigatória do exame de anemia infecciosa equina para transporte e participação na prova.

No primeiro dia os animais foram montados as 5horas da manha e percorreram cerca de 24 km chegando ao primeiro ponta de parada as 13:00 horas, onde foi oferecido água e alimento a todos, as 15:00 horas aproximadamente retomaram o percurso que acabou aos 54 km as 19:30 horas onde também foi lhes ofertado água e alimento. No segundo dia o mesmo foi feito ate chegar aos 100 km.

### **4.2. Delineamento experimental**

Foram coletadas amostras de sangue em três momentos de cada um dos animais, sendo assim caracterizadas: momento repouso – T0 (antes da cavalgada); ao longo do percurso, após 54 km – T1; após 80 km – T2; ao final da cavalgada - T3 (após 100 km de percurso). Nos dias da cavalgada foram registradas as condições de tempo (temperatura e umidade), bem como características do percurso. Também, nos

momentos das coletas de sangue foi aferida a frequência cardíaca dos muare e foram registradas informações relacionadas ao seu exame clínico.

As amostras de sangue foram obtidas, após antissepsia local, por meio de venopunção jugular com agulhas descartáveis (25 mm x 0,8 mm), utilizando-se sistema a vácuo<sup>1</sup>, tubos de vidro siliconizados sem anticoagulante com capacidade de 9 ml, para as determinações séricas de CK, AST e LDH. Todas as amostras foram transportadas sob refrigeração ao Laboratório Clínico Veterinário (CEMEVES) para processamento. As amostras obtidas em frascos sem anticoagulante foram imediatamente centrifugadas<sup>2</sup> durante 10 minutos a 4000 RPM para separação de soro.

### 4.3. Processamento das Amostras

#### 4.3.1 Determinação da atividade sérica de creatinoquinase (CK)

No presente método, a CK cataliza a reação entre a creatina fosfato e ADP, formando ATP, o qual fosforila a glicose sob a ação da hexoquinase formando a glicose-6-fosfato. A glicose-6-fosfato-desidrogenase oxida a glicose-6-fosfato em presença de NADP, que é reduzido a NADPH. A velocidade de aumento da concentração de NADPH no meio pode ser seguida espectrofotometricamente em 340 nm ou 365 nm, sendo proporcional à concentração de CK na amostra quantificada em analisador bioquímico semi-automático<sup>3</sup>, kit comercial<sup>4</sup>.

#### 4.3.2 Determinação da atividade sérica de aspartatoaminotransferase (AST),

No presente método, a AST cataliza a transferência do grupo amino do aspartato para o  $\alpha$ -cetoglutarato com formação de glutamato e oxalacetato. Este, sob a ação da Desidrogenase málica (MDH), é convertido em malato. Simultaneamente, o NADH<sub>2</sub> presente é oxidado a NAD. A velocidade de diminuição da concentração de NADH<sub>2</sub> no meio pode ser seguida espectrofotometricamente em 340 nm ou 365 nm, sendo proporcional à concentração de AST na amostra. O sistema contém também a enzima

---

<sup>1</sup> Vacutainer

<sup>2</sup> CENTRIBIO® - Centrífuga modelo TDL80-2B

<sup>3</sup> BIOPLUS®-BIO200

<sup>4</sup> KATAL® 47B

desidrogenase láctica, visando a eliminação da interferência de cetoácidos endógenos quantificados em analisador bioquímico semi-automático<sup>3</sup>, kit comercial<sup>5</sup>.

#### 4.3.3 Determinação da atividade sérica de Lactato-desidrogenase (LDH).

A determinação da Desidrogenase láctica (LDH) através de método cinético no ultravioleta com o emprego do sistema Piruvato/NADH<sub>2</sub> constitui-se em método de escolha, sendo inclusive recomendado pela Associação de Química Clínica da Alemanha (DGKC). No presente método, baseado na DGKC, o piruvato é convertido pela LDH em lactato, transformando o NADH<sub>2</sub> em NAD. A velocidade de diminuição da absorvância em 340 nm é proporcional à atividade desidrogenásica presente e quantificadas em analisador bioquímico semi-automático<sup>3</sup>, kit comercial<sup>6</sup>.

#### 4.4 Análise Estatística

A análise dos resultados foi realizada utilizando-se o programa estatístico computadorizado GraphPad InStat (versão 3.0). Devido à distribuição gaussiana dos dados registrados para as atividades séricas de AST e LDH, os mesmos foram avaliados através de testes paramétricos (análise de variância – ANOVA) seguido da comparação entre médias (teste de Tukey) com nível de significância de 5%. Já a análise dos resultados referentes ao CK sérico foi feita usando testes não paramétricos devido a distribuição não gaussiana dos dados. Sendo assim, o teste usado em sua avaliação foi Kruskal-Wallis com nível de significância de 5%. Em todas as análises levou-se em consideração a influência do exercício físico sobre as concentrações das variáveis estudadas.

---

<sup>5</sup> KATAL<sup>®</sup> 15B

<sup>6</sup> KATAL<sup>®</sup> 08B



## 5. RESULTADOS

Os registros das condições meteorológicas nos dias da prova, obtidos junto à jornais do dia, revelaram temperatura ambiente média de 23°C e umidade relativa do ar de 78%. O percurso, realizado em dois dias em pista de terra batida, apresentava subidas e declives, algumas vezes bem íngremes.

As oscilações no número de animais ao longo do período experimental se devem a motivos diversos, tais como remoção do animal da prova por opção do proprietário, lesões ou até mesmo dispersão após a chegada impossibilitando o acesso aos mesmos."

### 5.1 Avaliação Clínica

Na Tabela 1, esta os valores médios da valores médios obtidos durante o exame clínico, respectivamente, Frequência cardíaca (FR), Frequência Respiratoria (FR) e Temperatura corporal (T°C), nos muares utilizados durante a cavalgada Tropeada dos Imigrantes. A avaliação física previa dos animais resultou em valores médios de frequência cardíaca de 45 bpm, frequência respiratória de 20 mpm dos muares, além desses parâmetros foi avaliado motilidade intestinal, presente à auscultação, mucosas róseas e aferição da temperatura retal que em media apresentou 37,5°C.

	T0 (n=20)	T1 (n=12)	T2 (n=17)	T3 (n=14)
FC	45	72,4	75	76,2
FR	20	36,5	38,2	38,4
T°C	37,5	38,2	38,0	38,0

## 5.2 Avaliação Hematológica

Na Tabela 2, esta os valores médios e desvios-padrão dos índices eritrocitários, respectivamente, Contagem Total de Hemácias (Hem), Hemoglobina (Hb) e Hematócrito (Ht) dos muarees utilizados durante a cavalgada Tropeada dos Imigrantes. É possível observar que não houve diferença significativa entre os momentos avaliados.

	T0 (n=20)	T1 (n=12)	T2 (n=17)	T3 (n=14)
Hem x10 <sup>6</sup>	8,9 ± 1,9 <sup>a</sup>	8,7 ± 1,6 <sup>a</sup>	8,7 ± 1,2 <sup>a</sup>	9,0 ± 1,9 <sup>a</sup>
Hb - mg/dL	12,9 ± 1,6 <sup>a</sup>	13,9 ± 1,3 <sup>a</sup>	14,2 ± 1,5 <sup>a</sup>	13,4 ± 1,0 <sup>a</sup>
Ht %	38,5 ± 3,8 <sup>a</sup>	41,3 ± 3,9 <sup>a</sup>	41,6 ± 4,7 <sup>a</sup>	40,5 ± 4,7 <sup>a</sup>

\*Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença estatística significativa entre as medias ( $p < 0,05$ ) obtido pelo teste de Tukey. T0 (obtida antes da cavalgada), T1 (obtida após 54 km), T2 (obtida após 80 km) e T3 (obtida após 100 km).

## 5.3 Creatinoquinase (CK)

Na Tabela 3, estão apresentados os valores da mediana, valores máximos e mínimos encontrados para a atividade sérica CK. É possível observar que não houve diferença significativa entre os momentos avaliados. Os registros individuais em cada um dos momentos estão apresentados nos Apêndices A, B, C e D.

Tabela 3. Valores das medianas, valores mínimos e máximos da atividade sérica de CK (UI/L) nos muares utilizados durante a cavalgada Tropeada dos Imigrantes nos momentos T0, T1, T2 e T3.

	T0 (n=20)	T1 (n=12)	T2 (n=17)	T3 (n=14)	<i>p</i>
Mediana	231,3 <sup>a*</sup>	310,6 <sup>a</sup>	253,2 <sup>a</sup>	476,0 <sup>a</sup>	0,1462
Valor mínimo	141,8	145,2	135,0	162,0	
Valor máximo	462,5	1259,0	2430,0	3265,0	

\* Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença estatística significativa entre as medias ( $p < 0,05$ ) obtido pelo teste Kruskal-Wallis. T0 (obtida antes da cavalgada), T1 (obtida após 54 km), T2 (obtida após 80 km) e T3 (Obtida após 100 km).

#### 5.4 Aspartato aminotransferase (AST) e Lactato-desidrogenase (LDH)

Na Tabela 4, esta os valores médios da valores médios e desvios-padrão das atividades séricas de, respectivamente, AST e LDH nos muares utilizados durante a cavalgada Tropeada dos Imigrantes. Em relação ao AST, foi possível observar a influência do exercício físico imposto sobre suas concentrações séricas, com variação destacada entre os momentos T0 e T2. Os registros individuais em cada um dos momentos estão apresentados nos Apêndices A, B, C e D.

Já em relação ao LDH, também foi registrada diferença significativa entre os momentos T0, T2 e T3. Novamente, os registros individuais em cada um dos momentos estão apresentados nos Apêndices A, B, C e D.

Tabela 4. Valores médios e desvios-padrão das atividades séricas de AST e LDH (UI/L) nos muares submetidos a cavalgada nos momentos T0, T1, T2 e T3.

	T0 (n=20)	T1 (n=12)	T2 (n=17)	T3 (n=14)	<i>p</i>
AST (UI/L)	341,7 ± 73,9 <sup>a*</sup>	403,1 ± 78,42 <sup>ab</sup>	410,5 ± 70,5 <sup>bc</sup>	426,5 ± 66,7 <sup>c</sup>	0,0049
LDH (UI/L)	423,1 ± 101,8 <sup>a</sup>	534,4 ± 131,8 <sup>ab</sup>	628,5 ± 100,6 <sup>b</sup>	823,4 ± 273,2 <sup>c</sup>	< 0,0001

\*Letras minúsculas diferentes na mesma linha denotam diferença estatística significativa entre as medias ( $p < 0,05$ ) obtido pelo teste de Tukey. T0 (obtida antes da cavalgada), T1 (obtida após 54 km), T2 (obtida após 80 km) e T3 (obtida após 100 km).

## 6. DISCUSSÃO

São cada vez mais comuns os estudos envolvendo a fisiologia do exercício dentro da medicina esportiva equina. Estes estudos permitem a melhor compreensão dos eventos que ocorrem no organismo destes animais, permitindo uma melhor adequação dos programas de treinamento visando o desempenho máximo, além de detectar precocemente possíveis alterações condizentes com lesões indesejadas. Vários estudos envolvem equinos das diversas raças e diversas modalidades atléticas, porém as informações são limitadas quando se trata de muares e asininos. Em consequência disto, foram considerados na discussão trabalhos envolvendo a espécie equina, usada nas diversas modalidades atléticas estudadas, inclusive na avaliação dos valores basais.

Os valores de hemograma, bem como dos parâmetros registrados no exame físico, encontravam-se dentro da normalidade para equídeos, conforme Robinson (2003). A cada momento de avaliação, frequência cardíaca e frequência respiratória se elevaram, assim como a temperatura corpórea. Entretanto, estas alterações foram consideradas fisiológicas, resultantes da adaptação orgânica frente ao desafio representado pelo exercício físico, fato também já descrito por Caiado (2010), trabalhando com Quarto de Milha avaliados após uma atividade física. Em função disto,

tais mueres continuaram na prova. Os que não resistiram por lesões musculares, por exemplo, foram retirados do experimento.

Durante a realização da presente pesquisa, foi possível observar a grande variabilidade de valores de referência descritos na literatura para as enzimas CK, AST e LDH. Tais valores são influenciados por diferentes fatores como idade, tipo de trabalho ao qual o animal é submetido, raça e sexo em se tratando de equinos (BALARIAN et al., 2005; FRANCISCATO et al., 2006; CÂMARA e SILVA et al., 2007) para o presente trabalho em especial tais informações sobre a variação da atividade dessas enzimas são de grande importância já que segundo Dugat et al., (2010), dados relacionados a mueres são escassos.

Os resultados encontrados da atividade sérica da CK nos mueres em repouso foram superiores aos descritos por Cardinet III (1997) e por Robinson (2003). Entretanto, foram semelhantes aos descritos por Pritchard et al. (2009), que também utilizou equinos, e Ribeiro et al. (2004), que incluíram mueres em sua pesquisa.

Apesar de não significativa, foi possível observar uma tendência a elevação nos valores séricos de CK ao longo do período experimental, com o maior valor sendo registrado após o término da cavalgada. Segundo alguns autores, o aumento da atividade dessa enzima está relacionada diretamente ao extravasamento da mesma em consequência do aumento da permeabilidade celular provocada pelo estresse gerado as fibras musculares durante o exercício, sendo esperado após a realização da atividade física (COUROUCÉ, 1998; HARRIS e HARRIS, 1998; THOMASSIAN, 2001). Entretanto, corroborando com outros autores (RIBEIRO et al. 2004; LOPES et al. 2009), a atividade sérica de CK não foi influenciada pelo tipo de exercício físico imposto na presente pesquisa. Sendo assim, é possível supor que os animais utilizados em sua maioria estavam aptos a executarem a atividade física imposta conforme também descrito por Ribeiro et al. (2004) que também avaliaram mueres.

Alguns dos animais estudados apresentaram elevações importantes na atividade da CK durante o percurso, chegando a 3265 UI/L, sem apresentarem alterações clínicas significativas ao exame clínico. Este aumento do valor de CK, segundo Cardinet III (1997), poderia ser um indicativo de lesão muscular moderada em se tratando de equinos. Contudo, a avaliação clínica dos mesmos demonstrou a ausência de sintomatologia clínica compatível com lesão e por consequência os animais continuaram na prova.

Os valores de AST encontrados no estudo no momento T0 apresentaram similaridade com os valores basais de equinos treinados segundo Harris (2000); nos demais momentos estão acima dos citados por Harris (2000), Balarin (2005), Franciscato (2006) e até mesmo Ribeiro et al. (2004), que também utilizou muares em seu estudo. Esta diferença pode estar relacionada à diferença entre as espécies, bem como a grande variabilidade encontrada na literatura quando da determinação de valores de referência basais para AST.

O trabalho realizado por Ribeiro et al. (2004), que também utilizou muares, não demonstrou variação significativa em relação a atividade da AST na comparação dos valores basais com os registrados ao final da prova. Este fato, segundo os autores, se deveu ao bom preparo físico dos animais utilizados. Outros autores corroboram com tal afirmativa e citaram que mesmo após a execução do exercício não obtiveram variação significativa (BALARIN et al., 2005; KOWAL et al., 2006; MARTINS et al., 2008).

De forma diferente, no presente trabalho, houve variação significativa entre os momentos estudados que pode ser justificado por conta do percurso mais longo e com um maior nível de dificuldades, com muitos aclives e declives, o que intensificou o esforço físico dos muares usados na presente pesquisa, levando ao extravasamento em função do aumento da permeabilidade das células, porém sem caracterizar lesão muscular. O aumento significativo nos valores de AST também foi descrito por Harris (2000), após treinamento, e por Seppa et al. (2009). Adicionalmente, segundo Erickson e Poole (2006), animais bem condicionados têm menor elevação dos valores séricos da enzima.

No entanto, os valores alcançados em T2 e T3 podem não ser o pico máximo da atividade de AST, pois a enzima foi mensurada apenas durante a cavalgada e, segundo Thomassian et al. (2007), o pico de AST após atividade física ocorre em 24 horas. Entretanto, Cardinet III (1997), Harris (2000) e Erickson e Poole (2006) descreveram que no pós exercício imediato é possível verificar elevações correlacionadas ao exercício, sugerindo o uso desta enzima como parte da avaliação de performance de equinos.

Após a avaliação do LDH, foi observado no momento basal dos muares valores acima dos utilizados como referências para equinos, descrito por Kaneko et al. (1997) e por trabalhos como os realizados por Balarin et al. (2005) e Câmara e Silva et al. (2007). Apenas um trabalho consultado utilizando equinos demonstrou valores próximos aos encontrados pelo presente trabalho (DUDA et al., 2008). No referido

trabalho, no entanto, os animais utilizados foram submetidos ao ato de puxar carroça, com a possibilidade, segundo os próprios autores, destes animais terem sido forçados em demasia, desempenhando um trabalho acima do seu limite máximo. Baptistella (2009) descreveu valores próximos aos encontrados neste estudo nos momentos pós exercício dos muare da presente pesquisa.

Outro fator a ser ressaltado é que os animais do presente trabalho foram transportados até o início da cavalgada. Assim, os valores basais podem ter sofrido interferência e com isso estarem expressando uma atividade acima do normal, o que já foi citado por Stull e Rodiek (2000) e, devido a este fato, estarem fora dos valores de referencia observados para equinos citados por Kaneko et al. (1997), Balarin et al. (2005) e Câmara e Silva et al. (2007).

Ainda em relação ao LDH, também foi possível observar aumento significativo quando comparado os momentos estudados, sendo observada variação entre o T0 com o T2, T0 e o T3 e o T2 com o T3. Assim como AST, estas variações estão relacionadas ao esforço físico que os animais sofreram e assim acarreta um instabilidade tecidual e com isso extravasamento dessa enzima gerando o aumento de sua atividade plasmática, conforme citam Rose e Hodgson (1994) e Teixeira Neto (2006).

Ao avaliarmos a atividade das enzimas em conjunto, foi possível observar relevância em quase todos os momentos da AST e LDH, que mesmo não sendo enzimas específicas segundo Cardinet III (1997), sugere-se que sejam provenientes da musculatura, o que comprova assim a necessidade de sempre associar avaliações enzimáticas.

A necessidade de se obter valores de referência para cada análise laboratorial para as diferentes espécies, e em função da atividade física realizada, mostra-se importante para a correta interpretação dos resultados e associação dos mesmos com a clínica e análise de performance atlética e condicionamento físico (BALARIN et al., 2005). Essa necessidade do estabelecimento de valores de referencia também foi constatado no presente trabalho com muare, espécie muito usada e pouco estudada.

## **7. CONCLUSÕES**

Os resultados da presente pesquisa nos permitiram concluir que o exercício físico imposto levou ao aumento significativo de AST e LDH, porém não houve influência sobre os valores registrados para CK.

Foi também possível observar que os valores basais registrados para todas as enzimas estudadas nos mueres usados foram superiores aos registrados em equinos, tais



achados podem contribuir com àqueles já descritos na literatura em relação aos valores de referencia para a espécie, quando criados e trabalhados em condições tropicais.

## **REFERENCIAS**

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

AGUILERA-TEJERO, E. et al. Plasma ionized calcium and parathyroid hormone concentrations in horses after endurance rides. **Journal of American Veterinary Medicine Association**, v.219, n.4, p.488-490, 2001.

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.

BALSOM, PD; SODERLUND, K.; EKBLUM B. Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. **Sports Med**, v. 1, p.268-84. 1994.

BAPTISTELLA, M.F. Atividade Sérica das Enzimas Aspartato Aminotransferase, Creatinoquinase e Lactato Desidrogenase em Equinos Submetidos a Diferentes Intensidades de Exercício. **Anuário de Produção de Iniciação Científica Discente**, Anhanguera Educacional S.A. Vol. XII, n.13, 2009

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.

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. Endurance and sprint training. In: Conference On Equine Sports Medicine Andscience. Cordoba, Espanha, **Anais...** The Netherlands: Wageningen Pers., 272:190-202, 1998.

DAS CÁS, E.L.; BRASS, K.E.; GREIG, C.R.; DEPRÁ, N.M.; SILVA, C.A.M. Concentrações de creatinoquinase, aspartato aminotransferase e desidrogenase láctica em potros do nascimento até os seis meses de idade. **Ciência Rural**, v.31, 1003-1006, 2001.

DE OLIVEIRA, J. **Adequação da hemodiálise em equinos hípidos: Avaliação clínica e laboratorial.** Dissertação (Doutorado em Ciência Animal). 2004. Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.

DITTRICH, R.L.; DRITTRICH, J.R.; FLENUNG, J.S.; PEREIRA, L. HARDER, A.; SAIOTO, ME.; SCHMIDT, E.M. DOS S.; SILVA, S.F.C. Valores bioquímicos séricos em potros da raça puro sangue inglês suplementados com diferentes tipos de gordura. **Ciências Rural**, Santa Maria, 30,(4):631-634. 2000.

DUDA, N. C. B.; ALVES, L. P.; VALLE, S. de F.; SCALON, M.; FRANÇA, R.T.; PANDOLFO, E.; REIS C. P. Concentração sérica das enzimas creatinoquinase, aspartato aminotransferase e lactato desidrogenase em equinos da cidade de Passo Fundo, RS. *Combravet*, 2008

DUGAT S. L., TAYLOR T.S., MATTHEWS, N.S.; GOLD, J. Values for Triglycerides, Insulin, Cortisol, and ACTH in a Herd of Normal Donkeys. **Journal of Equine Veterinary Science** v. 30, n. 3, 2010.

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

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.

ERIKSONS, H.H. Fisiologia do Exercício, In: WENSON, M. J.; REECE, W. O. Dukes. **Fisiologia dos Animais Domésticos.** 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,. 1996.p.277-296.

ERICKSON, H.H.; Poode

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 e feeding**. 2nd ed. Oxford: Blackwell Science, 1998. 564p.

GOMIDE, L. M. W.; MARTINS, C. B.; OROZCO, C. A. G.; SAMPAIO, R. DE C. DE L.; BELLI, T.; BALDISSERA, V.; NETO, J. C. DE L. Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. **Ciência Rural**, Santa Maria, 36(2):509-513. 2006.

GRAZI, E.; MAGRI, E.; BALBONI, G. ,On the control of arginine metabolism in chicken, kidney and liver. **Europa Journal Biochemistry** . 60:431-436. 1975.

GUYTON, A. C. Contração do Músculo Esquelético,. In:\_\_\_ **Tratado de fisiologia médica**. 9. ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan. 1997. p.67-77.

HARRIS, P.A.; HARRIS, R.C. Nutritional ergogenic aids in the horse – uses and abuses. In: CONFERENCE ON EQUINE SPORTS MEDICINE AND SCIENCE. Cordoba, Espanha, **Anais...** The Netherlands: Wageningen Pers, 1998. 272p., p.203-218. 1998.

HARRIS, A. Enfermidades Musculoesquelética,. In: REED, S. M. **Medicina interna equina**. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan. 2000. p.320-367

HYYPÄ, S. Endocrinal responses in exercising horses. **Livestock Production Science** v. 92, p. 113 – 121, 2005

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

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.

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

LOPES, K. R. F.; BATISTA, J.; CUNHA DIAS, R. V. da.; SOTO-BLANCO, B. Influencia das competições de vaquejada sobre os parâmetros indicadores de estresse em equinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 538-543, 2009

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.; Determinação de variáveis bioquímicas em equinos antes e após a participação em prova de enduro. **Revista brasileira de Ciências 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.

NOGUEIRA, G. de 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 veterinary. Research animal Science**, São Paulo, v. 39, n.1, p.54-57, 2002.

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.

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.

RIBEIRO, C. R.; MARTINS E. DO A. N. ; RIBAS J. A. S.; GERMINARO , A. Avaliação de constituintes séricos em equinos e muares submetidos à prova de resistência de 76km, no Pantanal do Mato Grosso, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1081-1086, 2004.

RIBEIRO, A. L.; SEVERINO, C. R. S.; GUERRA, R. R.; FAVARON, P. O.; TOMMASI JUNIOR, H. L. P. RICCI, R. E. G. ; FRANCIOLLI, A. L. R.; FACCIOTTI, P. R.; BOMBONATO P. P.; Biometria de pontes de miocárdio em muares (Equus caballus x Equus asinus – Linnaeus 1758). **Revista Biotemas**, V.22, n.3, p. 177 – 184, 2009

ROBINSON, E. N. **Current therapy in equine medicine**. 5<sup>a</sup> ed. Philadelphia:Saunders, 2003. p. 960.

ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. Hematology and biochemistry. In: \_\_\_\_\_. **The athletic horse**. Principles and practice of equine sports medicine. Philadelphia: Saunders, 1994. p.63 – 78.

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, S.A. et al. Serum electrolyte and total protein alterations in Pantaneiro horse during long distance exercise. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.3, p.351- 357, 2001.

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.

SEPPA, G. S.; HESS, T. M.; KOWAL, R.J.; SANTOS, O. J. Comparison of plasma biochemical parameters of exhausted and non exhausted horses participating in 1000 to 2000 m races. **Abstracts** \_ v. 29, n. 5, 2009.

SILVA, A.L.F. Hábitos peculiares de comportamento dos asininos e muaras, acesso em: 11/01/2011 <http://www.abcjpega.com.br/2010>

STULL, C.L.; RODIEK, A.V. Physiological responses of horses to 24 hours of transportation using a commercial van during summer conditions. **American Society of Animal Science**. All rights reserved. 2000. v78 p.1458-1466.

TEIXEIRA NETO, A. R.; FERRAZ, G. D.; D'ANGELIS, F. H. F.; LACERDA NETO, J. C.; QUEIROZ NETO, A. Exercise intensity, but not electrolyte reposition, alters plasmatic cortisol and glucose levels of horses submitted to 30 and 60 km distance endurance trials. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 740-743, 2004.

TEIXEIRA NETO, A. **Variáveis fisiológicas e estresse oxidativo de equinos durante campeonato de enduro**. 2006, 49 – 51p. Tese (Doutorado em Clínica Médica). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal .

THOMASSIAN, A. Medicina Esportiva Equina: **Anais** Do 1º Congresso Internacional de Medicina Esportiva Equina. Botucatu: São Paulo. 1:7-14. 2001.

TOLEDO, P.S. et al. Atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatina quinase, gamaglutamiltransferase, lactato desidrogenase e glicemia de cavalos da raça P.S.I. submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Revista Brasileira Ciência Veterinária**, v.8, n.2, p.73-77, 2001

VALBERG, S.J. A Review of the Diagnosis and Treatment of Rhabdomyolysis in Foals. **PROCEEDINGS AAEP**, 48:117-121. 2002.

VALBERG, S.J. Exertional Rhabdomyolysis. **AAEP PROCEEDINGS**, p.365-372. 2006.

## APÊNDICES

**Apêndice A.** Registro do sexo e dos valores individuais das determinações séricas de creatinoquinase (CK – UI/L), aspartato aminotransferase (AST – UI/L)) e lactato desidrogenase em muares usados em uma cavalgada , no momento repouso (T0), antes da cavalgada.

Animal	Sexo	CK	AST	LDH
Muar 1	F	229,6	253	388,3
Muar 2	M	141,8	286,2	396,4
Muar 3	F	145,2	239,1	331,7
Muar 4	F	172,2	450,2	420,7
Muar 5	F	337,6	369,9	469,2
Muar 6	F	344,4	282,7	412,6
Muar 7	F	195,8	312,4	614,8
Muar 8	M	438,9	385,6	242,7
Muar 9	M	178,9	352,5	250,8
Muar 10	F	462,5	396,1	525,9
Muar 11	M	216,1	321,1	485,4
Muar 12	F	232,9	422,3	453
Muar 13	F	185,7	298,4	542
Muar 14	M	351,1	280,9	396,4
Muar 15	F	415,2	546,2	509,7
Muar 16	F	293,7	383,9	339,8
Muar 17	F	260	336,8	396,4
Muar 18	F	273,5	317,6	590,6
Muar 19	F	165,4	303,6	331,4
Muar 20	F	226,2	294,9	364,1



**Apêndice B.** Registro do sexo e dos valores individuais das determinações séricas de creatinoquinase (CK – UI/L), aspartato aminotransferase (AST – UI/L) e lactato desidrogenase em muares usados em uma cavalgada no momento T1 (após 54 km de percurso).

<b>Animal</b>	<b>Sexo</b>	<b>CK</b>	<b>AST</b>	<b>LDH</b>
Muar 1	F	1236	425,8	647
Muar 2	M	314	403,1	380,2
Muar 3	M	307,2	329,8	631
Muar 4	F	374,7	342	426,9
Muar 5	M	145,2	345,5	315,5
Muar 6	F	354,5	384,1	736,2
Muar 7	F	732,6	515,5	671,5
Muar 8	M	1259	551,4	412,6
Muar 9	F	266,7	481,6	533,9
Muar 10	M	303,8	408,3	469,2
Muar 11	F	189,1	349	590,6
Muar 12	F	175,6	300,1	598,7

**Apêndice C.** Registro do sexo e dos valores individuais das determinações séricas de creatinoquinase (CK – UI/L), aspartato aminotransferase (AST – UI/L)) e lactato desidrogenase em muares usados em uma cavalgada no momento T2 (após 80 km de percurso).

<b>Animal</b>	<b>Sexo</b>	<b>CK</b>	<b>AST</b>	<b>LDH</b>
Muar 1	F	151,9	279,2	792,8
Muar 2	F	135	411,8	533,9
Muar 3	F	2430	300,1	736,2
Muar 4	F	2117	450,2	946,5
Muar 5	M	253,2	382,2	509,7
Muar 6	F	935,2	438	817,1
Muar 7	F	678,6	460,7	711,9
Muar 8	M	216,1	455,4	582,5
Muar 9	M	1144	537,5	453
Muar 10	F	243,1	462,4	606,8
Muar 11	M	658,3	418,8	62,7
Muar 12	F	202,6	338,5	533,9
Muar 13	F	205,9	418,8	614,8
Muar 14	F	840,6	457,2	833,3
Muar 15	F	212,7	321,1	606,8
Muar 16	F	485,1	117,8	792,8
Muar 17	F	172,2	361,2	550,1

**Apêndice D.** Registro do sexo e dos valores individuais das determinações séricas de creatinoquinase (CK – UI/L), aspartato aminotransferase (AST – UI/L)) e lactato desidrogenase em muares usados em uma cavalgada no momento T3 (após 100 km de percurso).

<b>Animal</b>	<b>Sexo</b>	<b>CK</b>	<b>AST</b>	<b>LDH</b>
Muar 1	F	162	331,6	566,3
Muar 2	F	182,3	368,2	525,9
Muar 3	F	2620	476,4	1294
Muar 4	F	3265	485,1	1108
Muar 5	M	219,4	403,1	622,9
Muar 6	F	276,8	453,7	833,3
Muar 7	F	675,2	441,5	800,9
Muar 8	M	1421	509,5	1165
Muar 9	M	1401	452	906,1
Muar 10	F	192,4	403,1	404,5
Muar 11	M	1860	506,1	647,2
Muar 12	F	260	336,8	598,7
Muar 13	F	918,3	486,9	962,7
Muar 14	F	276,8	317,6	1092