

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Testes de Esforço Progressivo e Testes do Lactato Mínimo, a campo e em esteira de alta velocidade, em equinos de Concurso Completo de Equitação**

**Julianna Ferreira de Azevedo**

**2012**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**TESTES DE ESFORÇO PROGRESSIVO E TESTES DO LACTATO  
MÍNIMO, A CAMPO E EM ESTEIRA DE ALTA VELOCIDADE, EM  
EQUINOS DE CONCURSO COMPLETO DE EQUITACÃO**

**JULIANNA FERREIRA DE AZEVEDO**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Fernando Queiroz de Almeida**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ  
Agosto de 2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**JULIANNA FERREIRA DE AZEVEDO**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal.

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM** \_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

---

Fernando Queiroz de Almeida. PhD. UFRRJ

---

Wilson Roberto Fernandes. Dr. USP

---

Ana Paula Delgado da Costa. PhD. UENF

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta obra

A Deus, inteligência suprema e vida absoluta.  
Aos meus pais, Vital e Virgínia, pelo amor e dedicação sem limites e pela história de sucesso na educação dos filhos diante de todos os obstáculos.  
Aos meus irmãos, Marianna e Lucas, pelo carinho e companheirismo.  
À minha afilhada, Giovanna, por iluminar os meus dias.  
Aos demais familiares, pelas orações, pela torcida e por compreender minha ausência.

“O rio atinge seus objetivos porque aprendeu a contornar obstáculos”

(Lao-Tsé)

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Fernando Queiroz de Almeida, por me acolher, por sua disponibilidade, pelo indiscutível exemplo de profissionalismo, por me mostrar o caminho da ciência, contribuindo para o meu crescimento.

À Escola de Equitação do Exército, em especial ao Major Cerqueira, Comandante, por acreditar neste trabalho, disponibilizar os equinos para o experimento e pelo enorme apoio.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Dr. Vinícius Pimentel da Silva, pelos conselhos, pela amizade e pela orientação na análise estatística.

À professora Cristiane Divan Baldani, pelo auxílio técnico nas análises sanguíneas.

Ao Professor Dr. Cesar Andrey Galindo Orozco, pelos ensinamentos e experiências transferidas.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e seus professores, que fizeram parte da minha formação profissional.

Ao Cap. Schlup, Cap. Miguel, Ten. Riguera, Sgt. Lima Gomes e Sgt. Moreno, exímios cavaleiros, pela contribuição à realização deste trabalho.

À sempre solícita amiga Ana Cláudia Tavares Miranda, por sua dedicação e inquestionável profissionalismo desde o início.

Aos amigos da equipe: Chiara Albano Oliveira, Márcia Torres Ramos, Jean Alex Martin, Agnaldo Machado de Andrade, Bruno Gonçalves de Souza e Louisianne Drumond pela colaboração na execução das tarefas e por compartilharem este momento.

Aos cavalos, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho, meu mais profundo respeito e agradecimento pelo aprendizado constante e pelo prazer da convivência com eles.

Aos meus amigos de longa data Juliano, Alessandra, Lola, Claudia, Tárícia, Mayla, Fernando, Gustavo, Priscila, Silvinha e Fernanda, que sempre tiveram uma palavra de conforto para me reerguer nos momentos de desespero.

E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

“Cada um que passa em nossa vida passa sozinho,  
pois cada pessoa é única, e nenhuma substitui outra.

Cada um que passa em nossa vida passa sozinho,  
mas não vai só, nem nos deixa sós.

Leva um pouco de nós mesmos, deixa um pouco de si mesmo.

Há os que levam muito; mas não há os que não levam nada.

Há os que deixam muito; mas não há os que não deixam nada.

Esta é a maior responsabilidade de nossa vida  
e a prova evidente que nada é ao acaso.”

(Antoine de Saint-Exupéry)

## RESUMO

AZEVEDO, Julianna Ferreira. **Testes de Esforço Progressivo e Testes do Lactato Mínimo, a campo e em esteira de alta velocidade, em equinos de Concurso Completo de Equitação.** 2012. 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012

O objetivo desta pesquisa foi comparar testes de Esforço Progressivo e do Lactato Mínimo realizados a campo e em esteira de alta velocidade. Foram usados oito equinos da raça Brasileiro de Hipismo, em delineamento inteiramente casualizado em esquema de Quadrado Latino 4 x 4 duplicado e balanceado, sendo quatro tratamentos e quatro períodos experimentais, sendo os tratamentos os quatro testes. O teste de esforço progressivo a campo consistiu de 4 etapas de 1 minuto nas velocidades de 5,0; 7,0; 8,0 e 10,0 m/s, com intervalos de 3 minutos de recuperação ao passo. No teste de esforço progressivo em esteira os equinos realizavam o incremento de 1m/s nas velocidades de 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0 e 10,0m/s a cada minuto. No teste do lactato mínimo a campo os equinos realizaram um *sprint* até a velocidade de 12m/s dentro de 2 minutos seguido de recuperação de 3 minutos ao trote na velocidade de 4,0 m/s, para então realizar 4 etapas de incremento de velocidade a cada 1 minuto nas velocidades de 5,0; 6,0; 7,0 e 8,0 m/s. No teste do lactato mínimo em esteira os equinos realizaram um *sprint* até atingir a velocidade de 12m/s em 2 minutos, seguida de recuperação de 3 minutos na velocidade de 4,0m/s e dando início a fase incremental consistindo de 4 etapas de 3 minutos nas velocidades de 5,0; 6,0; 7,0 e 8,0m/s. Não houve diferença ( $p>0,05$ ) nos valores médios da  $V_2$ ,  $V_4$ ,  $V_{200}$  e glicose na última etapa de esforço físico nos testes de esforço progressivo a campo e em esteira. O valor médio do hematócrito no teste de esforço progressivo em esteira foi maior ( $p<0,05$ ) que a campo. Não houve diferença ( $p>0,05$ ) nos valores médios da  $V_{LACMIN}$ , hematócrito e glicose plasmática na última etapa de esforço físico nos testes do lactato mínimo a campo e em esteira. Não houve diferença ( $p>0,05$ ) entre os valores médios da  $V_2$  e da  $V_{LACMIN}$ , sendo ambos menores ( $p<0,05$ ) que o valor médio da  $V_4$ , tanto nos testes a campo quanto em esteira. No período pós-exercício a análise da concentração de lactato plasmático em função do tempo foi descrita na regressão exponencial. A equação de regressão que melhor descreveu a relação entre o hematócrito e o tempo de recuperação após o teste de esforço físico foi a linear. Não houve diferença ( $p>0,05$ ) nos valores médios de glicose plasmática entre os tempos de recuperação após os testes de esforço físico. Houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) nas concentrações séricas de aspartato aminotransferase entre os tempos, com início do aumento 2 horas após o exercício atingindo seu pico 6 horas após término do exercício. Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) nas concentrações séricas de aspartato aminotransferase entre tratamentos, bem como efeito da interação tempo e testes. Houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) nas concentrações séricas de creatinaquinase entre os tempos, sendo a concentração mais elevada observada 6 horas após término do exercício. Não houve diferença ( $p>0,05$ ) nas concentrações séricas de creatinaquinase entre os testes, bem como efeito da interação entre tempo e testes. As variáveis  $V_2$ ,  $V_4$  e  $V_{200}$  nos testes de esforço progressivo demonstraram-se reproduzíveis a campo e em esteira de alta velocidade. De modo semelhante, as variáveis  $V_{LACMIN}$  e hematócrito nos testes do lactato mínimo foram reproduzíveis a campo e em esteira de alta velocidade.

Palavra-chave: Teste de esforço físico, lactato, equinos, variáveis fisiológicas.

## ABSTRACT

AZEVEDO, Julianna Ferreira. **Progressive and Lactate Minimum Tests in the field and on a treadmill in Eventing horses.** 2012. 51p. Dissertation (Master of Science in Animal Science). Animal Science Institute, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012

The aim of this study was to compare Progressive and Lactate Minimum effort tests in the field and on a treadmill. Eight Brazilian Equestrian horses were used, in a randomized 4 x 4 Latin square replicated and balanced, with four treatments and four experimental periods (treatments were the four tests). The progressive effort test in the field consisted by four steps of 1 minute at speeds 5.0, 7.0, 8.0 and 10.0 m/s, with 3 minutes of recovery intervals walking. In the progressive effort test on a treadmill horses performed the increment of 1m/s at speeds of 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0 and 10.0 m/s. In the lactate minimum test in the field, horses performed a sprint of 12m/s in 2 minutes followed by recovery of 3 minutes at trot (4.0 m/s), and then performed four steps at the speeds of 5.0, 6.0, 7.0 and 8.0 m/s. In the lactate minimum test on a treadmill, horses performed a sprint of 12m/s in 2 minutes followed by recovery of 3 minutes at trot (4.0 m/s), and then performed four steps at the speeds of 5.0, 6.0, 7.0 and 8.0 m/s. No significant differences ( $p > 0.05$ ) were observed in mean values of  $V_2$ ,  $V_4$ ,  $V_{200}$  and glucose in the last step of progressive effort tests in the field and on a treadmill. The mean value of hematocrit in progressive effort test on a treadmill was higher ( $p < 0.05$ ) than in the field. No significant differences ( $p > 0.05$ ) were observed in mean values of  $V_{LACMIN}$ , hematocrit and plasma glucose in the last step of lactate minimum tests in the field and on a treadmill. No significant differences ( $p > 0.05$ ) were observed between the mean values of  $V_2$  and  $V_{LACMIN}$ , both being lower ( $p < 0.05$ ) than the average value of  $V_4$ , in the field and on a treadmill. In the post-exercise, analysis of plasma lactate concentration versus time was as described by exponential regression. The regression function that best described the relationship between hematocrit and the recovery time after effort tests was linear. No significant differences ( $p > 0.05$ ) were observed in mean glucose between the times of recovery after effort tests. Significant difference ( $p > 0.05$ ) were observed in aspartate aminotransferase between times, with the increase beginning 2 hours after exercise reached its peak 6 hours after the exercise. No significant difference ( $p > 0.05$ ) was observed in aspartate aminotransferase between treatments, as well as the interaction time and testing. Significant difference ( $p > 0.05$ ) was observed in creatine kinase between the times, with the highest concentration observed 6 hours after the exercise. No significant differences ( $p > 0.05$ ) were observed in creatine kinase between the tests, as well as the interaction between time and testing.  $V_2$ ,  $V_4$  and  $V_{200}$  during the progressive effort test were reproducible in the field and high-speed treadmill. Similarly, the variables  $V_{LACMIN}$  and hematocrit during the lactate minimum tests were replicable in the field and on a treadmill.

Keyword: Effort tests, lactate, horse, physiological variables.

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Tratamentos experimentais .....	15
<b>Tabela 2.</b>	Protocolo do Teste de Esforço Progressivo a Campo .....	16
<b>Tabela 3.</b>	Protocolo do Teste de Esforço Progressivo em Esteira de Alta Velocidade .....	17
<b>Tabela 4.</b>	Protocolo do Teste do Lactato Mínimo a Campo .....	17
<b>Tabela 5.</b>	Protocolo do Teste do Lactato Mínimo em Esteira de Alta Velocidade .	18
<b>Tabela 6.</b>	Valores médios da $V_2$ , $V_4$ , $V_{200}$ nos Testes de Esforço Progressivo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade .....	21
<b>Tabela 7.</b>	Valores médios do hematócrito e glicose na última etapa de esforço dos Testes de Esforço Progressivo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade .....	22
<b>Tabela 8.</b>	Valores médios da $V_{LACMIN}$ e $V_{200}$ nos Testes do Lactato Mínimo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade .....	23
<b>Tabela 9.</b>	Valores médios do hematócrito e glicose na última etapa de esforço nos Testes do Lactato Mínimo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade .....	24
<b>Tabela 10.</b>	Valores médios da $V_2$ , $V_4$ e $V_{LACMIN}$ nos Testes de Esforço Progressivo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade e nos Testes do Lactato Mínimo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade .....	24
<b>Tabela 11.</b>	Valores médios da $V_{200}$ nos Testes de Esforço Progressivo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade e nos Testes do Lactato Mínimo a Campo em Esteira de Alta Velocidade .....	26
<b>Tabela 12.</b>	Valores médios do hematócrito e da glicose plasmática na última etapa de esforço nos Testes de Esforço Progressivo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade e nos Testes do Lactato Mínimo a Campo em Esteira de Alta Velocidade.....	26
<b>Tabela 13.</b>	Equação de regressão e coeficiente de determinação para a relação entre o lactato plasmático e o tempo pós exercício nos testes de esforço físico .....	27
<b>Tabela 14.</b>	Equação de regressão e coeficiente de determinação para a relação entre o hematócrito e o tempo pós exercício nos testes de esforço físico .....	28
<b>Tabela 15.</b>	Valores médios de glicose plasmática durante o período de recuperação nos Testes de Esforço Progressivo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade e nos Testes do Lactato Mínimo a Campo em Esteira de Alta Velocidade .....	29
<b>Tabela 16.</b>	Médias das concentrações séricas de aspartato aminotransferase (AST), obtidas nos quatro testes de esforço físico, conforme os momentos de coleta após os testes .....	30
<b>Tabela 17.</b>	Médias das concentrações séricas de creatina quinase (CK), conforme os momentos de coleta após os testes .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Equipamento de monitoramento da frequência cardíaca (Frequencímetro cardíaco) posicionado na região torácica do equino ....	13
<b>Figura 2.</b>	Animal devidamente preparado para o teste a campo e cavaleiro portando o GPS e relógio do frequencímetro digital .....	14
<b>Figura 3.</b>	A- cateterização da veia jugular esquerda no sentido do fluxo sanguíneo; B-acoplamento do sistema extensor e C-animal preparado para entrar na sala da esteira de alta velocidade .....	15
<b>Figura 4.</b>	Coleta se amostra sanguínea por punção da veia jugular esquerda durante teste de esforço físico realizado a campo .....	19
<b>Figura 5.</b>	Coleta se amostra sanguínea por sistema coletor durante teste de esforço físico realizado em esteira de alta velocidade .....	19
<b>Figura 6.</b>	Comparação entre os valores médios da $V_2$ nos Testes de Esforço Progressivo a Campo e na Esteira de Alta Velocidade com os valores médios da $V_{LACMIN}$ nos Testes do Lactato Mínimo a Campo e na Esteira de Alta Velocidade .....	25
<b>Figura 7.</b>	Comparação entre os valores médios da $V_4$ Testes de Esforço Progressivo a Campo e na Esteira de Alta Velocidade com os valores médios da $V_{LACMIN}$ nos Testes do Lactato Mínimo a Campo e na Esteira de Alta Velocidade.....	25
<b>Figura 8.</b>	Concentração plasmática do lactato no período de recuperação após Teste de Esforço Progressivo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade.....	28
<b>Figura 9.</b>	Concentração plasmática do lactato no período de recuperação após Teste do Lactato Mínimo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade.....	28
<b>Figura 10.</b>	Hematócrito no período de recuperação após Teste de Esforço Progressivo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade .....	29
<b>Figura 11.</b>	Hematócrito no período de recuperação após Teste do Lactato Mínimo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade .....	29

## LISTA DE ABREVIÇÕES

°C	Graus Celsius
ADP	Adenosina difosfato
AST	Aspartato aminotransferase
ATP	Adenosina trifosfato
bpm	Batimentos por minuto
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	Ácido Láctico
CCE	Concurso Completo de Equitação
CK	Creatinaquinase
D.P.	Desvio Padrão
H <sup>+</sup>	Hidrogênio
Ht	Hematócrito
Kg	Kilos
LA	Limiar Anaeróbio
LACMIN	Teste do lactato mínimo
LAI	Limiar Anaeróbio Individual
LDH	Lactato desidrogenase
M	Metros
m/s	Metros por segundo
MAFEL	Máxima fase estável do lactato
MAST	Aspartato aminotransferase mitocondrial
mg/dL	Miligrama por decilitro
mmol/L	Milimol por litro
O <sub>2</sub>	Oxigênio
SDH	Sorbitol desidrogenase
U/L	Unidades por litro
V <sub>2</sub>	Velocidade correspondente a concentração de 2mmol de lactato /L
V <sub>200</sub>	Velocidade correspondente a 200 bpm
V <sub>4</sub>	Velocidade correspondente a concentração de 4mmol de lactato /L
V <sub>LACMIN</sub>	Velocidade correspondente a concentração mínima de lactato
V <sub>MAX</sub>	Velocidade correspondente a frequência cardíaca máxima

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	02
2.1 Concurso Completo de Equitação .....	02
2.2 Índices Fisiológicos Relacionados ao Desempenho Físico .....	03
2.2.1 Lactato .....	03
2.2.2 Frequência cardíaca .....	06
2.2.3 Hematócrito .....	07
2.3 Marcadores Bioquímicos .....	08
2.3.1 Aspartato aminotransferase .....	08
2.3.2 Creatinaquinase .....	09
2.4 Teste de Esforço Físico: Teste a Campo e Teste em Esteira .....	10
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
3.1 Animais e Local .....	12
3.2 Fase de Adaptação à Esteira de Alta Velocidade .....	13
3.3 Preparo Prévio aos Testes de Esforço Físico .....	13
3.4 Delineamento Experimental .....	15
3.5 Protocolo dos Testes de Esforço Físico .....	16
3.5.1 Teste de esforço progressivo a campo .....	16
3.5.2 Teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade .....	16
3.5.3 Teste do lactato mínimo a campo .....	16
3.5.4 Teste do lactato mínimo em esteira de alta velocidade .....	17
3.6 Coleta de Amostras, Amostragem e Processamento das Amostras .....	18
3.7 Análise Estatística .....	20
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	21
4.1 Teste de Esforço Progressivo: Campo versus Esteira de Alta Velocidade .....	21
4.2 Teste do Lactato Mínimo: Campo versus Esteira de Alta Velocidade .....	23
4.3 Testes de Esforço Progressivo versus Testes do Lactato Mínimo .....	24
4.4 Período Após o Teste de Esforço Físico- Recuperação .....	27
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	32
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	33
<b>7 ANEXOS</b> .....	40

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho de equinos na América Latina e o quarto mundial, movimentando R\$ 7,3 bilhões por ano. A maior população brasileira de equinos encontra-se na região Sudeste e, em seguida as regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Norte. (MAPA, 2012). O setor de produção de equinos gera 642,5 mil empregos diretos e 2,6 milhões de indiretos. Dentre os diversos segmentos que movimentam o Complexo do Agronegócio do Cavalo, deve-se ressaltar o aumento no número de competições hípcas no Brasil (LIMA et al., 2006).

Dentre as diversas modalidades hípcas, o Concurso Completo de Equitação (CCE), considerado esporte olímpico desde 1912, é frequentemente definido como o “Triatlon Equestre”. Nesta modalidade, o conjunto cavalo-cavaleiro deve provar a harmonia, velocidade, coragem, resistência, obediência e aptidão para o salto. Devido ao crescimento do interesse pelo CCE e por ser um esporte de elevada complexidade e exigência física, estudos na área da medicina desportiva equina tem sido fundamental para tornar o treinamento mais técnico, com embasamento clínico e fisiológico.

A medicina desportiva equina, mais especificamente a fisiologia do exercício, é uma especialidade relativamente nova. Surgiu no final de 1950, quando o cavalo começou a perder importância como ferramenta de trabalho e aumentou sua relevância no lazer. O Dr. Sune Persson foi o pioneiro, trabalhando com equinos de trote sobre uma esteira rolante. Seus trabalhos foram despertando curiosidade em outros pesquisadores, que começaram a investigar outras áreas (BOFFI, 2007).

A pesquisa em fisiologia do exercício em equinos refere-se aos estudos que avaliam a resposta do equino frente ao exercício e ainda, como essas respostas podem ser modificadas com o treinamento. Atualmente, é ferramenta imprescindível no monitoramento e avaliação de atletas da espécie equina (EVANS, 2008). Através de testes de avaliação do desempenho é possível verificar o potencial físico do atleta e estabelecer programas de treinamento individuais que respeitem as características do animal e a demanda metabólica da modalidade a qual o mesmo se destina.

O presente estudo teve como objetivo comparar os testes de esforço progressivo e do lactato mínimo, a campo e em esteira de alta velocidade, através das respostas fisiológicas e metabólicas de equinos de Concurso Completo de Equitação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Concurso Completo de Equitação

O Concurso Completo de Equitação (CCE) é um esporte multidisciplinar que inclui as provas de Adestramento, Prova de fundo e Salto. O esporte representa um teste de resistência e versatilidade para oficiais de cavalaria e as provas foram escolhidas para simular os desafios que os cavaleiros iriam encontrar nas atividades militares.

A preparação de um cavalo para o CCE requer preliminarmente a necessária ativação de suas qualidades físicas pelo trabalho correspondente em variadas formas, que vai produzir o condicionamento físico de base. Essa base física, germinada na iniciação do animal, vai propiciar bons resultados na sequência do trabalho e grandes possibilidades de permanecer sadio e íntegro durante sua preparação e subsequente carreira (CAVALCANTI, 1993).

De acordo com o Regulamento da FEI (2012), Concurso Completo Internacional compreende três testes distintos, sendo executados em dias separados, durante os quais o cavaleiro monta o mesmo animal. Após uma inspeção de abertura, a prova de Adestramento é realizada, consistindo numa série de movimentos obrigatórios nos andamentos passo, trote e galope em uma arena retangular medindo 60 metros de comprimento por 20 metros de largura. No segundo dia ocorre a prova de fundo, cujo objetivo é testar a capacidade de adaptação do conjunto cavalo-cavaleiro a diferentes condições e variáveis (clima, terreno, obstáculos) e a capacidade de salto do cavalo. Exceder o tempo de prova e refugos representam penalidades, que são somadas e registradas para inclusão na classificação final. A queda do cavalo e/ou do cavaleiro implica a eliminação imediata. No último dia é realizada a prova de Salto após segunda inspeção, cujo objetivo é provar que o equino têm mantido sua flexibilidade, energia e obediência, para um percurso de 11 a 15 obstáculos. Os níveis do CCE são representados por estrelas (\*), variando de uma a quatro estrelas, sendo o quatro (\*\*\*\*) estrelas o que exige maior nível de treinamento e experiência do cavalo e do cavaleiro (FEI, 2012).

Existem poucos estudos acerca da demanda fisiológica na prova de adestramento. Williams et al. (2009) avaliaram a frequência cardíaca de 35 equinos, entre 6 e 17 anos de idade, competindo nos níveis elementar e médio visando estimar a demanda energética da prova de adestramento. O valor médio e o pico médio da frequência cardíaca no nível elementar foi  $102\pm 13$  e  $132\pm 20$ bpm, respectivamente, e de  $107\pm 8$  e  $132\pm 10$ bpm, respectivamente, no nível médio.

Gomide et al. (2006) avaliaram concentrações de lactato sanguíneo de 13 equinos durante a prova de fundo do CCE na categoria três estrelas internacional. Eles verificaram elevação significativa do lactato após o término da fase D acompanhada pela incapacidade de reduzir a concentração 10 minutos após o término da prova de fundo, indicando que o esforço ao qual foram submetidos os animais foi mais intenso nesta fase, e que a determinação das concentrações de lactato ao final da prova e da capacidade de remoção do lactato durante a recuperação permitiu inferir sobre o esforço físico ao qual os equinos foram submetidos.

De acordo com Muñoz et al. (1999b), a prova de fundo induziu um significativo aumento de hemácias, hemoglobinas, hematócrito, volume corpuscular médio e proteína plasmática total. O lactato plasmático excedeu o limiar anaeróbio de 4mmol/L, atingindo um nível máximo de 13,3mmol/L e, a frequência cardíaca variou entre 140 e 200bpm, atingindo o pico de 230bpm, revelando limitação no suprimento de oxigênio para o trabalho muscular. Desta forma, os autores concluíram que a ressíntese muscular de ATP durante a prova de fundo foi dependente tanto da via aeróbia como da anaeróbia.

Similar ao que ocorre na modalidade Adestramento, poucas publicações no que diz

respeito à prova de salto do Concurso Completo de Equitação foram encontradas. Art et al. (1990) ao estudar a resposta fisiológica ao exercício durante a prova de salto, encontrou valores médios de lactato após a prova de  $9,04 \pm 0,9$  mmol/L e um pico de frequência cardíaca de  $191,4 \pm 3,8$  bpm. Valores de frequência cardíaca semelhantes foram encontrados por Marlin et al. (2001), ao avaliar equinos durante a prova de salto no nível uma estrela, com frequência cardíaca média de  $147 \pm 6$  bpm. Dessa forma, embora a velocidade e duração da prova de salto sejam baixas, representa um esforço severo que requer a utilização do metabolismo anaeróbio (ART et al., 1990).

## **2.2 Índices Fisiológicos Relacionados ao Desempenho Físico**

### **2.2.1 Lactato**

Durante o exercício, o consumo de trifosfato de adenosina (ATP) pela musculatura esquelética aumenta para suprir a maior demanda energética. Como os estoques de ATP são limitados, sua renovação deve ocorrer na mesma velocidade a qual ele é utilizado para manter o exercício por tempo prolongado (CAPUTO et al., 2009), podendo ocorrer na presença de oxigênio (metabolismo aeróbio) ou na sua ausência (metabolismo anaeróbio).

Nos primeiros momentos do exercício a demanda energética é suprida pela fase alática do metabolismo anaeróbio, onde o organismo utiliza os estoques de ATP e creatina fosfato intramuscular (SPURWAY, 1992). Em seguida, a energia passa a ser provida pela fase láctica do metabolismo anaeróbio, que envolve combustão parcial da glicose ou glicogênio, gerando ácido láctico, com sua imediata conversão em lactato. E finalmente, o metabolismo aeróbio, através da combustão completa de glicose, glicogênio, gordura e em alguns casos proteína, na presença de oxigênio (CAPUTO et al., 2009). O ácido láctico e o lactato não são os mesmos componentes. O lactato é qualquer sal proveniente do ácido láctico ( $C_3H_6O_3$ ), quando esse último libera  $H^+$ . Quase todo o ácido láctico gerado durante o metabolismo anaeróbio é tamponado no sangue pelo bicarbonato de sódio e o dióxido de carbono liberado nessa reação de tamponamento e expelido na atmosfera à medida que o sangue venoso penetra nos pulmões (CABRERA et al. 1999).

A produção de ATP é muito mais eficiente na presença de oxigênio que na sua ausência. O metabolismo anaeróbio de glicose, embora menos eficiente do que o aeróbio representa importante e rápido mecanismo de produção de energia. Vários fatores regulam a atividade da via glicolítica, como a disponibilidade de oxigênio, a atividade da lactato desidrogenase (LDH) e a magnitude da razão ATP/ADP (GOLLNICK et al., 1986).

O sucesso do equino atleta está intimamente ligado à relação entre as capacidades oxidativa e glicolítica do indivíduo. Sendo assim, o estudo da fisiologia muscular durante o exercício torna-se necessário para o melhor treinamento dos atletas, passando obrigatoriamente pela compreensão dos mecanismos de geração de energia no músculo, incluindo as duas vias citadas (MUÑOZ et al., 1999a).

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 anaeróbia, enquanto que em equinos de corrida, da raça Puro Sangue Inglês, correndo 1.600 a 2.100 metros, o metabolismo anaeróbio contribui com 10 a 30% do fornecimento de energia.

Dessa forma, a produção de lactato, pela via anaeróbia, é uma resposta normal à exigência energética do exercício. O lactato é um produto da glicogenólise e da glicólise anaeróbica. As enzimas intracelulares produzem o lactato ao metabolizar a glicose. Na

musculatura estriada e no coração, o lactato é utilizado para geração oxidativa de energia e, nas células do fígado e do rim é um precursor de glicose e da gliconeogênese. A produção de lactato aumenta em um organismo sadio durante o exercício quando se necessita mais energia por unidade de tempo do que a produzida por metabolismo oxidativo. Sua produção não tem nenhuma relação com a falta de oxigênio, sendo que a produção de energia por via aeróbica simplesmente é muito lenta para satisfazer a demanda. O músculo estriado esquelético é o produtor mais importante de lactato no organismo, especialmente durante o esforço físico. Entretanto, outros órgãos, como por exemplo, o fígado, produz constantemente lactato também durante o repouso (BOFFI, 2007).

Segundo Lindner (2000), não há melhor variável fisiológica em equinos para se avaliar capacidade atlética e efeito de programas de treinamento que o lactato sanguíneo em testes a campo. A concentração de lactato é uma variável de fácil aferição, mesmo em condições de campo (GOMIDE et al., 2006), podendo ser medida em amostra sanguínea da veia jugular, ao final do exercício, em tubos contendo fluoreto-oxalato (COUROUCÉ, 1999).

O lactato produzido então pela via glicolítica tem dois destinos no organismo. Acumula-se no próprio músculo ou é removido pelos cotransportadores  $H^+$ -monocarboxilato para o sangue (POOLE & HALESTRAP, 1993). Quando transportado para o sangue, este lactato é carregado para tecidos aeróbios como o fígado, coração e outras fibras musculares, onde é metabolizado aerobiamente ou ressintetizado a novas unidades de carboidratos (SPURWAY, 1992).

A degradação por oxidação depende, principalmente, do estado de treinamento do atleta e se efetua especialmente na musculatura estriada esquelética e no coração (BOFFI, 2007). Segundo Ferraz et al. (2008), o treinamento promove aumento no número de mitocôndrias e na concentração das enzimas oxidativas mitocondriais das fibras musculares. Assim, ocorre redução na produção de lactato durante o exercício e aumento da capacidade de remoção do mesmo durante a fase de recuperação.

O lactato como marcador fisiológico tem sido usado como uma importante ferramenta para controlar a intensidade do exercício aeróbio. Não é que a molécula de lactato por si só cause fadiga, mas o seu acúmulo no sangue reflete um aumento do metabolismo anaeróbio e/ou uma diminuição nos mecanismos responsáveis pela remoção do lactato, ocasionando a perda do equilíbrio no organismo (CAPUTO et al., 2009).

A concentração de lactato plasmático aumenta exponencialmente com a velocidade durante o exercício de alta intensidade, principalmente quando a frequência cardíaca alcança 200bpm. O aumento do lactato plasmático é rápido e, pequenas variações no tempo de coleta da amostra ou duração do exercício podem provocar diferenças nas concentrações detectadas (SCHUBACK & ESSÉN-GUSTAVSSON, 1998).

Foreman et al. (1996) mensuraram o lactato de equinos realizando trote e galope em esteira ergométrica, observando significativa elevação na concentração de lactato durante o galope, como esperado. No entanto, deve-se ressaltar que nos 10 minutos iniciais de trabalho em baixa velocidade, o lactato tendeu a diminuir.

Segundo Svedahl & Macintosh (2003), na década de 50 e 60, Hollmann e colaboradores com o objetivo de detectar uma intensidade crítica de intolerância ao exercício em pacientes cardiopatas e pneumopatas, mensuraram o lactato sanguíneo em testes de exercício submáximo. De acordo com os autores, se a concentração de lactato pudesse ser mantida em um nível constante, o exercício era considerado “puramente aeróbico”, surgindo então o conceito da Máxima Fase Estável de Lactato (MAFEL), que é considerada padrão ouro para identificação da intensidade de exercício acima da qual existe um aumento progressivo na concentração sanguínea de lactato.

Para a determinação da MAFEL realiza-se cerca de 3 a 5 exercícios de intensidade constante com duração de 30 minutos em diferentes dias, com intervalo mínimo de 24 horas,

onde, a cada 5 minutos são coletadas amostras sanguíneas para determinação do lactato. A MFEL é identificada pela máxima intensidade na qual não há variação maior que 1mmol de lactato entre os 10 e 30 minutos de exercício (BILLAT et al., 2003). Desta forma, a MAFEL é um método trabalhoso e caro, dificultando a utilização do método.

Wasserman & McIlroy (1964) com o objetivo de identificar uma intensidade de exercício capaz de promover melhoras no condicionamento físico de portadores de doença cardiopulmonar sem os expor a maiores riscos, propuseram o termo Limiar Anaeróbio (LA). Neste estudo, os autores observaram associações entre o LA e a diminuição do bicarbonato plasmático e do pH, o aumento do quociente de trocas respiratórias, equivalente respiratório de oxigênio – ventilação/consumo de oxigênio (VE/VO<sub>2</sub>) – (limiar ventilatório 1) e do equivalente respiratório de gás carbônico – ventilação/volume expirado de gás carbônico (VE/VCO<sub>2</sub>) – (limiar ventilatório 2).

Stegmann et al. (1981) propuseram o Limiar Anaeróbico Individual (LAI) definido como a taxa metabólica na qual a taxa de aparecimento do lactato é igual à sua taxa de desaparecimento. Para sua determinação, o indivíduo realiza um exercício progressivo até a fadiga no qual são coletadas amostras de sangue durante, e no período de recuperação do mesmo. Mais tarde, em 1985, Heck e colaboradores sugeriram a determinação da MAFEL utilizando uma concentração fixa de lactato sanguíneo de 4mmol (V<sub>4</sub>). Inicialmente o V<sub>4</sub> foi estabelecido em humanos porque parecia ser o maior valor de lactato sanguíneo que era mantido por uma maior duração, por isso foi considerado como o limite superior para uma carga de treinamento de resistência. Algum tempo depois, foi reconhecido que valores fixos de lactato não levavam em conta as diferenças individuais e que o V<sub>4</sub> pode subestimar ou superestimar a real capacidade aeróbica (FAUDE et al., 2009).

Usualmente, os testes de esforço progressivo são usados para avaliar a capacidade aeróbica através da determinação da V<sub>4</sub>. Esses testes geram uma curva exponencial no lactato sanguíneo durante o exercício (FAUDE et al., 2009). A curva estabelecida pelas concentrações sanguíneas de lactato determinadas em velocidade crescente é denominada curva velocidade-lactato. Em baixas velocidades, há predomínio do metabolismo aeróbico e as concentrações de lactato se mantêm quase que inalteradas. Com o aumento da intensidade do exercício, a demanda de energia passa a ser provida pelo metabolismo anaeróbico com aumento marcante do lactato, caracterizado por uma inflexão repentina da curva para cima (HOLLMANN, 1985).

A V<sub>4</sub> é um parâmetro que descreve uma parte da relação entre a velocidade de exercício e a concentração do lactato no sangue durante o exercício. A V<sub>4</sub> pode ser considerada também como um parâmetro para medir a capacidade de resistência, apesar de não representar o limiar aeróbico-anaeróbico do lactato sanguíneo (BOFFI, 2007). O V<sub>2</sub> e V<sub>4</sub> são índices funcionais que permitem, de uma forma objetiva, avaliar o condicionamento de um equino, sendo positivamente correlacionado com a capacidade física (MUÑOZ et al., 1997). Kowal et al. (2006) descreveram o aumento da concentração de lactato em cavalos da raça PSI submetidos a testes de esforço progressivo em esteira ergométrica, indicando que o V<sub>4</sub> ocorreu nas velocidades de 5 a 6m/s, com as maiores concentrações imediatamente após o término do exercício para a maioria dos animais.

Outro método que utiliza a concentração de lactato para determinação da capacidade aeróbia é o Teste do Lactato Mínimo (LACMIN). Esse tipo de teste é composto por um teste de esforço progressivo, precedido por um exercício de esforço máximo que tem por objetivo induzir a hiperlactacidemia. Durante o estágio inicial deste teste progressivo, a remoção do lactato é superior à sua produção e o lactato diminui até um momento a partir do qual a produção passa a superar a remoção do mesmo, que começa a se acumular novamente (TEGTBUR et al., 1993). A principal vantagem do protocolo do LACMIN sobre outras medidas é o fato de que ele produz uma curva em forma clara de “U” com fácil identificação

visual do limiar de lactato, neste caso, chamado de  $V_{LACMIN}$  (PARDONO et al., 2008).

Gondim et al. (2007), objetivando determinar a viabilidade do Teste de Lactato Mínimo em equinos atletas de enduro, verificaram que os resultados obtidos pelo protocolo realizado permitiu avaliação científica do potencial atlético do equino e constitui um fácil método para prever a performance e para avaliação do condicionamento físico.

Miranda (2010) comparou cinco protocolos ( $P_1$ - $P_5$ ) distintos de Teste de Lactato Mínimo ( $V_{LACMIN}$ ) em esteira ergométrica de alta velocidade. Os protocolos  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  tiveram incremento de velocidade de 0,5m/s a cada 3, 5 e 7 minutos, respectivamente.  $P_4$  e  $P_5$  tiveram incremento de 1,0 e 1,5m/s, respectivamente, a cada 5 minutos. Verificou dessa forma, que a capacidade aeróbica avaliada através do método  $V_{LACMIN}$  é dependente da duração da etapa e do incremento da velocidade.

Como se pode perceber diferentes definições e referências que são usualmente empregadas para a interpretação da resposta do lactato sanguíneo durante o exercício com aumento progressivo de cargas o que causa certa controvérsia metodológica. Por esse motivo, Faude et al. (2009) propuseram uma classificação dos 25 métodos diretos de determinação do Limiar de Lactato por eles identificados em 3 grupos: 1-  $LL_{FIXO}$  (Métodos que usam valores de lactato fixo de lactacidemia (2, 2,5, 3 e 4mmol/L); 2-  $LL_{AERÓBIO}$  (Métodos que visam determinar a primeira lactacidemia acima dos valores de repouso); e 3-  $LL_{ANAERÓBIO}$  (OS que determinam a MAFEL ou uma rápida aceleração na inclinação da curva exponencial do lactato).

### 2.2.2 Frequência cardíaca

A frequência cardíaca (FC) é facilmente aferida durante o exercício, fornecendo um índice indireto da capacidade e função cardiovascular. Esta avaliação pode ser realizada durante a prática de exercício, por meio da utilização de frequencímetro digital específico para cavalos. Adicionalmente, testes a campo monitorados por GPS e frequencímetro digital mostram que a relação entre a velocidade máxima e a velocidade observada durante a frequência cardíaca máxima pode auxiliar na predição de desempenho nas modalidades esportivas equestres (GRAMKOW & EVANS, 2006; FERRAZ et al., 2009).

A determinação da intensidade de esforço físico em que ocorre a transição aeróbia-anaeróbia no metabolismo muscular tem grande importância no campo da fisiologia do exercício, sendo largamente utilizada para a avaliação da aptidão física direcionada aos resultados prolongados, prescrição de intensidade dos exercícios aeróbios e a monitoração de modificações em indicadores aeróbios induzidos por programas de treinamento (HODGSON & ROSE, 1994; YASBEK et al., 2001).

Durante a atividade física ou eventos que desencadeiam emoções, a frequência cardíaca aumenta na medida em que a atividade nervosa parassimpática diminui e os estímulos simpáticos e as catecolaminas circulantes aumentam. Dessa forma, o aumento da frequência cardíaca durante o exercício físico gera uma elevação do débito cardíaco, aumento da contratilidade miocárdica por incremento da estimulação simpática, bem como uma maior participação da curva do mecanismo de Frank-Starling proporcionando uma eficaz distribuição sanguínea para os músculos (PIÑA et al., 2003).

A frequência cardíaca basal dos equinos varia entre 28 a 45bpm. Em testes de exercício padronizados em esteira ergométrica, a relação FC/trabalho submáximo é reproduzível e alcança frequências de 120 a 21bpm. Desta forma, este tipo de prova poderia ser útil na avaliação da capacidade aeróbica (BOFFI, 2007). De modo geral, há aumento linear na frequência cardíaca com o aumento da velocidade do exercício até um ponto em que a frequência máxima é alcançada. A frequência máxima é identificada quando não há mais incremento na frequência cardíaca com a aceleração da esteira (HODGSON & ROSE, 1994).

Miriam & Fernandes (2011) padronizaram teste incremental de esforço máximo a campo para cavalos de hipismo clássico e demonstraram que a frequência cardíaca máxima pode ser relacionada com a intensidade ou velocidade máxima atingida durante o exercício, e essa relação pode ser adotada como índice para avaliação de condicionamento físico.

A frequência cardíaca é normalmente utilizada expressando a constante de velocidade submáxima, tal como  $V_{200}$ , a velocidade na qual a frequência cardíaca é de 200bpm. A relação entre a frequência cardíaca varia entre as raças e entre indivíduos da mesma raça, podendo estar relacionada com a habilidade atlética. Essa relação sofre alterações com o treinamento e com o nível de aptidão do equino (HARRIS et al., 2007).

Quando um cavalo realiza vários exercícios a diferentes velocidades com a mesma duração, sua frequência cardíaca é mais alta quanto maior for a velocidade a qual se exercita. Esta variação é a mesma observada no lactato sanguíneo. Entretanto, quando o mesmo cavalo é submetido a vários exercícios de igual velocidade e diferentes durações, a frequência cardíaca durante os exercícios permanece quase constante. Este comportamento é diferente do lactato hemático, e isso explica em parte por que a frequência cardíaca não é sensível o bastante para demonstrar a reação ao exercício prescrito e, por fim, para o diagnóstico da capacidade competitiva (BOFFI, 2007). Isto ocorre porque mesmo tornando-se relativa a intensidade do exercício pelo uso da  $\%FC_{Max}$ , existe variabilidade individual muito grande na relação  $\%FC_{Max}$  e lactato sanguíneo. Além disso, a relação entre a  $\%FC_{Max}$  e lactato sanguíneo depende também do tipo de exercício realizado (ROMERO & DENADAI, 1995). Deste modo, o uso da  $\%FC_{Max}$  pode resultar em uma grande variação do estresse metabólico, podendo determinar assim diferentes adaptações ao treinamento (DENADAI, 1995).

Durante a prova de fundo os equinos apresentaram frequência cardíaca máxima entre 194 e 218 batimentos por minuto, sendo esses valores observados na fase inicial do percurso, durante a transposição dos obstáculos e nos metros final da prova (SANTIAGO, 2010). Muñoz et al. (1999b) relaciona o aumento da frequência cardíaca na transposição dos obstáculos ao aumento da apreensão e ao esforço físico dos equinos frente ao obstáculo. E Amory et al. (1993) atribuem o aumento progressivo da frequência cardíaca durante os metros finais da prova de fundo à fadiga e também à necessidade de aceleração na parte final da prova.

GEHLEN et al. (2006) avaliando equinos de CCE treinados e não treinados e a influência do treinamento na função cardíaca perceberam que a frequência cardíaca não foi significativamente diferente entre os animais de ambos os grupos. Somente na fase de recuperação, observaram decréscimo mais rápido nos animais treinados quando comparado aos não treinados.

### 2.2.3 Hematócrito

Os eritrócitos são células sem núcleo e sem organelas, compostos em 61% de água, 32% de proteína (principalmente hemoglobina), 7% de carboidrato e 0,4% de lipídeo, tendo como função principal o carreamento de oxigênio para os tecidos. A duração dos eritrócitos nos equinos é entre 120 e 150 dias, sendo então removidos pelo sistema reticuloendotelial (GRONDIN & DEWITT, 2010).

Em equinos, bem como em outras espécies, o baço atua como um grande reservatório de eritrócitos durante o repouso, sendo que essa reserva pode ser mobilizada para a circulação ativa quando as necessidades por transporte de oxigênio aumentam. Esse fenômeno é mediado por uma contração esplênica induzida por adrenérgicos e ocorrem em casos de hemorragias, excitação e exercícios, resultando em alterações substanciais no hematócrito (HT), que é a porcentagem ocupada pelos eritrócitos no volume total de sangue (PERSSON, 1983).

A elevação do hematócrito depende da intensidade e da duração do esforço,

apresentando uma relação linear com a velocidade, podendo atingir um valor máximo de 60 a 65% (ROSE & ALLEN, 1985). Exercícios de curta duração levam a perda de cerca de 5 a 10% do volume plasmático pela sudorese e ao se prolongar a atividade ocorrerá significativa redução deste volume, provocando aumento do hematócrito (KINGSTON, 2004).

Um dos fatores limitantes para o condicionamento atlético é a capacidade de transporte de oxigênio pelo sangue. Essa característica é otimizada pelo aumento total da massa eritrocitária, sendo que o treinamento físico gera adaptações para o aumento da demanda metabólica em vários aspectos (HODGSON & ROSE, 1994). Costa et al. (2009) observaram que imediatamente após uma corrida em páreo de 1300 metros houve aumento de 32,8% do hematócrito, com retorno aos valores normais duas horas após o páreo.

Santiago (2010) ao avaliar o treinamento de equinos de CCE através de teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade observou que após a fase final do treinamento os equinos apresentaram aumento nos valores basais do hematócrito. Entretanto, Persson (1968) afirma que o aumento excessivo do hematócrito, provoca o aumento da viscosidade sanguínea e poderia causar redução da perfusão capilar e diminuição do aporte de O<sub>2</sub> às células, com prejuízo para o desempenho desportivo. Corroborando com este fato, Muñoz et al (1997) mostraram que equinos com menores valores de hematócrito durante o esforço máximo (Ht<sub>MAX</sub>) foram considerados animais de melhor nível de treinamento, sugerindo que esta variável é negativamente correlacionada com a capacidade física.

Alguns fatores podem afetar o hemograma de cavalos de corrida, são eles: excitação e exercício, idade, raça, treinamento, deslocamento de fluido no plasma, sobre-treinamento, doenças subclínicas e alterações eritrocitárias provocadas pelo exercício (McGOWAN, 2008). Por isso, apesar do eritrograma poder ser usado como auxiliar na análise do animal durante o exercício, considera-se que a aplicação deste parâmetro para avaliação da evolução da condição física com o treino, não é muito confiável (KINGSTON, 2004).

## **2.3 Marcadores Bioquímicos**

O maior desafio ao se destinar um cavalo para a vida atlética é mantê-lo livre de lesões (HODGSON e ROSE, 1994). Os sinais clínicos presentes das diversas alterações musculares são semelhantes e bastante inespecíficos. Por isso eles têm limitado valor diagnóstico quando avaliados de forma isolada, o que requer o uso de exames laboratoriais complementares. Entre as enzimas cujas concentrações séricas devem ser determinadas quando de disfunções musculares estão aspartato aminotransferase (AST) e a creatinaquinase (CK), principalmente. (DA CÁ S et al., 2000). As causas de uma mudança na atividade dessas enzimas no soro estão relacionadas a alterações na permeabilidade da membrana celular, necrose celular, bloqueio ou diminuição na excreção da enzima, aumento da síntese, assim como diminuição da sua produção. Geralmente, não há diminuição na taxa de eliminação de tais substâncias, ocorrendo o aumento do influxo para o soro que causa alterações detectáveis (HARRIS & MAYHEW, 1998).

### **2.3.1 Aspartato aminotransferase**

A Aspartato aminotransferase (AST) também denominada como Transaminase glutâmico-oxaloacética (TGO), é responsável por catalisar a transaminação de L-aspartato e alfa-cetoglutarato em oxalacetato e glutamato (CAMARA E SILVA et al., 2007). É uma enzima citoplasmática e mitocondrial, presente no fígado, músculo esquelético, músculo cardíaco, eritrócitos e rins. Sendo, portanto, não específica para o tecido (DUNCAN & PRASSE, 1986).

Duas isoenzimas de AST foram identificadas por eletroforese: MAST (AST mitocondrial), encontrada exclusivamente nas mitocôndrias e, a CAST, originada do citoplasma ou sarcoplasma. A razão de enzima citosólica-mitocondrial no soro de equinos é significativamente mais alta que a encontrada no homem. Apesar dessa maior proporção, parece não haver especificidade de tecido para cada isoenzima. A meia-vida de AST, após um evento de mionecrose, no equino é de 7 a 10 dias, bem mais longa que as 11,8 horas no homem (HARRIS & MAYHEW, 1998).

Esta enzima é indicador inespecífico de necrose tecidual, tendendo a ser menos sensível que as enzimas tecido-específicas como Sorbitol-32desidrogenase (SDH) ou CK (creatinaquinase). Elevações de CK e AST indicam lesões musculares, enquanto que elevações de SDH e AST indicam lesões hepáticas (SMITH, 1993).

A AST, por ser uma enzima mitocondrial e citosólica, necessita uma lesão extensa para ser liberada na corrente sanguínea. Por outro lado CK, por ser citosólica e de tamanho pequeno, conseguem ultrapassar a membrana celular mesmo que não exista um dano tecidual muito grande. Na realidade, um simples aumento de permeabilidade de membrana é suficiente para que ocorra o extravasamento dessa enzima. Por isso, em lesões musculares, o aumento da concentração sérica de AST é menor do que de CK, entretanto a AST permanece por um período de tempo maior (KANEKO et al., 1997).

Equinos aparentemente sadios mantidos a campo apresentaram a concentração sérica de AST de  $229 \pm 47$  U/L, semelhante a muares ( $220 \pm 42$  U/L) e asininos ( $223 \pm 33$  U/L) (GUL et al., 2007).

Lacerda et al (2006) avaliaram o perfil hematológico e bioquímico de equinos de alta performance atlética das raças Puro Sangue Inglês, Brasileiro de Hipismo e Criolo no Sul do Brasil e relataram que o padrão de normalidade da enzima AST em equinos da raça Brasileiro de Hipismo foi mais baixo, de  $277 \pm 67$  U/L, seguido pela raça Puro Sangue Inglês ( $286 \pm 83$  U/L) e a raça Criolo apresentou concentrações mais elevadas, de  $357 \pm 255$  U/L.

Santiago (2010) observou em equinos de CCE durante o teste de esforço progressivo que as concentrações séricas de AST aumentaram no galope progressivo, seguido por uma redução durante a fase de recuperação e relatou redução nas concentrações séricas de AST na fase final do treinamento.

### 2.3.2 Creatinaquinase

A Creatinaquinase (CK) é a enzima mais sensível para indicação de lesão muscular, logo, a magnitude do aumento da CK sérica é considerada como um marcador quantitativo da lesão muscular, reversível ou irreversível, causada pelo exercício. Está presente, principalmente, no músculo esquelético, miocárdio e cérebro (KANEKO et al., 1997). Mas como não há uma troca significativa dessa enzima entre o fluido cerebrospinal e o sangue, os aumentos na atividade plasmática total da CK se devem à lesão muscular esquelética ou cardíaca (HARRIS & MAYHEW, 1998).

Essa enzima catalisa a fosforilação da adenosina difosfato (ADP) do fosfato de creatina, tornando a adenosina trifosfato (ATP) disponível para a contração muscular (CAMARA E SILVA et al., 2007) e após ser liberada da célula muscular, não entra na corrente sanguínea diretamente, sendo transportada pela linfa via líquido intersticial encontrada. Esta reação catalisada pela CK, embora não forneça grandes quantidades de energia, é extremamente rápida para produção da mesma, pois envolve apenas uma reação que é capaz de ressintetizar ATP, além de independer do oxigênio para sua função catalítica, sendo de grande importância para eventos curtos e explosivos (KANEKO et al., 1997).

Um aumento de três a cinco vezes na atividade de CK corresponde à miólise aparente de aproximadamente 20g de músculo. A meia vida plasmática da CK no equino é de 108

minutos, com depuração plasmática de  $0,36 \pm 0,1$  ml/Kg por minuto, relativamente mais curta do que a AST (VOLFINGER et al., 1994). A atividade enzimática muscular e a concentração destas enzimas no sangue estão relacionadas com a intensidade e duração do exercício realizado e ainda com a raça, idade e nível de treino dos animais (KINGSTON, 2004).

De acordo com LACERDA et al (2006) equinos da raça Puro sangue inglês apresentam valores médios de CK menores ( $129 \pm 62$  U/L) que Brasileiro de hipismo ( $209 \pm 112$  U/L) e que o Criolo ( $276 \pm 263$  U/L).

Santiago (2010) relatou que as concentrações séricas de CK apresentaram comportamento diferente durante e após o exercício de acordo com o nível de condicionamento. No grupo de animais novos iniciantes, não houve diferença nas concentrações séricas de CK durante o exercício e a recuperação. No grupo de adultos iniciantes foram observadas maiores concentrações de CK 1, 2, 6 e 12 horas após o exercício. No grupo de novos experientes as concentrações de CK aumentaram durante os galopes progressivos, permanecendo elevadas até seis horas após o exercício. E no grupo de competidores o comportamento das concentrações de CK foi semelhante ao grupo de adultos iniciantes, entretanto 12 horas após o exercício as concentrações já haviam retornado aos valores de repouso.

Kowal et al. (2006) avaliaram a atividade sérica da enzima CK em equinos Puro sangue inglês com idade variando de 2 a 6 anos durante um teste de esforço em esteira ergométrica e observaram que ao término do exercício as concentrações de CK eram maiores que as basais e continuaram aumentando até 2 horas após o teste e 6 horas após, sua concentração já começou a diminuir, atingindo valores próximos do basal as 24 horas após o exercício. Gómez et al. (2004) avaliaram o comportamento da enzima CK nos dias 0, 15, 30, 45 e 60 de um período de treinamento de cavalos de salto e relataram aumento significativo na concentração sérica de CK após o exercício quando comparado ao repouso nos dias 0 e 15 e, comparados os valores após exercício, houve diminuição significativa nos dias 45 e 60.

Segundo Muñoz et al. (2002) o treino de resistência em equinos leva a uma diminuição da produção de CK durante o exercício. Esta diminuição deve-se à redução da produção de lactato, resultante do menor consumo de glicose extrafibrilar pela via anaeróbia e ao aumento da produção de energia pela via aeróbia através da metabolização da gordura (MUÑOZ et al., 2002).

#### **2.4 Testes de Esforço Físico: Teste a Campo e Teste em Esteira**

Há circunstâncias nas quais é vantajoso avaliar a capacidade atlética dos equinos sem a necessidade da competição, como quando se deseja, por exemplo, estimar o potencial competitivo ou a possibilidade de que o equino tenha a capacidade esperada (diagnóstico do potencial de capacidade competitiva); para comparar a qualidade de diferentes equinos ou de um equino consigo mesmo (diagnóstico de capacidade competitiva atual) ou para conhecer a resposta ao treinamento e, por fim a eficácia do programa de treinamento (diagnóstico da eficácia de treinamento) (BOFFI, 2007).

A maioria dos estudos de fisiologia do exercício é realizada em esteira ergométrica. E grande parte dos conhecimentos adquiridos na fisiologia do exercício em equinos, na área do sistema cardiovascular, respiratório, metabólico, hematológico, termorregulatório, hormonal e locomotor, incluindo a cinemática, foi possível devido a diversos experimentos com equinos em esteira ergométrica (HODGSON & ROSE, 1994). Isso se deve a facilidade de padronização das condições, onde velocidade, superfície, temperatura, resistência do ar e umidade podem ser cuidadosamente controladas, além da facilidade de acesso aos cavalos nos momentos adequados, durante e após o exercício para medições cardiorrespiratórias, coletas sanguíneas e outros (GOTTLIEB & LINHOLM, 1997; BAYLY et al., 2004). Por outro lado,

o teste em esteira apresenta algumas desvantagens, pois apresenta um alto custo de implantação de um laboratório adequadamente equipado, requer um período de adaptação do animal à esteira antes do teste e não reproduz o ambiente natural do cavalo e, alguns autores têm mostrado que o gasto energético durante exercício em esteira é quantitativamente diferente do exercício a campo. Erck et al. (2007) relatam ainda que o teste de desempenho em esteira promove maior estresse aos cavalos quando comparado ao teste a campo.

Sendo assim, o teste a campo gera condições familiares de exercício similares às aquelas encontradas durante sessões de treinamento e competições (ERCK et al., 2007). A superfície, andamentos e velocidades utilizados em um teste a campo são, portanto, mais próximas à demanda que os cavalos enfrentam durante o treinamento e a competição. Essas vantagens tornam-se desvantagens, pois tornam a padronização difícil, além de permitir uma quantidade de mensurações limitadas (COUROUCÉ, 1999; BAYLY et al., 2004)

O teste de avaliação dos equinos deve fornecer valores que cumpram com: repetitividade, objetividade e validade. Para isso, deve-se padronizar ao máximo os testes, sem que importe quais variáveis serão medidas. Apesar da padronização ser difícil de alcançar em testes a campo, Guhl et al. (1996) demonstraram, na pista, a repetitividade dos valores de lactato sanguíneo encontrados em esteira. Mirian & Fernandes (2011) observaram que através do protocolo de carga incremental proposto por eles, o teste a campo é de fácil aplicação e reprodutividade, não havendo intercorrências durante a execução.

As variáveis mais usadas para determinar a carga de trabalho durante testes de avaliação do desempenho em equinos são frequência cardíaca, lactato e consumo de oxigênio. Entretanto, esta última variável é de difícil aferição em testes a campo (PERSSON, 1983).

Exercícios realizados em esteira a 0% de inclinação com baixo grau de resistência são significativamente menos exigente do que exercícios em pista. Porém, essa diferença desaparece quando o grau de resistência aumenta (GOTTLIEB-VEDI & LINDHOL, 1997).

Vallete et al. (1992) utilizaram as respostas cardiovascular, metabólica e locomotora para comparar testes realizados a campo e em esteira ergométricas e verificaram que ao inclinar a esteira em 3,5% minimizava as diferenças fisiológicas entre os testes. Entretanto, Couroucé (1999), utilizando as inclinações de 0, 2 e 4%, verificou, por análise de regressão, que a inclinação da esteira que reproduz resposta similar àquela obtidas a campo é 2,4%, baseada nas duas variáveis fisiológicas mais utilizadas,  $V_4$  e  $V_{200}$ . Além disso, a utilização da inclinação na esteira tem a vantagem de reduzir a velocidade necessária para o exercício máximo (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN & BARNEVEL, 1995). Em cavalos da raça Sela Francesa exercitados a 10m/s em pista e em esteira a 0% de inclinação, a frequência cardíaca e o lactato foram significativamente menores na esteira. Entretanto, ao inclinar a esteira em 3,5% os resultados foram semelhantes na pista e na esteira (BARREY et al., 1993).

Evans (2008) ressalta que a frequência cardíaca e a concentração de lactato durante testes padronizados a campo são importantes para o manejo de equinos atletas, predizendo e avaliando o condicionamento e pode ser usado para alertar proprietários e treinadores de eventuais problemas. Existem poucos laboratórios de avaliação do desempenho de equinos no mundo, que na maioria das vezes distantes da população equina. Por isso, são necessários estudos de técnicas fáceis e aplicáveis para avaliar equinos sem a necessidade da esteira.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Animais e Local

Foram utilizados oito equinos da raça Brasileiro de Hipismo, sendo cinco machos e três fêmeas, com idade média de  $7,4 \pm 1,2$  anos. Os equinos eram participantes do Curso de Especialização em Instrutor de Equitação do Exército Brasileiro, na modalidade Concurso Completo de Equitação (CCE), todos com mesmo nível de treinamento.

Previamente ao período experimental, todos os equinos foram submetidos a avaliação de hígidez através de exame clínico, consistindo em avaliação das mucosas oral e ocular, tempo de preenchimento capilar, palpação de linfonodos submandibulares e pré-escapulares, auscultação cardiorrespiratória e aferição da temperatura retal, e exame laboratorial composto de hemograma completo e bioquímica sérica (ureia, creatinina, lactato desidrogenase, aspartato aminotransferase e creatinaquinase). Os animais considerados aptos pelo teste de hígidez foram pesados para a obtenção do escore corporal segundo metodologia descrita por Henneke et al. (1983) associada à mensuração da espessura de tecido adiposo por ultrassonografia das regiões do pescoço, costado e garupa, de acordo com Westervelt et al. (1976) usando equipamento ultrassonográfico<sup>1</sup> (Anexo).

Os equinos permaneceram alojados nas dependências da Escola de Equitação do Exército (EsEqEx), em baias de alvenaria medindo 4x4m e dispo de comedouro e bebedouro com livre acesso à água.

Duas semanas antes do início do período experimental os animais foram adaptados a dieta que composta de feno de capim *coastcross* (*Cynodon dactylon*) e ração comercial<sup>2</sup> calculada para cada animal com base no NRC (2007) e fornecida três vezes ao dia e 50 gramas de sal mineral, fornecido uma vez ao dia, junto com a ração. Os equinos recebiam a refeição três horas previamente aos testes de esforço físico e então permaneciam nas respectivas baias sem acesso a alimento.

O ensaio foi realizado no Laboratório de Avaliação do Desempenho de Equinos (LADEq), sendo os testes em esteira de alta velocidade realizados em sala climatizada e os testes a campo realizados em pista de grama da Escola de Equitação do Exército.

A pista oval utilizada para os testes de esforço físico a campo media 500 metros e foi previamente marcada com bandeirolas a cada 50 metros e em pontos específicos indicando os locais de partida e chegada para cada etapa dos testes de esforço progressivo e do lactato mínimo a campo. De modo a facilitar as coletas, o ponto de chegada era fixo e os locais de partida eram calculados a partir da velocidade desejada em cada etapa e o tempo disponível para a execução da etapa. Durante as etapas dos testes eram controladas pelos cavaleiros através do GPS e por um membro da equipe através de um crômetro digital.

Os cavaleiros que montaram os equinos nos testes de esforço físico a campo foram previamente selecionados de modo que todos eles tinham o mesmo nível de equitação e pesos semelhantes. Durante os testes de esforço físico a campo três equinos eram montados simultaneamente.

A temperatura ambiente tanto no campo quanto na sala climatizada da esteira foi mensurada durante o experimento para avaliação da possível influencia da temperatura nas respostas fisiológicas e metabólicas (Anexos) e os teste a campo eram realizados na parte da manhã de modo a permitir uma maior similaridade entre a temperatura do campo e da esteira.

---

<sup>1</sup> Sono Site nacionalizado ®

<sup>2</sup> Guabi Equitage®

### 3.2 Fase de Adaptação à Esteira de Alta Velocidade

Os equinos foram ambientados a sala climatizada e adaptados à esteira ergométrica de alta velocidade<sup>3</sup> por um período de 15 dias, consistindo do reconhecimento do local e uso dos equipamentos de segurança (selote, cinto de segurança, protetores de boletos e cascos), à adequada locomoção dos equinos sobre a esteira nos andamentos passo, trote e galope, bem como o correto posicionamento sob a esteira rolante e adaptação às mudanças de velocidade e de inclinação.

### 3.3 Preparo Prévio aos Testes de Esforço Físico

Para o monitoramento da frequência cardíaca, após a devida escovação cutânea do animal, foi acoplado à região torácica dos equinos o frequencímetro cardíaco<sup>4</sup> (Figura 1).

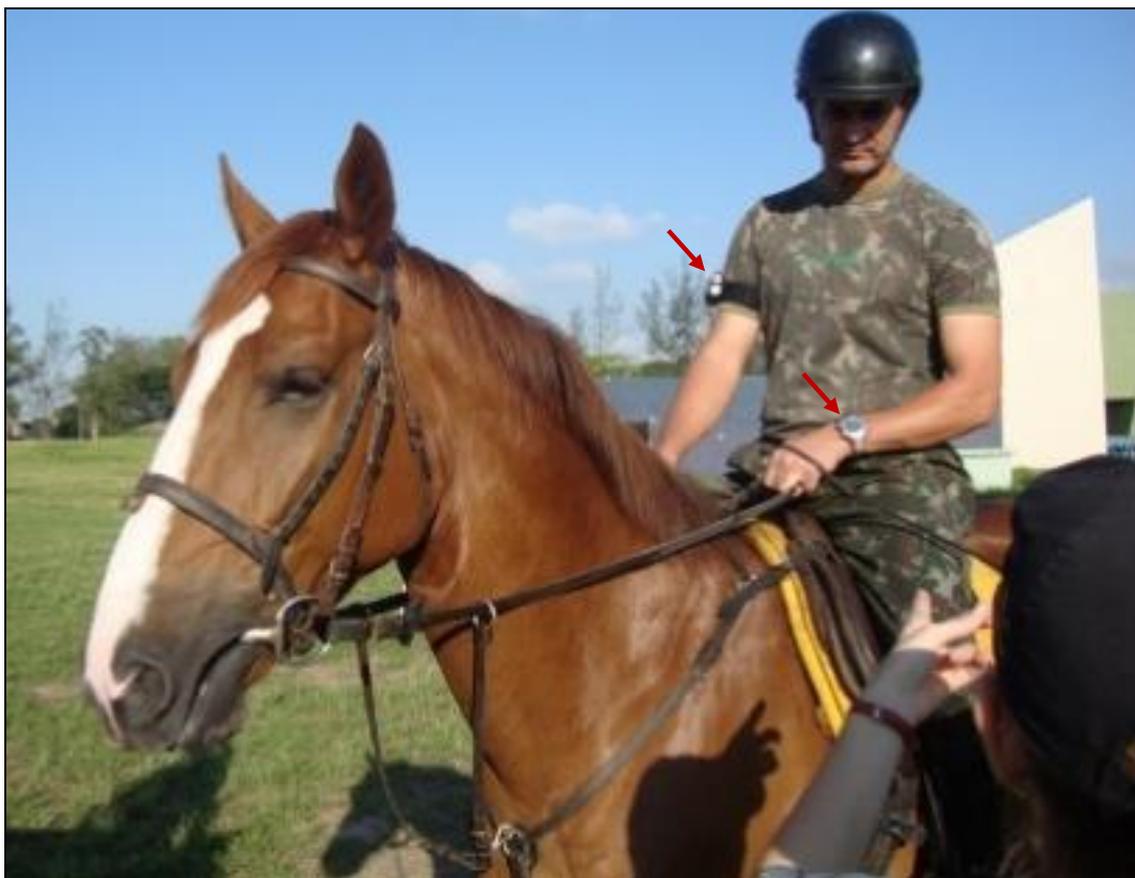


**Figura 1.** Equipamento de monitoramento da frequência cardíaca (Frequencímetro cardíaco) posicionado na região torácica do equino.

Nos testes de esforço físico a campo, os animais eram encilhados, recebiam os protetores de boletos e cascos, para então serem conduzidos à pista de grama para a execução dos testes. O GPS (*Global Positioning Systems*) era fixado ao braço direito e o relógio do frequencímetro no antebraço esquerdo do cavaleiro, possibilitando a confirmação das velocidades predeterminadas (Figura 2).

<sup>3</sup> Esteira rolante Galloper® Sahinco LTDA, Palmital, São Paulo, Brasil

<sup>4</sup> Frequencímetro – Polar Heart Rate Monitors – Canada

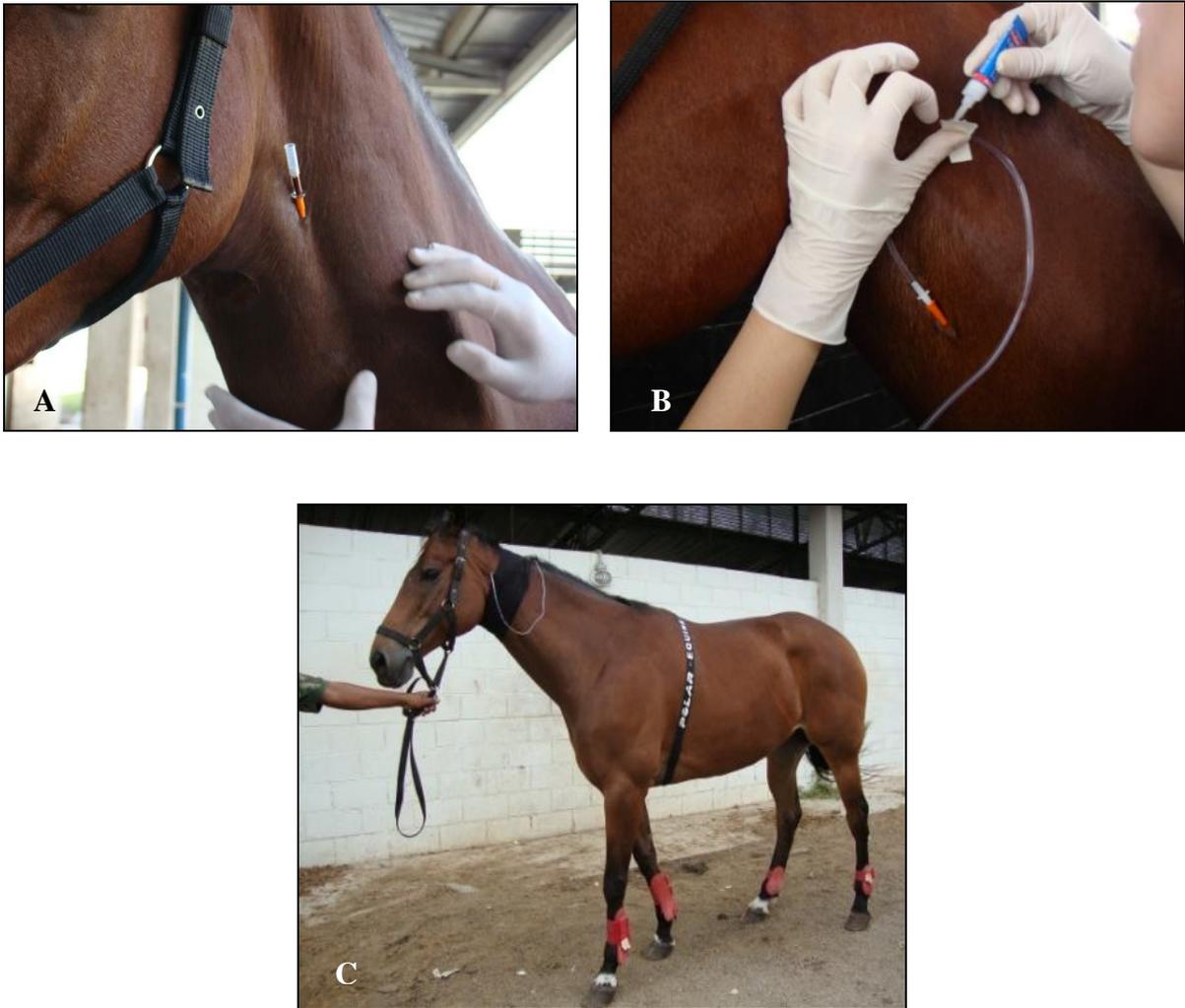


**Figura 2.** Animal devidamente preparado para o teste a campo e cavaleiro portando o GPS e relógio do frequencímetro digital.

Nos testes de esforço físico em esteira de alta velocidade, os equinos eram preparados na parte externa do laboratório, onde eram submetidos à rigorosa antissepsia da região onde se localiza topograficamente a veia jugular esquerda, para posterior venocateterização<sup>5</sup> no sentido do fluxo sanguíneo e acoplamento de tubo extensor<sup>6</sup> ao cateter, de modo a permitir sucessivas coletas durante o teste. O tubo extensor e cateter eram então preenchidos com solução anticoagulante, constituída por solução fisiológica e heparina sódica. Em seguida a região do cateterismo era envolvida com liga de descanso, permitindo maior firmeza do sistema coletor durante o teste e, por fim, o animal era equipado com o selote, que era acoplado ao cinto de segurança da esteira de alta velocidade e com protetores de boleto e cascos (Figura 3).

<sup>5</sup> Cateter 14<sub>GA</sub> X 1,75<sub>IN</sub>- 2,1 X 45mm- BD®

<sup>6</sup> 10 Fr5 x 120 cm Brasino®



**Figura 3.** A- cateterização da veia jugular esquerda no sentido do fluxo sanguíneo; B- acoplamento do sistema extensor e C - equino pronto para o teste na esteira de alta velocidade

### 3.4 Delineamento Experimental

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema de Quadrado Latino 4 x 4 duplicado e balanceado, composto por oito animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. Os tratamentos foram os quatro testes de esforço físico, realizados em intervalos semanais consecutivos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Tratamentos experimentais.

Tratamento	Testes de Esforço Físico	Fonte
I	Progressivo a campo	Adaptado Wilson et al. (1983)
II	Progressivo em esteira de alta velocidade	Adaptado Hodgson & Rose (1994)
III	Lactato mínimo a campo	Adaptado Gondim et al. (2007)
IV	Lactato mínimo em esteira de alta velocidade	Adaptado Miranda (2010)

### 3.5 Protocolo dos Testes de Esforço Físico

#### 3.5.1 Teste de esforço progressivo a campo

O protocolo empregado para o teste de esforço progressivo a campo foi adaptado do modelo proposto por Wilson et al. (1983) e consistiu um aquecimento de 10 minutos, sendo 6 minutos ao passo na velocidade de 1,7m/s e 4 minutos de trote na velocidade de 4,0m/s, seguido de 4 etapas de 1 minuto nas velocidades de 5,0; 7,0; 8,0 e 10,0 m/s, com intervalos de 3 minutos de recuperação ao passo entre cada etapa (Tabela 2). O percurso do teste foi previamente marcado no campo com estacas indicando as distâncias a serem percorridas em cada etapa, mantendo a velocidade definida.

**Tabela 2.** Protocolo do Teste de Esforço Progressivo a Campo.

Etapa:	Velocidade (m/s)	Duração (minutos)	Andamento
Repouso	0,0	-	-
Aquecimento	1,7	4	Passo
Aquecimento	4,0	6	Trote
1ª etapa	5,0	1	Galope
Recuperação 1	1,7	3	Passo
2ª etapa	7,0	1	Galope
Recuperação 2	1,7	3	Passo
3ª etapa	8,0	1	Galope
Recuperação 3	1,7	3	Passo
4ª etapa	10,0	1	Galope
Recuperação 4	1,7	10	Passo
Repouso	0,0	-	-

#### 3.5.2 Teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade

No teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade utilizou-se protocolo adaptado de Hodgson & Rose (1994), o qual consistiu em um aquecimento de 10 minutos, composto por 6 minutos na velocidade de 1,7m/s e 4 minutos na velocidade de 4,0m/s, sendo os 2 minutos iniciais sem inclinação e os 2 minutos finais na inclinação de 4%, seguido pelo incremento de 1m/s a cada minuto, realizando as velocidades de 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0 e 10,0m/s (Tabela 3). Ao final do teste procedeu-se o desaquecimento de 4 minutos ao trote e 6 minutos ao passo, sem inclinação na esteira.

#### 3.5.3 Teste do lactato mínimo a campo

Para a realização do teste do lactato mínimo a campo utilizou-se o modelo adaptado de Gondim et al. (2007). Os equinos realizaram um aquecimento de 10 minutos, sendo 6 minutos ao passo na velocidade de 1,7m/s e 4 minutos de trote na velocidade de 4,0m/s e então realizou um *sprint* atingindo a velocidade de 12m/s dentro de 2 minutos seguido de uma recuperação de 3 minutos ao trote na velocidade de 4,0 m/s, para então dar início a fase de incremento progressivo, a qual era composta de 4 etapas de 1 minuto nas velocidades de 5,0; 6,0; 7,0 e 8,0 m/s. Finalizando com desaquecimento de 10 minutos, sendo 6 minutos ao trote e 4 minutos ao passo (Tabela 4).

**Tabela 3.** Protocolo do Teste de Esforço Progressivo em Esteira de Alta Velocidade.

Etapa	Velocidade (m/s)	Duração (minutos)	Inclinação (%)	Andamento
Repouso	0,0	-	-	-
Aquecimento	1,7	6	0	Passo
Aquecimento	4,0	2	0	Trote
Aquecimento	4,0	2	4	Trote
1° Galope	5,0	1	4	Galope
2° Galope	6,0	1	4	Galope
3° Galope	7,0	1	4	Galope
4° Galope	8,0	1	4	Galope
5° Galope	9,0	1	4	Galope
6° Galope	10,0	1	4	Galope
Recuperação	4,0	4	0	Trote
Recuperação	1,7	6	0	Passo
Recuperação	---	10	-	Passo (c/ guia)

**Tabela 4.** Protocolo do Teste do Lactato Mínimo a Campo.

Etapa	Velocidade (m/s)	Duração (minutos)	Andamento
Repouso	-	-	-
Aquecimento	1,7	6	Passo
Aquecimento	4,0	4	Trote
<i>Sprint</i>	12,0	2	Galope franco
Recuperação	4,0	3	Passo
1ª etapa	5,0	3	Galope
2ª etapa	6,0	3	Galope
3ª etapa	7,0	3	Galope
4ª etapa	8,0	3	Galope
Recuperação	4,0	4	Trote
Recuperação	1,7	6	Passo
Recuperação	-	10	Passo (c/ guia)

### 3.5.4 Teste do lactato mínimo em esteira de alta velocidade

O teste do lactato mínimo em esteira de alta velocidade foi executado segundo protocolo adaptado de Miranda (2010). Para tanto, o animal procedeu um aquecimento de 10 minutos, composto por 6 minutos na velocidade de 1,7m/s e 4 minutos na velocidade de 4,0m/s, sendo os 2 minutos iniciais sem inclinação e os 2 minutos finais na inclinação de 4%, realizando logo em seguida um *Sprint* até atingir a velocidade de 12m/s dentro de 2 minutos, seguida de uma recuperação de 3 minutos na velocidade de 4,0m/s e dando início a fase de incremento progressivo que consistia de 4 etapas de 3 minutos nas velocidades de 5,0; 6,0; 7,0 e 8,0m/s e finalizado com o desaquecimento de 4 minutos ao trote e 6 minutos ao passo, sem inclinação (Tabela 5).

**Tabela 5.** Protocolo do Teste do Lactato Mínimo em Esteira de Alta Velocidade.

Etapa	Velocidade (m/s)	Duração (minutos)	Inclinação (%)
Repouso	-	-	-
Aquecimento	1,7	6	0
Aquecimento	4,0	2	0
Aquecimento	4,0	2	4
<i>Sprint</i>	4,0 a 12,0	2	4
Recuperação	4,0	3	4
Incremento 1	5,0	3	4
Incremento 2	6,0	3	4
Incremento 3	7,0	3	4
Incremento 4	8,0	3	4
Recuperação	4,0	4	0
Recuperação	1,7	6	0
Recuperação	Passo (c/ guia)	10	-

### 3.6 Coleta de Amostras, Amostragem e Processamento das Análises

Em todos os testes procedeu-se coleta de sangue às 4 horas da manhã (coleta basal), previamente à primeira refeição, por punção da veia jugular esquerda com agulha própria para coleta a vácuo<sup>7</sup> em tubos siliconados<sup>8</sup> contendo EDTA, fluoreto de sódio e sem anticoagulante, destinando-se a análise de hemograma, lactato e glicose e enzimas musculares AST e CK, respectivamente. Durante a execução dos protocolos foram realizadas coletas de sangue ao final de cada etapa do teste, em tubos contendo EDTA para o hemograma e, contendo fluoreto de sódio para análise de lactato e glicose. Nos testes a campo as coletas foram feitas por punção da veia jugular esquerda com agulha para coleta a vácuo (Figura 4).

Nos testes em esteira de alta velocidade, as coletas eram realizadas através do sistema coletor previamente instalado como descrito no item 3 (Figura 5). Para avaliação da recuperação do teste, foram coletadas amostras aos 10, 20 e 30 minutos do final da última etapa.

<sup>7</sup> Agulha para coleta a vácuo 25 x0,8 Vacutainer System BD®

<sup>8</sup> Tubo siliconado 5 ml Vacutainer System BD®



**Figura 4.** Coleta de sangue por punção da veia jugular esquerda no teste a campo



**Figura 5.** Coleta de sangue por sistema coletor no teste em esteira de alta velocidade.

Ao final da última etapa e, a 1, 2, 6, 12 e 24 horas foram tomadas amostras de sangue, por punção da veia jugular esquerda, em tubo sem anticoagulante, para análises de Creatinaquinase (CK) e Aspartato aminotransferase (AST).

Após a obtenção das amostras, os tubos eram armazenados sob refrigeração até o adequado processamento. O hemograma foi realizado em contador de células automático<sup>9</sup>. Os tubos contendo Fluoreto de Sódio e sem anticoagulante foram centrifugados<sup>10</sup> a 3.000rpm por 10 minutos para obtenção de plasma e soro, respectivamente. O plasma foi congelado até realização das análises por espectrofotometria<sup>11</sup> para lactato (Katal® Lactato LOD-PAP) e para glicose (Labtest®). O soro foi congelado e posteriormente foram realizadas as análises das enzimas AST e CK em espectrofotômetro com os respectivos *kits* da Biosystem®.

O frequencímetro cardíaco foi usado monitorando a frequência cardíaca durante todos os testes. Ao final dos testes, os resultados foram transferidos para o computador através de transmissão por infravermelho, utilizando a interface fornecida pelo programa Polar® e registrando o maior valor da frequência cardíaca, a cada etapa durante os testes.

### 3.7 Análises Estatísticas

Os valores das concentrações de lactato plasmático obtidos nos testes de esforço progressivo em esteira de alta velocidade e a campo foram ajustados a equação de regressão exponencial para estimativas do  $V_2$  e  $V_4$ . Os valores da frequência cardíaca dos equinos obtidos em cada galope durante os testes de esforço progressivo em esteira de alta velocidade e a campo foram submetidos à análise de regressão linear para estimativa da  $V_{200}$ . Os valores das concentrações de lactato plasmático obtidos após o *sprints* nos testes de Lactato mínimo em esteira de alta velocidade e a campo foram submetidos à análise de regressão quadrática para estimativas do  $V_{LACMIN}$ . Os resultados foram testados pelos testes de Cochran e Bartlett e de Lilliefors e àqueles que não assumiram distribuição normal e homocedasticidade foram transformados por função radicial ou logarítmica.

As variáveis  $V_2$ ,  $V_4$ ,  $V_{LACMIN}$  e  $V_{200}$  e a concentração de glicose e hematócrito na última etapa de esforço de cada teste foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 2007).

Os valores médios das concentrações de lactato, glicose, hematócrito, AST e CK nos tratamentos foram submetidos à análise de variância para modelos hierárquicos pelo Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 2007) para avaliar o efeito do tratamento. As concentrações plasmáticas de lactato e glicose, séricas de AST e CK e o hematócrito em cada momento da recuperação foram submetidas à análise de variância em esquema de parcelas subdivididas e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o Programa de Análises Estatísticas e Planejamento de Experimentos- SISVAR.

---

<sup>9</sup> ABX Micros ABC Vet - HORIBA®

<sup>10</sup> Centrífuga Centribio Modelo 80-2B

<sup>11</sup> Biosystems BTS-310®

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Teste de Esforço Progressivo: Campo *versus* Esteira de Alta Velocidade

Não houve diferença ( $p>0,05$ ) nos valores médios da  $V_2$  dos equinos durante os testes de esforço progressivo quando realizado a campo ou em esteira de alta velocidade, apresentando valores de 6,54 e 5,84m/s, respectivamente (Tabela 6). Da mesma forma, Couroucé et al. (2000), objetivando determinar a inclinação ideal da esteira ergométrica que reproduziria o teste a campo, avaliaram nove equinos da raça Trotador Francês em esteira de alta velocidade com inclinações de 0, 2 e 4% e observaram que inclinando a esteira em 2% também não havia diferença nos valores médios da  $V_2$  entre o teste de esforço progressivo realizado a campo e em esteira de alta velocidade.

**Tabela 6.** Valores médios da  $V_2$ ,  $V_4$ ,  $V_{200}$  nos Testes de Esforço Progressivo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade.

Variável	Teste de Esforço Progressivo	
	Campo	Esteira
$V_2$ (m/s)	6,54 <sup>a</sup> ±0,56	5,84 <sup>a</sup> ±1,16
$V_4$ (m/s)	8,04 <sup>a</sup> ±0,80	7,78 <sup>a</sup> ±1,14
$V_{200}$ (m/s)	8,82 <sup>a</sup> ±1,10	8,65 <sup>a</sup> ±1,38

Médias nas linhas, seguidas por letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ )

Valor médio de  $V_2$  semelhantes ao do presente estudo foi observado por Muñoz et al. (1999a) em equinos da raça Andaluz com idade entre 7-10 anos (5,04 ±1,7m/s) em um teste composto de seis cargas de esforço progressivo e por Piccione et al. (2004) em um grupo de equinos Anglo Árabe com idade entre 6 e 8 anos (6,7 ±0,75m/s) realizando teste composto de três cargas de esforço progressivo, ambos realizados a campo.

Valette et al (1992) que afirma que a inclinação da esteira em 3,5% minimiza as diferenças na resposta fisiológica entre os testes realizados a campo e em esteira de alta velocidade. No presente estudo, inclinando a esteira em 4%, não houve diferença ( $p>0,05$ ) nos valores médios da  $V_4$  dos equinos durante os testes de esforço progressivo quando realizados a campo ou em esteira de alta velocidade no protocolo proposto, apresentando valores de 8,04 e 7,78m/s, respectivamente (Tabela 6). Quando inclinações maiores foram empregadas para avaliar a evolução clínica do condicionamento em equinos da raça Puro Sangue Inglês de corrida, encontraram valor médio de  $V_4$  significativamente mais baixa (5,4m/s) (SEEHERMAN & MORRIS, 1990) mostrando que a inclinação maior tornou o teste mais exigente.

Persson et al. (1983) encontrou valor médio de  $V_4$  semelhante em equinos sobreanos treinados durante teste progressivo em esteira de alta velocidade (8,2m/s) e significativamente maior quando comparada a média de equinos não treinados durante as mesmas condições de teste (5,8m/s), demonstrando que esta variável sofre efeito do treinamento.

Não houve diferença ( $p>0,05$ ) no valor médio da  $V_{200}$  durante o teste de esforço progressivo quando realizado a campo ou em esteira de alta velocidade, apresentando valores médios iguais a 8,82 e 8,65m/s, respectivamente (Tabela 6). Valette et al. (1992) também não observou entre a variável  $V_{200}$  em testes a campo ou em esteira de alta velocidade em equinos da raça Anglo-Árabe e Trotador Francês. Entretanto, as médias obtidas por estes pesquisadores foram mais altas (10,8m/s em teste a campo e 10,7m/s em teste em esteira) dos que as médias do presente estudo. Couroucé et al. (2000) avaliando equinos da raça Trotador

francês de 2 anos também observou valores médios de  $V_{200}$  mais altas (9,43m/s a campo e 9,65 m/s em esteira de alta velocidade) que o presente estudo. Essas diferenças se devem, provavelmente a diferença de raças, idades e modalidades (COUROUCÉ et al., 2002).

Santiago (2010) empregando um protocolo semelhante de teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade para equinos de CCE de diferentes níveis de treinamento observou valores médios de  $V_{200}$  igual a 9,08 e 8,52m/s, em equinos das categorias novos experientes e competidores.

Estudos prévios mostram que os testes realizados a campo são mais exigentes do que os realizados em esteira à mesma velocidade (PERSSON, 1983; BARREY et al., 1993; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN & BARNEVELD, 1995). O exercício realizado em esteira horizontal com baixo grau de resistência foi significativamente menos exigente que o exercício a campo. Entretanto, as diferenças diminuem à medida que a resistência se torna maior (GOTTLIEB-VEDI & LINDHOLM; 1997; COUROUCÉ et al.; 2000). Este achado somado ao presente estudo, mostram que as variáveis  $V_2$ ,  $V_4$  e  $V_{200}$  mensuradas durante o teste de esforço progressivo são reproduzíveis a campo e em esteira de alta velocidade, desde que os testes tenham o mesmo nível de exigência.

A média do hematócrito na última etapa de esforço no teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade foi de  $58,86 \pm 4,04\%$ , semelhante à média de 57,1% encontrada por Santiago (2010) avaliando a fase final do treinamento de equinos de CCE em teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade. Esses valores são significativamente mais elevados do que a média obtida no teste a campo ( $52,68 \pm 6,87\%$ ) (Tabela 7). Muñoz et al. (1997) avaliando equinos da raça Andaluz entre 3 e 4 anos em teste de esforço progressivo a campo relataram média de 52,81%.

**Tabela 7.** Valores médios do hematócrito e glicose na última etapa de esforço dos Testes de Esforço Progressivo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade

Variável	Teste de Esforço Progressivo	
	Campo	Esteira
Hematócrito (%)	$52,68^b \pm 6,87$	$58,86^a \pm 4,04$
Glicose (mg/dL)	$101,62^a \pm 7,32$	$109,98^a \pm 15,58$

Médias nas linhas, seguidas por letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ )

Em um estudo com 10 equinos de Concurso Completo de Equitação, Santiago (2010) comparou as respostas fisiológicas durante o teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade e a prova de fundo e observou diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos imediatamente após os exercícios, com média superior no teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade (59,2%) quando comparada à prova de fundo (53,2%). O autor relacionou esta resposta à menor taxa de oxigênio sanguíneo durante o exercício, resultando em hipóxia tecidual e maior contração esplênica. Entretanto, o presente estudo contou com a presença de dois ventiladores que simulavam o deslocamento de ar que ocorre a campo.

Um dos fatores responsáveis pelo aumento do hematócrito é durante o exercício é a esplenocontração. O baço apresenta a capacidade de armazenar cerca de 50% do volume de eritrócitos do organismo. A liberação desses eritrócitos na corrente sanguínea ocorre como resposta ao estímulo simpático ou ao aumento da adrenalina circulante (KINGSTON, 2004). Portanto, o maior percentual de hematócrito observado no teste em esteira estaria relacionado à maior descarga de adrenalina, já que apesar dos equinos terem passado por um período de adaptação a esteira de alta velocidade, o campo representa um ambiente natural aos equinos.

Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) nos valores médios da glicose na última etapa de esforço dos testes progressivos a campo e em esteira de alta velocidade, apresentando valores médios iguais a  $101,62 \pm 7,32$  e  $109,98 \pm 15,58$ mg/dL, respectivamente (Tabela 7). De acordo

com Watanabe (2004) a magnitude do aumento na glicose plasmática provavelmente está relacionada ao grau da atividade simpática, a qual é resultado da intensidade do exercício. Desta forma, fica demonstrado que os testes de esforço progressivo a campo e na esteira de alta velocidade tiveram intensidades semelhantes.

#### 4.2 Teste do Lactato Mínimo: Campo *versus* Esteira de Alta Velocidade

Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) nos valores médios da  $V_{LACMIN}$  durante os testes do lactato mínimo quando realizados a campo ou em esteira de alta velocidade, apresentando valores médios iguais a 6,04 e 5,84m/s, respectivamente (Tabela 8). Esses valores estão de acordo com a média de  $5,76 \pm 0,57$ m/s relatada por Gondim et al. (2007) durante teste do lactato mínimo a campo utilizando cinco equinos, sendo um meio sangue Quarto de Milha e dois Anglo-Árabes e com a média de  $5,61 \pm 0,12$ m/s relatada por Miranda (2010) em oito equinos da raça Puro Sangue Árabe durante o protocolo de teste do lactato mínimo que não apresentou diferença estatística do teste da máxima fase estável do lactato.

**Tabela 8.** Valores médios da  $V_{LACMIN}$  e  $V_{200}$  nos testes do Lactato Mínimo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade.

Variável	Teste do Lactato Mínimo	
	Campo	Esteira
$V_{LACMIN}$ (m/s)	6,04 <sup>a</sup> ±0,30	5,84 <sup>a</sup> ±0,75
$V_{200}$ (m/s)	8,43 <sup>a</sup> ±1,38	6,38 <sup>b</sup> ±1,11

Médias nas linhas, seguidas por letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Soares (2008) observou valor médio da  $V_{LACMIN}$  igual a  $7,49 \pm 0,55$ m/s durante o teste do lactato mínimo em esteira num grupo de equinos da raça Puro Sangue Árabe. O autor atribuiu esse valor mais elevado à genética dos equinos, já que esta raça parece possuir capacidade aeróbia maior (MARLIN & NANKERVIS, 2002). Além disso, vale ressaltar que o estudo de Soares (2008) seguiu um protocolo diferente, onde não havia máxima velocidade para indução à hiperlactacidemia estipulada, sendo esta determinada pela velocidade em que aparentemente o equino era incapaz de sustentar o exercício podendo, desta forma, estar subestimada por depender de uma avaliação subjetiva.

Os valores da  $V_{200}$  durante os testes do lactato mínimo foram determinadas pela equação de regressão linear obtida com os pontos de galope da etapa de esforços progressivos após a indução à hiperlactacidemia. O valor médio da  $V_{200}$  no teste do lactato mínimo a campo (8,43 m/s) foi menor ( $p < 0,05$ ) do que valor médio da  $V_{200}$  no teste do lactato mínimo em esteira de alta velocidade (6,38m/s), mostrando que para esta variável, o teste a campo é menos exigente (Tabela 8). Esse fato provavelmente está relacionado ao fato do teste a campo exigir uma pausa entre as etapas de velocidades do teste de modo a possibilitar as coletas sanguíneas, o que permite uma redução da frequência cardíaca e também à maior dificuldade em controlar a velocidade durante o teste.

Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) no hematócrito durante os testes do lactato mínimo quando realizado a campo ou em esteira de alta velocidade, apresentando valores médios iguais a 55,11 e 56,82%, respectivamente. Da mesma forma, não houve diferença ( $p > 0,05$ ) nos valores médios da glicose na última etapa de esforço dos testes do lactato mínimo a campo e em esteira de alta velocidade, apresentando valores médios iguais a  $119,75 \pm 18,46$  e  $113,52 \pm 8,19$ mg/dL, respectivamente (Tabela 9).

**Tabela 9.** Valores médios do hematócrito e glicose na última etapa de esforço nos Testes do Lactato Mínimo a Campo e em Esteira de Alta Velocidade.

Variável	Teste do Lactato Mínimo	
	Campo	Esteira
Hematócrito (%)	55,11 <sup>a</sup> ±4,11	56,82 <sup>a</sup> ±3,28
Glicose (mg/dL)	119,75 <sup>a</sup> ±15,38	113,52 <sup>a</sup> ±8,19

Médias nas linhas, seguidas por letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

### 4.3 Testes de Esforço Progressivo versus Testes do Lactato Mínimo

Não foi observada diferença ( $p > 0,05$ ) entre os valores médios da  $V_2$  e da  $V_{LACMIN}$ , sendo ambas menores ( $p < 0,05$ ) que o valor médio da  $V_4$ , quer quando realizando os testes a campo ou em esteira de alta velocidade (Tabela 10 e Figuras 6 e 7).

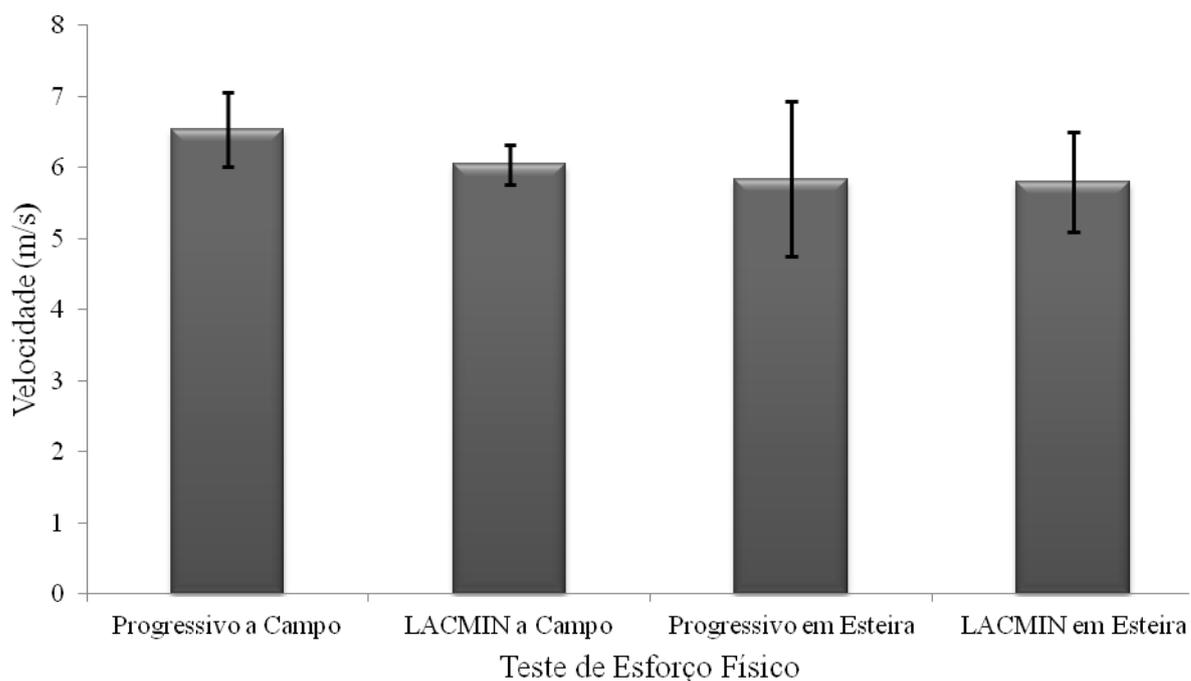
Estas observações estão de acordo com o citado por DeLucas et al. (2000) ao comparar as intensidades correspondentes ao lactato mínimo, limiar de lactato e limiar anaeróbio de 11 atletas humanos durante a prova de ciclismo. Entretanto, nesse estudo não foi usado o valor fixo de 2mmol para identificar o limiar de lactato. Sendo este, identificado pela menor razão entre o lactato sanguíneo e a intensidade de exercício, que apresentou valor médio de  $1,4 \pm 0,4$  mmol de lactato sanguíneo.

**Tabela 10.** Valores médios da  $V_2$ ,  $V_4$  e  $V_{LACMIN}$  nos testes de esforço progressivo a campo e em esteira de alta velocidade e nos testes do lactato mínimo a campo e em esteira de alta velocidade.

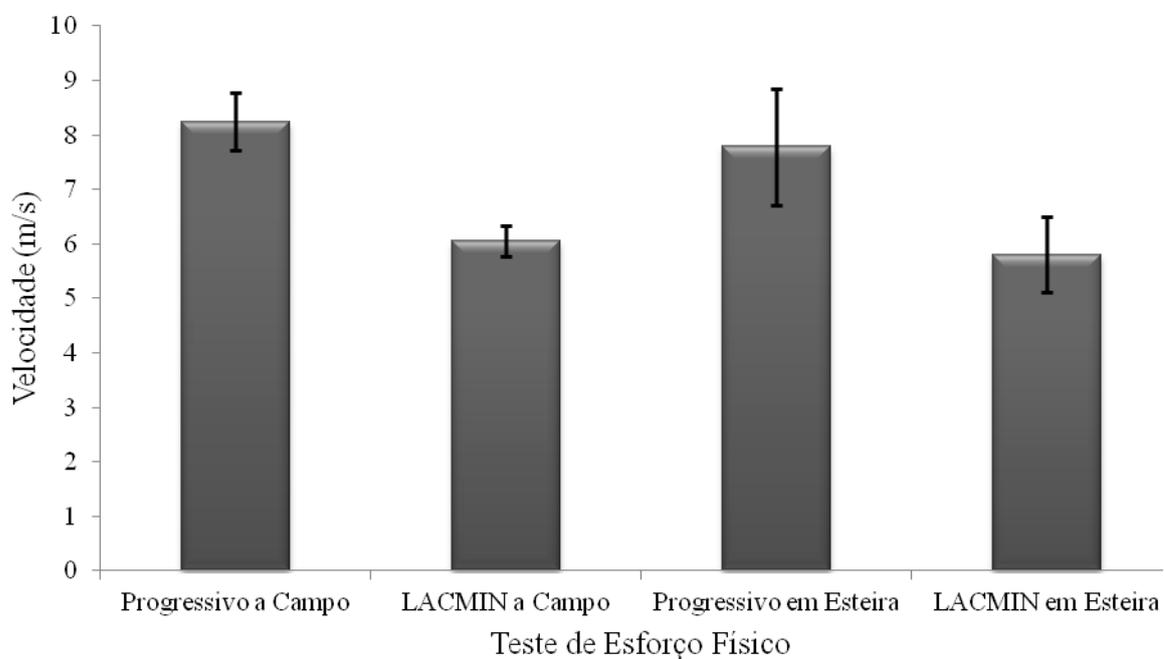
Testes de Esforço Físico				
Progressivo		Lactato Mínimo		
Campo	Esteira	Campo	Esteira	
$V_2$ (m/s)		$V_{LACMIN}$ (m/s)		
6,54 <sup>a</sup> ±0,56	5,84 <sup>a</sup> ±1,16	6,04 <sup>a</sup> ±0,30	5,84 <sup>a</sup> ±0,75	
$V_4$ (m/s)		$V_{LACMIN}$ (m/s)		
8,04 <sup>a</sup> ±0,80	7,78 <sup>a</sup> ±1,14	6,04 <sup>b</sup> ±0,30	5,80 <sup>b</sup> ±0,74	

Médias nas linhas, seguidas por letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Estudos prévios em humanos e em equinos têm demonstrado que o Teste do Lactato Mínimo é capaz de predizer Máxima Fase Estável do Lactato e sua relativa simplicidade incentiva a crescente tendência da substituição dos testes da MAFEL pelo Teste do Lactato Mínimo (TEGTBUR et al., 1993; SVEDAHL & MaCINTOSH, 2003; FIGUEIRA et al., 2008; SOARES, 2008; MIRANDA, 2010). Entretanto não há relatos em literatura sobre a relação da variável  $V_{LACMIN}$  com as variáveis  $V_2$  e  $V_4$  em equinos.



**Figura 6.** Comparação entre os valores médios da  $V_2$  nos testes de esforço incremental a campo e na esteira de alta velocidade com os valores médios da  $V_{LACMIN}$  nos testes do lactato mínimo a campo e na esteira de alta velocidade.



**Figura 7.** Comparação entre os valores médios da  $V_4$  nos testes de esforço incremental a campo e na esteira de alta velocidade com os valores médios da  $V_{LACMIN}$  nos testes do lactato mínimo a campo e na esteira de alta velocidade.

Para possibilitar a comparação da frequência cardíaca nos testes de esforço progressivo com a frequência cardíaca nos testes do lactato mínimo foi calculado a  $V_{200}$  durante o teste do lactato mínimo através da equação de regressão como já descrito anteriormente. O valor médio da  $V_{200}$  no teste do lactato mínimo em esteira de alta velocidade foi menor ( $p < 0,05$ ) do que o valor médio da  $V_{200}$  dos demais tratamentos, o que demonstra que para a variável frequência cardíaca este teste foi significativamente mais exigente, pois na velocidade de 6,38m/s os equinos atingiram a frequência de 200bpm, enquanto que nos demais tratamentos os equinos só atingiram essa frequência em velocidades superiores (Tabela 11). Esse resultado está de acordo com o esperado, uma vez que o exercício prévio que induz a hiperlactacidemia provoca um desgaste com elevação da frequência cardíaca, explicando o motivo pelo qual o teste do lactato mínimo gera uma  $V_{200}$  mais baixa. Entretanto, no teste do lactato mínimo, a exigência de paradas que para coleta de amostras, parece permitir uma breve recuperação entre as etapas, gerando uma  $V_{200}$  mais alta.

**Tabela 11.** Valores médios da  $V_{200}$  nos testes de esforço progressivo a campo e em esteira de alta velocidade e nos testes do lactato mínimo a campo e em esteira de alta velocidade.

	Testes de Esforço Físico			
	Progressivo		Lactato Mínimo	
	Campo	Esteira	Campo	Esteira
$V_{200}$	8,82 <sup>a</sup> ± 1,10	8,65 <sup>a</sup> ± 1,38	8,43 <sup>a</sup> ± 1,38	6,38 <sup>b</sup> ± 1,11

Médias nas linhas, seguidas por letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre os valores médios de hematócrito no momento final dos testes, sendo que o teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade apresentou a maior média (58,86 ± 4,04%), seguido pelo teste do lactato mínimo que apresentou valores estatisticamente semelhantes tanto a campo (55,11 ± 4,11%) quanto em esteira de alta velocidade (56,82 ± 3,28%), enquanto que o teste de esforço progressivo a campo apresentou a menor média (52,68 ± 6,87%) (Tabela 12).

**Tabela 12.** Valores médios do hematócrito e da glicose plasmática na última etapa de esforço nos testes de esforço progressivo a campo e em esteira de alta velocidade e nos testes do lactato mínimo a campo e em esteira de alta velocidade.

	Testes de Esforço Físico			
	Progressivo		Lactato Mínimo	
	Campo	Esteira	Campo	Esteira
Hematócrito (%)	52,68 <sup>b</sup> ± 6,87	58,86 <sup>a</sup> ± 4,04	55,11 <sup>ab</sup> ± 4,11	56,82 <sup>ab</sup> ± 3,28
Glicose (mg/dL)	101,62 <sup>a</sup> ± 7,32	109,98 <sup>a</sup> ± 15,58	119,75 <sup>a</sup> ± 18,46	113,52 <sup>a</sup> ± 8,19

Médias nas linhas, seguidas por letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Estudos prévios demonstraram que durante exercícios de esforços progressivos a glicose plasmática apresenta significativa diminuição durante o início do galope, seguido por aumento da concentração plasmática de glicose com o aumento da intensidade do galope (FERRAZ et al., 2008; MIRIAN & FERNANDES, 2011). O mesmo comportamento da concentração plasmática de glicose foi demonstrado durante o teste do lactato mínimo (SOARES, 2008). O presente estudo não avaliou o comportamento da concentração de glicose plasmática durante o teste, apenas na última etapa de esforço dos testes de esforço e não foi observada diferença ( $p < 0,05$ ) entre os valores médios de glicose plasmática na última etapa de esforço dos testes (Tabela 12) e as médias se mantiveram dentro dos limites de normalidade de 70-140mg/dL descritos por Rose & Hodgson (1994).

#### 4.4 Período Após o Teste de Esforço Físico – Recuperação

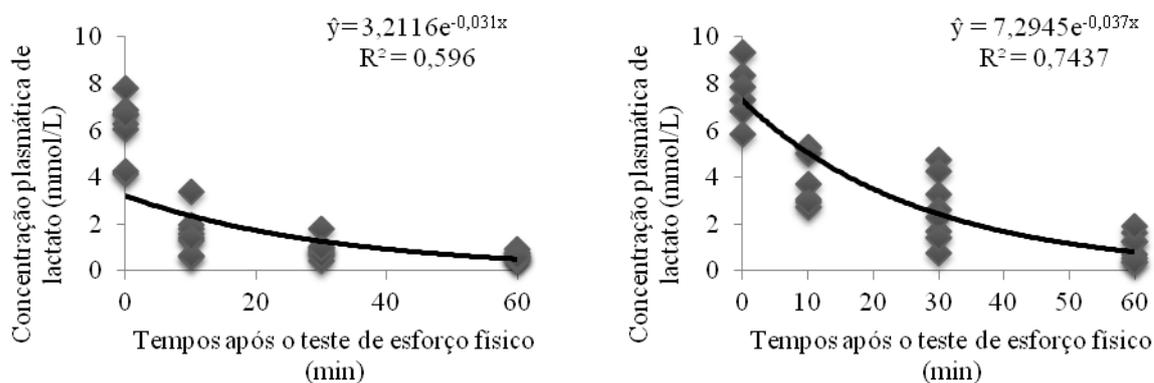
Em todos os tratamentos a linha de melhor ajuste para representar a relação entre a concentração de lactato plasmático e os tempos após o exercício foi descrita por uma equação exponencial, divergindo de Marlin et al. (1991) que avaliaram a remoção do lactato após sete exercícios com velocidades incrementais e observaram um comportamento linear com uma taxa de redução que não variou de acordo com o aumento da velocidade.

Os testes de esforço progressivo e do lactato mínimo a campo tiveram os coeficientes de determinação 0,58 e 0,50, respectivamente, que foram mais baixos que os coeficientes dos testes de esforço progressivo e do lactato mínimo em esteira de alta velocidade, 0,73 e 0,65, respectivamente, indicando uma maior uniformidade entre os resultados dos equinos quando os testes foram realizados em esteira de alta velocidade (Tabela 13).

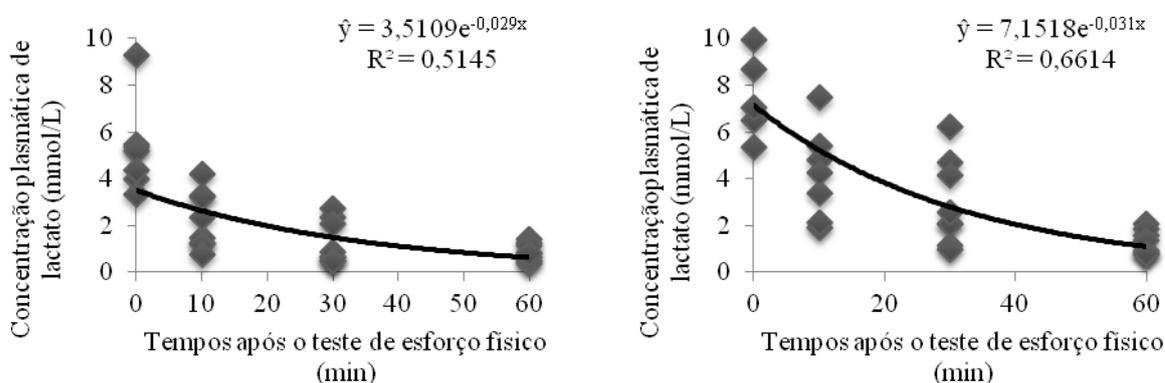
**Tabela 13.** Equação de regressão e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para a relação entre o lactato plasmático e o tempo após exercício nos testes de esforço físico.

Teste de Esforço Físico	Relação	Equação	$r^2$
Progressivo a Campo	Linear	$y = -0,070x + 4,09$	0,46
	Exponencial	$y = 0,5067e^{-0,0134x}$	0,58
Progressivo em Esteira	Linear	$y = -0,117x + 7,25$	0,56
	Exponencial	$y = 0,8629e^{-0,0159x}$	0,73
Lactato Mínimo a Campo	Linear	$y = -0,07x + 4,37$	0,37
	Exponencial	$y = 0,5454e^{-0,0124x}$	0,50
Lactato Mínimo em esteira	Linear	$y = -0,118x + 7,59$	0,50
	Exponencial	$y = 0,8544e^{-0,0136x}$	0,65

Segundo Davie & Evans (2000) o ajuste da equação para descrever o comportamento do lactato durante um teste pode depender de características fisiológicas e do estado de treinamento do equino. Entretanto, para o presente estudo, os equinos foram selecionados de modo a se obter um grupo homogêneo em treinamento e, além disso, foi usado como modelo estatístico o quadrado latino em duplicata que atenua tais diferenças. Outro fator descrito pelos mesmos autores é a diferença na resposta metabólica devido a economia da locomoção ou características do andamento. O presente estudo corrobora com estes fatores e mostra que os comportamentos das curvas de lactato plasmático de todos os equinos durante o período de recuperação dos testes realizados em esteira de alta velocidade foram mais próximos entre si levando a um maior coeficiente de determinação (Figuras 8, 9, 10 e 11). No que diz respeito ao tipo de teste, mas não ao ambiente onde foram realizados, os testes incrementais tiveram maior coeficiente de determinação quando comparados aos testes do lactato mínimo, sendo o teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade o de melhor ajuste a curva enquanto o teste do lactato mínimo a campo teve o pior ajuste a curva.



**Figura 8.** Concentração plasmática do lactato no período de recuperação após Testes de Esforço Progressivo a Campo e em Esteira.

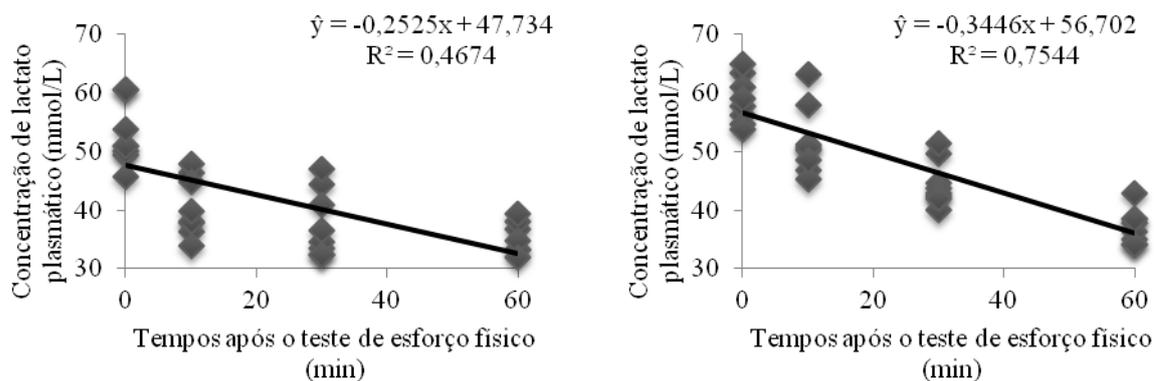


**Figura 9.** Concentração plasmática do lactato no período de recuperação após Testes do Lactato Mínimo a Campo e em Esteira.

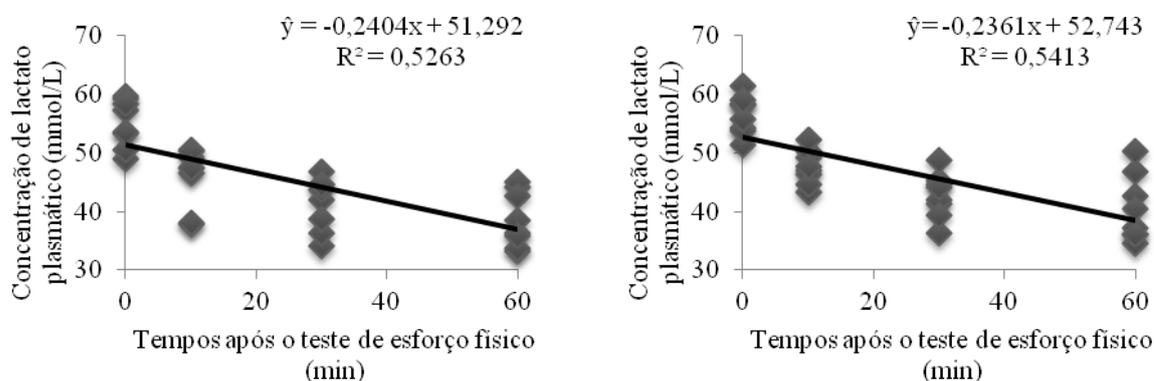
Em relação ao hematócrito, as diferenças entre os coeficientes de determinação das relações linear e exponencial foram de pouca importância. Deste modo, a equação de regressão que melhor descreveu a relação entre o hematócrito e o tempo de recuperação após o teste de esforço físico foi a linear, que é o modelo mais simples (Tabela 14).

**Tabela 14.** Equação de regressão e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) do hematócrito em função do tempo após exercício nos testes de esforço físico.

Teste de Esforço Físico	Relação	Equação	$r^2$
Progressivo a campo	Linear	$y = -0,25x + 47,73$	0,47
	Exponencial	$y = 0,1674e^{-0,0026x}$	0,49
Progressivo em esteira	Linear	$y = -0,34x + 56,70$	0,75
	Exponencial	$y = 1,7545e^{-0,0032x}$	0,79
Lactato Mínimo a campo	Linear	$y = -0,24x + 51,29$	0,51
	Exponencial	$y = 1,707e^{-0,0023x}$	0,50
Lactato Mínimo em esteira	Linear	$y = 0,24x + 52,74$	0,54
	Exponencial	$y = 1,7208e^{-0,0022x}$	0,55



**Figura 10.** Hematócrito no período de recuperação após Testes de Esforço Progressivo a Campo e em Esteira.



**Figura 11.** Hematócrito durante o período de recuperação após Testes do Lactato Mínimo a Campo e em Esteira.

O valor médio das concentrações de glicose plasmática durante a recuperação nos testes de esforço físico foi mais elevado ( $p < 0,05$ ) no Teste do Lactato Mínimo em Esteira, seguida pelo Teste do Lactato Mínimo a Campo e os valores mais baixos foram observados nos Testes de Esforço progressivo a Campo e em Esteira (Tabela 15).

**Tabela 15.** Valores médios de glicose plasmática durante o período de recuperação nos testes de esforço físico a campo e em esteira de alta velocidade e nos testes do lactato mínimo a campo e em esteira de alta velocidade e o coeficiente de variação.

	Testes de Esforço Físico			
	Progressivo		Lactato Mínimo	
	Campo	Esteira	Campo	Esteira
Glicose (mg/dL)	117,81 <sup>b</sup> ±6,39	120,28 <sup>b</sup> ±15,13	127,44 <sup>ab</sup> ±12,00	142,97 <sup>a</sup> ±23,27

Médias nas linhas, seguidas por letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre nos valores médios de concentração da glicose plasmática entre os tempos de recuperação após os testes de esforço físico. Por esse motivo, não foi possível explicar o comportamento da variável glicose plasmática durante a recuperação após o esforço físico através de uma equação de regressão.

Houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) nas concentrações séricas de aspartato aminotransferase entre os tempos (Tabela 16), com início do aumento às 2 horas após o exercício atingindo seu pico às 6 horas após término do exercício, com média igual a 378,87U/L. Diferente do relatado por Marlin et al. (2001) e por Santiago (2010) onde a concentração de aspartato aminotransferase apresentou valor máximo imediatamente após o exercício e do relatado por Thomassian et al. (2007) que observou o valor máximo as 24 horas após o exercício.

**Tabela 16.** Médias das concentrações séricas de aspartato aminotransferase (AST) em U/L, obtidas nos quatro testes de esforço físico, conforme os momentos de coleta após os testes.

	Término	1h	2h	6h	12h	24h
AST ( U/I)	347,15 <sup>c</sup>	339,56 <sup>c</sup>	350,90 <sup>b</sup>	378,87 <sup>a</sup>	355,34 <sup>b</sup>	331,90 <sup>c</sup>
D.P.	±46,77	±57,67	±54,36	±60,51	±50,50	±48,61

Médias nas linhas, seguidas por letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) nas concentrações séricas de aspartato aminotransferase entre tratamentos, bem como efeito da interação entre tempo e testes. É importante ressaltar que todos os valores estão dentro dos valores de referência que variam de 100 a 400 U/L descritor por Rose & Rodgson (1994), indicando que mostrando que nenhum dos tratamentos provocou efeitos deletérios a musculatura dos equinos.

Houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) nas concentrações séricas de creatinaquinase entre os tempos, sendo a concentração mais elevada de creatinaquinase observada 6 horas após término do exercício, com média igual a 418,93U/L (Tabela 17). A partir das 2 horas após o exercício a creatinaquinase começa a aumentar excedendo os valores de referência descritos por Rose & Hodgson (1994) que varia de 100 a 300U/L. Entretanto o rápido declínio na atividade da CK no soro indica a ausência de alterações permanentes na integridade das células musculares (SNOW et al., 1982).

**Tabela 17.** Médias das concentrações séricas de creatinaquinase (CK) em U/L, conforme os momentos de coleta após os testes.

	Término	1h	2h	6h	12h	24h
CK	234,53 <sup>a</sup>	287,96 <sup>b</sup>	322,37 <sup>b</sup>	418,93 <sup>c</sup>	302,90 <sup>b</sup>	249,34 <sup>a</sup>
D.P.	±30,68	±49,99	±66,05	±49,33	±44,70	±52,50

Médias nas linhas, seguidas por letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

Thomassian et al. (2007), avaliando equinos da raça puro sangue árabe em teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade, relatou o pico de atividade da enzima creatinaquinase entre 4 e 6 horas após o exercício, de modo semelhante ao que foi encontrado no presente estudo.

Em contrapartida, Santiago (2010) ao avaliar equinos de CCE em teste de esforço progressivo e em prova de fundo, observou que o pico da creatinaquinase no teste progressivo foi de 266 U/L e se deu as 12 horas após o exercício enquanto que na prova de fundo o pico foi de 332U/L e se deu as 2 horas após o exercício.

Kowal et al. (2006) avaliou 20 equinos da raça puro sangue inglês em teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade e observou que a atividade sérica da enzima creatinaquinase apresentou concentração acima do valor basal após o término do exercício e continuou aumentando até as 2 horas após o exercício e seis horas após o teste de esforço a concentração já tinha começado a diminuir atingindo valor próximo do basal às 24 horas.

Não houve diferença ( $p>0,05$ ) nas concentrações séricas de creatinaquinase entre os testes, bem como efeito da interação entre tempo e testes. Existem muitas diferenças na

literatura no que diz respeito aos valores séricos das enzimas aspartato aminotransferase e creatinaquinase após exercícios de esforço físico. Balarin et al. (2005) ressalta que estas enzimas sofrem influência de diversos fatores, tais como: idade, raça, sexo, tipo e duração do exercício imposto, além de fatores ambientais e de manejo. Dessa forma, a ausência de diferença nas concentrações dessas duas enzimas entre os tratamentos mostra que além dos equinos serem homogêneos e as condições ambientais terem sido atenuadas pelo delineamento em quadrado latino, os testes são reproduzíveis tanto nas condições a campo quanto em esteira de alta velocidade.

## 5 CONCLUSÕES

As variáveis  $V_2$ ,  $V_4$ ,  $V_{200}$  e glicose plasmática na última etapa de esforço físico dos testes de esforço progressivo demonstraram-se reproduzíveis a campo e em esteira de alta velocidade. De modo semelhante, as variáveis  $V_{LACMIN}$ , hematócrito e glicose na última etapa de esforço físico dos testes do lactato mínimo foram reproduzíveis a campo e em esteira de alta velocidade.

A determinação da  $V_{200}$  durante os testes do lactato mínimo proposta no presente estudo foi exequível, entretanto apresentou valores médios diferentes nos testes a campo e em esteira, suscitando a necessidade de melhor adequar o teste a campo.

Nos protocolos dos testes descritos e sob as condições do presente estudo, evidenciou-se que a variável  $V_2$  apresentou valores médio semelhantes aos valores médios da  $V_{LACMIN}$ , nos testes a campo e em esteira de alta velocidade.

Na fase de recuperação após os testes de esforço físico observou-se que a função de regressão exponencial é a que melhor descreve a redução da concentração plasmática do lactato, enquanto a função de regressão linear é a que melhor descrever a redução do hematócrito dos equinos.

A avaliação das enzimas AST e CK associada à avaliação clínica dos equinos nos dias subsequentes aos testes demonstraram que os testes de esforço progressivo e do lactato mínimo a campo e em esteira não causaram injúria muscular aos equinos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J. M. G.; FILHO, H. C. M.; MANSO, H. E. C. C. C. Composição corporal nos cavalos de trabalho. *Ciência Animal Brasileira*, v.10, n. 4, p. 1122-1127, 2009.
- AMORY H, ART T, LINDEN A, DESMECHT D, BUCHET MAND LEKEUX P 1993, Physiological response to the *cross country* phase in Eventing horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, n.13, p.646-650, 1993.
- ART, T.; AMORY, H.; DESMECHT, D.; LEKEUX, P. Effect of show jumping on heart rate, blood lactate and other plasma biochemical values. *Equine Veterinary Journal*, v.22, p.78-82, 1990.
- 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.
- BARREY, E.; GALLOUX, P.; VALETTE, J. P.; AUVINET, B.; WOLTER R. Stride characteristics of overground versus treadmill locomotion in the saddle horse. *Acta Anatomica*, n. 146, p. 90-94, 1993.
- BAYLY, W.; GEOR, R. J.; HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J. *Equine Sport Medicine and Surgery: basic and clinical sciences of the equine athlete*. Saunders Company, Philadelphia USA, 1<sup>st</sup> ed. 2004, p. 27- 56 .
- BILLAT, V. L.; SIRVENT, P.; P. Y., G.; KORALSZTEIN, J. P.; MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state a bridge between biochemistry, physiology and sport science. *Sports Medicine*, v. 33, n. 6, p. 407-426, 2003.
- BOFFI, F. *Fisiologia del Ejercicio em Equinos*. 1<sup>a</sup> ed. Buenos Aires : Inter-Médica, 2007, 320p.
- CABRERA, M. E.; SAIDEL, G. M.; KALHAN, S. C. Lactate metabolism during exercise: analysis by an integrative systems model. *American Journal of Physiology- Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, n. 5, v. 277, p. 1522-1536, 1999.
- 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, 2007.
- CAPUTO, F.; OLIVEIRA, M.F.M.; GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Exercício aeróbio: Aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, v.11, n.1, p.94-102, 2009.
- CAVALCANTI, P. C. *Equitação global: concurso completo de equitação*. 1a ed. São Paulo: Nobel Editora. 186p, 1993.
- COSTA, A. P. D.; CAMARGOS, A. S.; GUIDI, R. C.; QUIRINO, C. R.; ALBERNAZ, A.O.P.; MELO JÚNIOR, O. A. Hemograma de equinos puro sangue inglês em páreos de 1300m. *Revista de Ciências da Vida*, v. 29, n. 1, p. 01-08, 2009.
- COUROUCÉ, A. Field Exercise Testing for Assessing Fitness in French Standardbred Trotters. *The Veterinary Journal*, v. 157, n. 2, p. 112-122, 1999.

- COUROUCÉ, A.; CORDE, R.; VALETTE, J. P.; CASSIAT, G.; HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. Comparison of some responses to exercise on the track and the treadmill in French trotters: determination of the optimal treadmill incline. *The Veterinary Journal*, v.159, n.1, p.57-63, 2000.
- COUROUCÉ, A.; CHRETIEN, M.; VALETTE, J. P. Physiological variables measured under field conditions according to age and state of training in French Trotters. *Equine Veterinary Journal*, v.34, p.91-97, 2002.
- DA CÁS, E. L.; ROSAURO, A. C.; SILVA, C. A. M.; BRASS, K. E. Concentração sérica das enzimas creatinoquinase, aspartato aminotransferase e desidrogenase láctica em equinos da raça Crioula. *Ciência Rural*, v.30, n.4, p.625-629, 2000.
- DAVIE, A. J.; EVANS, D. L. Blood lactate responses to submaximal field exercise tests in Thoroughbred horses. *The Veterinary Journal*, v. 159, p. 252-258, 2000.
- DE LUCAS, R. D.; ROCHA, R.; BURINI, R. C.; DENADAI, B. S. Comparação das intensidades correspondentes ao lactato mínimo, limiar de lactato e limiar anaeróbio durante o ciclismo em atletas de endurance. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, n.5, v.6, p.172-179, 2000.
- DENADAI, B. S. Limiar anaeróbio: considerações fisiológicas e metodológicas. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, v.1, n.2, p.74-88, 1995.
- DUNCAN, J.R.; PRASSE, K.W. *Veterinary laboratory medicine, clinical pathology*. 2.ed. Ames: Iowa State University. 285p. 1986.
- 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. p.49-62, 1994.
- ERCK, E. V.; VOTION, D. M.; SERTEYN, D.; ART, T. Evaluation of oxygen consumption during field exercise tests in Standardbred trotters. *Equine and Comparative Exercise Physiology*, v.4, p. 43-49, 2007.
- EVANS, D. L. Exercise testing in the field. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR, R. J.; KANEPS, A. J. *Equine Exercise Physiology- The Science of Exercise in Athletic Horse*. 1ª ed. Elsevier. Philadelphia, p.12-27, 2008.
- FAUDE, O.; KINDERMANN, W.; MEYER, T. Lactate Threshold Concepts: How valid are they? *Sports Medicine*, v.39, n.6, p.469-490, 2009.
- FEI- *Fédération Equestre Internationale. Rules for Eventing*. Switzerland., 2012. Disponível em: <<http://www.fei.org/disciplines/eventing>> Acesso em : 18/06/2012
- FERRAZ, G. C.; D'ANGELIS, F. H. F.; TEIXEIRA-NETO, A. R.; FREITAS, E. V. V.; LACERDA-NETO, J. C.; QUEIROZ-NETO, A. Blood lactate threshold reflects glucose responses in horses submitted to incremental exercise test. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.1, p.256-259, 2008.
- FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA NETO, A. R.; D'ANGELIS, F. H. F.; LACERDA NETO, J. C. Alterações hematológicas e cardíacas em cavalos Árabes submetidos ao teste de esforço crescente em esteira rolante. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 46, n. 6, p. 431-437, 2009.

- FIGUEIRA, T. R.; CAPUTO, F.; PELARIGO, J. G.; DENADAI, B. S. Influence of exercise mode and maximal lactate-steady-state concentration on the validity of OBLA to predict maximal lactate-steady-state in active individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 11, p. 280-286, 2008.
- FOREMAN, J. H.; GRUBB, T. L.; BENSON, G. J.; FREY, L. P.; FOGLIA, R. A.; GRIFFIN, R. L. Acid-base and electrolyte effects of shortening steeplechase in a Three-day-event. *Equine Veterinary Journal*, v. 28, suplement22, p. 85-90, 1996.
- GEHLEN, H.; MARNETTE, S.; ROHN, F. E.; ELLENDORF, F.; STADLER, P. Echocardiographic comparison of left ventricular dimensions and function after standardized treadmill exercise in trained and untrained healthy Warmblood horses. *Equine and Comparative Exercise Physiology*, v. 3, n.1, p.3-11, 2006.
- GOLLNICK, P.; BAYLY, W.; HODGSON, D. Exercise intensity, training, diet and lactate concentration in muscle and blood. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 18, p. 334-340, 1986.
- GÓMEZ, C.; PETRÓN, P.; ANDAUR, M.; PÉREZ, R.; MATAMOROS, R. Medición post-ejercicio de variables fisiológicas, hematológicas y bioquímicas em eqüinos de salto holsteiner. *Revista Científica*, v. 14, n. 3, p. 244-253, 2004.
- GOMIDE, L. M. W.; MARTINS, C. B.; OROZCO, C. A. G.; SAMPAIO, R. C. L.; BELLI, T.; BALDISSERA, V.; LACERDO NETO, J. C. Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. *Ciência Rural*, v.36, n.2, p.509-513, 2006.
- GONDIM, F. J.; ZOPPI, C. C.; PEREIRA-DA-SILVA, L.; MACEDO, D. V. Determination of the anaerobic threshold and maximal lactate steady state speed in equines using the lactate minimum speed protocol. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part A, v. 146 p. 375-380, 2007.
- GOTTLIEB-VEDI. M.; LINHOLM, A. Comparison of Standardbred trotters exercising on a treadmill and a race track with identical draught resistances. *The Veterinary Record*, v.140, n. 20, p. 525-528,1997.
- GRAMKOW, H.L.; EVANS, D.L. Correlation of race earnings with velocity at maximal heart rate during a field exercise test in thoroughbred racehorses. *Equine Veterinary Journal*, Supplement 36, p.118-122, 2006.
- GRONDIN, T. M.; DEWITT, S.F. Normal Hematology of the Horse and Donkey. In: WEISS, D.J. & WARDROP, K. J. *Schalm's Veterinary Hematology*. 6ªed., Wiley-Blackwell. Iowa, USA. P.821-828, 2010.
- GUHL, A.; LINDNER, A.; VON-WITTKE, P. Reproducibility of the blood lactate-running speed curve in horse under field conditions. *American Journal of Veterinary Research*, v.57,p.1059-1062, 1996.
- HARRIS, P. A.; MAYHEW, I. G. Musculoskeletal disease. In: REED, S. M.; BAYLY, W. M. (Eds.). *Equine Internal Medicine*. Philadelphia: W.B. Saunders, p. 371-426, 1998.
- HARRIS, P.; MARLIN, D. J.; DAVIDSON, H.; RODGERSON, J.; GREGORY, A.; HARRISON, D. Practical assessment of heart rate response to exercise under field conditions. *Equine and Comparative Exercise Physiology*, v.4, n.1, p.15-21, 2007.

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

HOLLMANN, W. Historical remarks on the development of the aerobic-anaerobic threshold up to 1966. *International Journal of Sports Medicine*, v. 6, n. 3, p.109-116, 1985.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Appendixes. IN: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of domestic animals*. London: Academic Press. 5ªed., p.885-906, 1997.

KEARNS, C. F.; MCKEEVER, K. H.; ABE, T. Overview of horse body composition and muscle architecture: implications for performance. *The Veterinary Journal*, v. 164, n. 3, p. 224-234, 2002.

KINGSTON, J.K. Hematologic and serum biochemical responses to exercise and training. IN: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R. J. *Equine Sports Medicine and Surgery: Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete*, Philadelphia: W.B.Saunders. p.940-948, 2004.

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 creatinaquinase (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.

LACERDA, L.1; CAMPOS, R.2; SPERB, M.2; SOARES, E.2; BARBOSA, P.1; GODINHO, E.1; FERREIRA, R.3; SANTOS, V.2; GONZÁLEZ, F.D.1 Hematologic and biochemical parameters in three high performance horse breeds from southern Brazil. *Archives of Veterinary Science*, v. 11, n. 2, p. 40-44, 2006.

LIMA, R. A. S.; SHIROTA, R.; BARROS, G. S. C. *Estudo do complexo do Agronegócio do cavalo*. Piracicaba: CEPEA/ESALQ/USP, 251p, 2006.

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

MAPA. *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. Brasil. 2012. Disponível em : <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/equideos>> Acesso em: 07/06/2012

MARLIN, D.J. HARRIS, R.C. ; SNOW, D.H. Rates of blood lactate disappearance following exercise of different intensities. In: PERSSON, S.G.B., LINDHOLM, A. ; JEFFCOTT, L.B. *Equine Exercise Physiology*, 3ª ed., ICEEP Publications, California , p.188-195, 1991.

MARLIN, D.; NANKERVIS, K. Indicators of performance. IN: MARLIN, D.; NANKERVIS, K. *Equine exercise physiology*. Great Britain: Blackwell, p. 245-260, 2002.

MARLIN, D. J.; SCHROTER, R. C.; MILLS, P. C.; WHITE, S. L.; MAYKUTH, P. L.; VOTION, D.; WARAN, N. Performance of acclimatized European horse in a modified One Star Three-Day Event in heat and humidity. *Journal of Equine Veterinary Science*, v.21, p.341-350, 2001.

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

MIRANDA, M. C. *Estudo de variações metodológicas sobre a identificação do Lactato Mínimo em equinos: Comparação com a Máxima Fase Estável*. São Paulo, 2010. 62p. (Tese de Doutorado). UNESP-Jaboticabal.

MIRIAN, M.; FERNANDES, W. Padronização de teste incremental de esforço máximo a campo para cavalos que pratiquem hipismo clássico. *Veterinária e Zootecnia*, v.18, n.4, p.668-679, 2011.

MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M. D.; VIVO, R.; AGÜERA, E. I.; ESCRIBANO, B. M.; CASTEJÓN, F. M. Functional evaluation indices in the Andalusian horse. *Journal of Veterinary Medicine Science*, v.59 p. 745-750, 1997.

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

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M. D.; AGÜERA, E. I.; CASTEJÓN, F. M. Cardiovascular and metabolic adaptations in horses competing in *cross country* events. *Journal of Veterinary Medical Science*, v.61, p 13-20, 1999b.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R.; LUCAS, R. G.; CASTEJON, 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 Veterinary Journal*, Supplement, v. 34, p. 245–251, 2002.

PARDONO, E.; SOTERO, R. C.; HIYANE, W.; MOTA, M. R.; CAMPBELL, C.S.G.; NAKAMURA, F. Y.; SIMÕES, H.,G. Maximal lactate steady-state prediction through quadratic modeling of selected stages of the lactate minimum test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.22, n.4, p.1073-1080, 2008.

PERSSON, S. G. B. Blood Volume, State of Training and Working capacity of Race Horses. *Equine Veterinary Journal*, v.1, 52-62, 1968.

PERSSON, S. G. B.: The significance of haematological data evaluation of soundness and fitness in horses IN: SNOW, D. H., PERSSON, S. G.B., ROSE, J. R.: *Equine Exercise Physiology*. Burlington Press, Cambridge. p. 151 -153, 1983.

PERSSON, S. G. B.; ESSEN-GUSTAVSSON, B.; LINDHOLM, A.; McMIKEN, D. F.; THORNTON, J. R. Cardiorespiratory and metabolic effects of training of Standardbred yearlings. IN: SNOW, D. H., PERSSON, S. G.B., ROSE, J. R.: *Equine Exercise Physiology*. Burlington Press, Cambridge. p. 458 – 469, 1983.

PICCIONE, G.; ASSENZA, A.; FAZIO, F.; PERCIPALLE, M.; CAOLA, G. Assesment of anaerobic threshold in the galloper using a standardized exercise field test. *Veterinary Medicine – Czech*, v. 49, n. 8, p. 291-297, 2004.

PINA, I. L.; APSTEIN, C. S.; BALADY, G. J.; BELARDINELLI, R.; CHAITMAN, B. R.; DUSCHA, B. D.; FLETCHER, B. J.; FLEG, J. L.; MYERS, J. N.; SULLIVAN, M. J. Exercise and heart failure: A statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. *Circulation*, v.107, p. 1210-1225, 2003.

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

ROMERO, A. A.; DENADAI, B. S. Relação entre frequência cardíaca e lactato durante a ginástica aeróbica de baixo impacto e o step. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, v.1, n.1, p.3-8, 1995.

ROSE, R.J.; ALLEN, J.R.. Hematologic responses to exercise and training. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, v.1, n.3, p.461-476, 1985.

SAEG. *Sistema para Análises Estatísticas*. Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes,

2007.

SANTIAGO, J. M. *Avaliação do treinamento de equinos de Concurso Completo de Equitação*. Seropédica, 2010. 116f. (Dissertação de Mestrado). UFRRJ- Seropédica.

SCHUBACK, K.; ESSEN-GUSTAVSSON, B. Muscle anaerobic response to a maximal treadmill exercise test in Standardbred trotters. *Equine Veterinary Journal*, v.30, p.504–510, 1998.

SEEHerman H. J.; MORRIS, E. A. Application of a standardised treadmill exercise test for clinical evaluation of fitness in 10 Thoroughbred racehorses. *Equine Veterinary Journal*, v.22, n.9, p. 26–34, 1990.

SILVA, E. G. A. *Avaliação morfológica e do desempenho de cavalos de concurso completo de equitação*. Minas Gerais, 2006. 96f. (Dissertação de Mestrado). UFMG- Belo Horizonte.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B.R. Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. *Canadian Journal of Applied Physiology*, v.28, n.2, p. 299-323, 2003.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M.; BARNEVELD, A. Comparison of the workload of Dutch warmblood horses ridden normally and on a treadmill. *Veterinary Record*, v.137, p.136-139,1995.

SNOW, D.H.; MUNRO, C.D.; NIMMO, M. A. Effects of nandrolenephenylpropionate in the horse: Resting animal. *Equine Veterinary Journal*, v.14, p.219- 223. 1982.

SOARES, O. A. B. Comparação de diferentes métodos lactacidêmicos e glicêmicos de determinação do limiar anaeróbio em equinos. 2008. 65f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)- Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

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

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SCHNABEL, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *International Journal of Sports Medicine*, v.2, p.160-165, 1981.

SVEDAHL, K.; MacINTOSH, B. R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. *Canadian Journal of Applied Physiology*, v.28, n.2, 2003.

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*, v.25, n. 5, p.620-667, 1993.

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

VALETTE, J. P.; BARREY, B.; AUVINET, P. Comparison of track and treadmill exercise testes in saddles horses: a preliminary report. *Annales de Zootechnie*, v. 41, p.129-135, 1992.

VOLFINGER, L., LASSOURD, V., MICHAUX, J. M., BRAUN, J. P.,TOUTHOUN, P. L., Kinetic evaluation of muscle damage during exercise by calculation of amount of creatine Kinase released. *American Journal of Physiology*, v. 351, p. 434-442, 1994.

WASSERMAN, K.; McILROY, M. B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *American Journal of Cardiology*, v. 14, p. 844-852, 1964.

WATANABE, M. J. *Avaliações clínicas e metabólicas de cavalos da raça Árabe submetidos a exercício progressivo em esteira*. São Paulo, 2004. 180p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.

WILLIAMS, R. J.; CHANDLER, R. E.; MARLIN, D. J. Heart rate of horses during competitive dressage. *Comparative Exercise Physiology*, v.6, p. 7-15, 2009.

WILSON R. G., ISLER, R. B., THORNTON J. R. Heart rate, lactic acid production and speed during a standardised exercise test in Standardbred horses IN: SNOW, D. H., PERSSON, S. G.B., ROSE, J. R.: *Equine Exercise Physiology*. Burlington Press, Cambridge. p. 487 – 496, 1983.

YASBEK, P.J., TUDA C.R., SABBAG L.M.S, ZARZANA A.L, BATTISTELLA L.R. Ergoespirometria: tipos de equipamentos, aspectos metodológicos e. variáveis úteis. *Revista da Sociedade de Cardiologia Estado de São Paulo*, v.3, p. 682-694, 2001.

## 6 ANEXOS

**Anexo1:** Temperaturas médias (°C) nos dias de teste de esforço registradas a campo e dentro do laboratório de avaliação do desempenho de equinos.

	01/11	02/11	15/11	16/11	28/11	29/11	07/11	08/11
Campo	27,3	27,6	28,1	28	27,6	28,2	27,1	27,3
Laboratório	22,2	22	22	22,3	22	22	21,9	22

**Anexo 2.** Peso corporal (Kg), espessura da gordura subcutânea na garupa (cm), percentual de gordura (%) e escore corporal dos equinos avaliados.

Animal	Peso corporal	Espessura de gordura da garupa	Gordura corporal*	Escore corporal
1	452	0,67	11,79	5,0
2	465	0,25	9,82	4,5
3	445	0,00	8,64	4,5
4	493	0,58	11,37	5,0
5	500	0,95	13,11	5,5
6	530	0,89	12,82	5,5
7	435	0,81	12,45	5,0
8	509	0,53	11,13	5,0
Média	478,63	0,58	11,39	5,0
D.P.	34,13	0,33	1,53	0,38

\*  $\hat{y} = 8,64 + 4,70 X$  ( $r^2 = 0,86$ )

D.P.: Desvio Padrão

**Anexo3:** Valores dos **hemogramas** dos equinos, obtidos durante a avaliação de higidez dos equinos

	Animal								Média	D.P.
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Hemácias ( $10^6/\text{mm}^3$ )	6,55	9,07	6,60	6,9	7,56	7,01	6,19	6,22	6,89	1,02
Hematócrito (%)	36,8	37,3	36,0	36,6	36,5	33,0	32,6	36,6	33,43	2,98
Hemoglobina (g/dL)	11,3	12,9	10,9	13,0	13,1	12,2	10,2	11,2	11,85	1,10
VGM ( $\text{fm}^3$ )	47	41	46	49	48	47	46	49	46,63	2,56
CHGM(g/dL)	36,9	34,7	36,1	35,5	35,8	36,8	36,2	36,6	36,08	0,74
RDW (%)	16,8	16,5	16,4	17,1	16,7	16,6	16,9	16,1	16,64	0,31
Leucócitos ( $10^6/\text{mm}^3$ )	5.900	8.200	5.270	6.300	8.640	5.600	5.300	6.300	6.439	1.289
Plaqueta ( $10^3/\text{mm}^3$ )	108	134	145	168	190	110	93	88	129,50	36,45
Proteína Total (g/dL)	6,2	6,2	6,6	6,0	6,4	7,0	6,6	6,8	6,4	6,0

**Anexo 4A e 4B:** Valores da **leucometria** dos equinos, obtidos durante a avaliação de higidez dos equinos

**3A:** Valores absolutos

	Animal								Média	D.P.
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Segmentados (cels/ $\mu$ L)	3.245	5.002	2.635	3.465	5443	3080	3074	3402	3.533,88	862,10
Bastonetes (cels/ $\mu$ L)	0	0	0	63	0	0	0	63	174,13	265,78
Linfócitos (cels/ $\mu$ L)	2006	2378	1739,1	1764	2160	1624	1643	2016	1.922,50	273,25
Monócitos (cels/ $\mu$ L)	472	246	368,9	378	605	448	477	504	417,00	83,29
Eosinófilos (cels/ $\mu$ L)	177	492	474,3	504	432	336	106	252	316,25	157,19
Basófilos (cels/ $\mu$ L)	0	82	52,7	126	0	112	0	63	74,38	57,26

**4B:** Valores relativos

	Animal								Média	D.P.
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Segmentados (cels/ $\mu$ L)	55	61	50	55	63	55	58	54	54,38	2,72
Bastonetes (cels/ $\mu$ L)	0	0	0	1	0	0	0	1	0,25	0,46
Linfócitos (cels/ $\mu$ L)	34	29	33	28	25	29	31	32	30,13	2,95
Monócitos (cels/ $\mu$ L)	8	3	7	6	5	8	9	8	6,75	1,98
Eosinófilos (cels/ $\mu$ L)	3	6	9	8	5	6	2	4	5,25	2,55
Basófilos (cels/ $\mu$ L)	0	1	1	2	0	2	0	1	1,00	0,82

**Anexo5:** Valores das concentrações de **Hematócrito**(%) dos equinos, ao longo dos testes de esforço físico e do período de recuperação pós teste.

**5A:** Teste de Esforço Progressivo a Campo

	Teste							Recuperação		
	Basal	1,7m/s	4 m/s	5 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10min	30min	60min
1	34,0	40,0	40,0	42,0	55,5	60,6	60,6	46,3	44,5	36,8
2	35,2	37,7	40,3	43,7	49,3	49,8	50,0	38,0	34,6	33,3
3	34,0	40,0	40,8	41,9	45,4	48,0	51,0	37,8	33,4	33,2
4	36,6	36,4	43,0	45,2	49,0	50,6	51,0	44,8	40,8	34,8
5	39,9	40,3	41,2	43,9	48,2	48,4	49,5	36,4	32,4	38,0
6	31,8	31,9	36,4	39,5	50,3	51,4	53,8	39,8	36,6	32,0
7	36,4	43,8	44,9	50,0	58,4	59,4	60,6	47,8	47,1	39,4
8	28,2	32,1	36,6	38,0	42,7	45,1	45,8	34,0	32,3	29,1
Média	34,6	37,6	40,6	43,7	49,1	50,8	52,0	41,0	37,9	34,6
D.P.	3,488	4,161	2,889	3,676	5,07	5,497	5,303	5,048	5,742	3,383

**5B:** Teste de Esforço Progressivo em Esteira

	Teste								Recuperação		
	Basal	1,7m/s	4 m/s	5 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	10min	30min	60min
1	32,5	44,8	50,0	50,4	57,1	59,1	62,3	63,4	63,1	49,6	38,6
2	39,3	42,6	47,9	48,5	54,2	54,8	56,1	57,7	51,2	43,7	37,9
3	37,2	41,7	45,4	47,0	52,3	56,1	58,6	61,1	46,8	44,7	34,1
4	36,2	42,3	47,4	47,6	51,8	52,1	53,2	54,7	50,3	42,5	36,3
5	34,0	34,6	46,3	48,3	52,5	53,8	55,4	56,2	45,3	40,1	34,9
6	33,9	45,8	47,9	49,1	55,6	58,1	58,9	59,0	50,7	42,8	38,5
7	35,3	43,5	52,8	53,2	60,0	62,1	63,0	65,0	58,0	51,3	42,9
8	28,8	33,6	34,7	43,0	44,9	47,4	50,2	53,8	48,5	41,9	34,2
Média	34,8	42,0	47,2	49,1	53,6	55,3	56,9	59,1	51,4	44,7	38,1
D.P.	3,18	4,537	5,307	2,911	4,462	4,538	4,374	4,048	5,953	3,889	2,96

**5C: Teste do Lactato Mínimo a Campo**

	Teste								Recuperação			
	Basal	1,7m/s	4 m/s	12m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8m/s	10min	30min	60min
1	35,6	35,8	40,1	54,9	48,4	47,4	49,9	55,2	59,6	46,6	41,9	36,2
2	36,8	45,6	50,9	60,4	55,1	53,9	56,1	56,5	58,4	50,2	44,6	42,7
3	41,0	46,3	58,9	59,2	54,2	53,0	55,2	55,5	57,4	49,3	43,7	44,2
4	34,0	36,7	43,5	54,4	49,2	49,6	50,1	53,2	53,4	47,4	44,7	38,6
5	34,2	32,1	34,7	48,8	43,4	43,6	45,3	45,6	48,9	37,8	34,2	33,3
6	33,1	35,0	36,6	52,5	45,3	44,4	45,8	46,7	50,5	38,0	36,3	33,7
7	38,9	42,0	41,8	58,3	55,4	52,2	53,6	55,3	59,2	50,6	46,9	45,1
8	36,3	37,8	38,6	51,2	46,9	45,2	50,1	50,6	53,5	47,5	38,7	35,9
Média	36,0	38,9	43,5	54,3	49,4	48,5	50,3	52,0	54,5	45,4	41,0	38,6
D.P.	2,659	5,16	8,701	4,091	4,64	4,089	4,006	4,23	4,111	5,147	4,505	4,713

**5D: Teste do Lactato Mínimo em Esteira**

	Teste								Recuperação			
	Basal	1,7m/s	4 m/s	12m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8m/s	10min	30min	60min
1	33,9	41,7	45,3	55,4	52,4	51,9	51,2	51,8	54,2	49,2	41,4	36,0
2	43,5	47,8	56,1	58,4	54,7	55,1	57,3	57,9	58,1	47,1	42,1	37,1
3	43,5	47,8	56,1	58,4	54,7	55,1	57,3	57,9	58,1	47,1	42,1	37,1
4	36,0	42,7	43,8	56,9	55,2	56,1	57,3	57,8	61,4	52,3	48,7	50,3
5	30,7	42,7	43,0	51,5	49,2	48,4	48,9	50,1	51,5	43,2	36,2	34,5
6	32,8	38,2	44,9	54,3	51,2	46,3	45,7	52,0	55,8	44,6	39,3	36,1
7	36,4	43,8	49,4	57,3	55,9	55,6	51,3	51,9	53,9	46,3	45,3	46,9
8	36,5	37,0	39,1	56,4	55,2	52,8	55,2	56,1	59,1	47,7	44,2	40,5
Média	35,9	42,1	46,0	55,5	53,4	52,1	52,5	54,0	56,3	48,2	43,5	40,7
D.P.	4,787	4,767	6,191	2,133	2,969	3,786	3,683	3,303	5,528	4,166	4,852	5,72

**Anexo6:** Valores das concentrações de **Lactato** (mmol/L) plasmático dos equinos, ao longo dos testes de esforço físico e do período de recuperação pós teste.

**6A:** Teste de Esforço Progressivo a Campo

	Teste							Recuperação		
	Basal	1,7m/s	4 m/s	5 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10min	30min	60min
1	0,51	0,28	0,35	0,95	1,37	2,68	3,99	6,30	3,36	0,76
2	0,89	0,97	0,38	0,77	2,00	2,79	3,68	6,04	1,96	1,05
3	0,36	0,52	0,90	1,42	1,84	3,11	5,07	6,71	1,32	0,89
4	0,42	0,35	1,01	1,67	1,99	3,13	4,38	7,80	1,77	1,80
5	0,52	0,32	0,27	0,42	1,31	2,02	2,57	4,17	0,62	0,45
6	0,55	0,40	0,48	0,98	1,23	2,25	2,89	4,27	0,64	0,66
7	0,36	0,23	0,65	0,85	1,41	2,58	3,99	6,86	1,57	0,99
8	0,53	0,30	0,45	0,97	1,25	2,40	3,79	6,68	1,41	0,99
Média	0,5	0,4	0,6	1,0	1,6	2,6	3,8	6,1	1,6	0,9
D.P.	0,16	0,22	0,25	0,36	0,31	0,37	0,74	1,19	0,81	0,37

**6B:** Teste de Esforço Progressivo em Esteira

	Teste							Recuperação			
	Basal	1,7m/s	4 m/s	5 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	10min	30min	60min
1	0,63	0,44	0,72	1,01	1,15	1,83	2,60	4,87	8,35	5,25	1,68
2	0,50	0,92	1,76	3,78	5,17	6,97	9,82	11,55	15,37	10,10	4,73
3	0,58	0,95	1,16	1,88	2,34	4,06	5,50	7,55	9,34	5,29	3,25
4	0,30	0,43	0,85	0,52	1,13	2,40	3,67	5,45	6,85	3,70	2,27
5	0,76	0,41	0,72	1,00	1,36	2,38	4,54	5,99	7,30	2,70	2,63
6	0,45	0,93	1,02	1,38	3,14	4,58	6,04	7,69	10,42	5,02	4,26
7	0,50	0,92	1,76	3,78	5,17	6,97	9,82	11,55	15,37	10,10	4,73
8	0,48	0,35	0,82	1,25	1,89	2,99	5,85	7,85	*	2,95	1,4
Média	0,5	0,6	0,9	1,5	2,2	3,4	5,2	6,9	9,1	4,8	2,6
D.P.	0,13	0,27	0,36	0,94	1,28	1,62	2,10	2,12	2,94	2,25	1,30

\*Animal não realizou a etapa de velocidade

**6C: Teste do Lactato Mínimo a Campo**

	Teste								Recuperação			
	Basal	1,7m/s	4 m/s	12m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8m/s	10min	30min	60min
1	0,34	0,26	0,44	2,80	3,30	1,90	0,68	4,05	11,67	3,25	2,32	0,40
2	0,58	0,40	0,57	4,00	4,80	2,57	1,04	1,65	3,30	0,75	0,51	0,82
3	0,41	0,32	1,04	10,20	7,62	2,23	1,98	2,21	5,47	1,27	0,63	0,82
4	0,52	0,34	0,90	3,75	5,90	2,08	1,07	1,86	5,17	3,22	2,07	1,25
5	0,30	0,23	1,82	7,12	7,45	3,01	1,38	1,69	4,00	1,45	0,63	0,51
6	0,47	0,32	1,30	3,97	4,62	2,90	2,32	2,97	4,37	1,19	0,85	1,14
7	0,57	0,68	0,73	3,75	8,05	1,24	2,22	3,40	9,27	4,22	2,70	1,39
8	0,54	0,40	0,31	7,22	6,97	2,12	1,31	1,65	5,33	2,36	0,49	0,63
Média	0,5	0,4	0,9	5,4	6,1	2,3	1,5	2,4	6,1	2,2	1,3	0,9
D.P.	0,10	0,16	0,50	2,38	1,60	0,54	0,56	0,87	2,70	1,2	0,9	0,3

**6D: Teste do Lactato Mínimo em Esteira**

	Teste								Recuperação			
	Basal	1,7m/s	4 m/s	12m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8m/s	10min	30min	60min
1	0,34	0,62	1,23	4,98	10,21	9,10	6,69	7,27	10,02	7,50	4,71	0,89
2	0,37	0,34	0,80	4,40	7,85	6,88	3,85	5,27	6,50	4,82	2,06	2,06
3	0,44	0,38	0,58	3,02	10,15	3,12	3,25	3,12	5,35	1,88	2,07	0,74
4	0,60	0,94	0,81	5,03	7,52	5,72	6,14	6,97	12,30	13,90	6,23	1,83
5	0,44	0,33	0,78	4,77	8,53	4,63	3,40	4,87	8,68	3,39	1,15	0,90
6	0,55	0,47	0,93	3,32	5,02	2,18	3,40	3,65	7,05	4,27	2,58	1,36
7	0,28	0,86	2,79	4,44	12,62	10,17	5,12	5,77	12,00	5,40	4,13	1,59
8	0,45	0,31	0,48	2,70	6,82	4,30	3,34	5,77	9,93	2,12	0,97	0,82
Média	0,4	0,5	1,1	4,1	8,6	5,8	4,4	5,3	9,0	5,4	3,0	1,3
D.P.	0,10	0,23	0,69	0,87	2,20	2,62	1,30	1,36	2,38	3,63	1,74	0,48

**Anexo7:** Valores das concentrações de **Glicose** (mg/dL) plasmático dos equinos, ao longo dos testes de esforço físico e do período de recuperação pós teste.

**7A:** Teste de Esforço Progressivo a Campo

	Teste							Recuperação		
	Basal	1,7m/s	4 m/s	5 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10min	30min	60min
1	90	98	103	88	96	97	94	105	118	127
2	91	105	108	98	107	101	97	103	119	127
3	106	93	100	84	103	98	104	98	106	110
4	92	93	89	97	90	84	105	117	112	156
5	102	95	109	105	94	90	89	103	122	130
6	96	104	110	99	106	112	118	112	128	140
7	86	98	88	85	95	95	101	111	131	123
8	93	83	89	105	100	94	98	103	127	123
Média	95	96	100	95	99	96	101	107	120	130
D.P.	6,2	6,5	8,9	7,9	5,7	7,7	8,2	5,8	7,9	12,7

**7B:** Teste de Esforço Progressivo em Esteira

	Teste							Recuperação			
	Basal	1,7m/s	4 m/s	5 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	10min	30min	60min
1	102	94	100	105	104	108	119	92	103	111	120
2	106	95	106	117	107	97	91	103	93	116	114
3	102	101	95	92	95	86	80	91	98	105	104
4	98	104	102	93	119	128	148	168	104	182	152
5	80	90	92	99	103	103	92	90	104	107	117
6	103	90	92	100	93	94	95	94	102	140	110
7	95	94	104	106	104	102	113	123	134	155	141
8	96	103	101	124	111	120	122	132	141	144	138
Média	98	96	99	105	105	105	108	112	110	133	125
D.P.	7,6	5,2	5,0	10,5	7,8	12,9	20,7	25,9	16,4	25,7	15,9

**7C: Teste do Lactato Mínimo a Campo**

	Teste									Recuperação		
	Basal	1,7m/s	4 m/s	12m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8m/s	10min	30min	60min
1	108	103	104	106	96	91	128	117	118	109	126	138
2	89	106	103	101	92	108	109	94	113	132	156	130
3	103	95	98	94	96	103	93	110	92	101	118	104
4	82	106	108	96	100	116	105	114	93	104	134	125
5	89	103	108	79	93	97	107	99	115	103	145	152
6	95	104	94	76	87	103	109	121	117	112	179	115
7	80	97	106	100	104	102	122	106	143	136	130	125
8	95	117	100	104	87	115	120	137	168	136	171	149
Média	93	104	103	95	94	104	112	112	120	117	145	130
D.P.	9,0	6,2	4,7	10,5	5,5	7,9	10,4	12,6	23,5	14,4	20,6	15,2

**7D: Teste do Lactato Mínimo em Esteira**

	Teste									Recuperação		
	Basal	1,7m/s	4 m/s	12m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8m/s	10min	30min	60min
1	107	101	99	96	95	113	110	111	118	120	123	132
2	93	118	109	121	126	162	132	137	124	179	192	148
3	73	136	116	102	119	123	154	153	114	150	176	121
4	96	102	104	101	97	112	123	138	118	114	141	131
5	97	105	119	126	132	136	119	124	117	176	141	221
6	87	109	105	102	118	93	98	109	118	133	128	153
7	115	95	110	161	111	157	115	149	99	109	123	131
8	89	96	104	129	119	110	137	153	113	169	126	109
Média	95	108	108	117	115	126	124	134	115	144	139	130
D.P.	11,9	12,7	6,2	20,4	12,2	22,6	16,2	16,7	6,8	26,8	20,8	12,9

**Anexo8:** Valores de **Frequência cardíaca** (bpm) plasmático dos equinos, ao longo dos testes de esforço físico e do período de recuperação pós teste.

**8A:** Teste de Esforço Progressivo a Campo

	Teste							Recuperação		
	Basal	1,7m/s	4 m/s	5 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10min	30min	60min
1	45	71	98	144	161	194	204	106	51	
2	43	77	114	161	176	187	195	108	47	39
3	42	79	97	125	134	154	170	88	44	
4	50	124	128	154	160	164	193	99	47	51
5	47	91	98	114	134	156	182	91	46	60
6	40	97	109	122	135	166	191	96	44	
7	46	70	111	124	160	196	206	100	53	45
8	56	100	116	117	124	126	157	83	49	
Média	46,1	88,6	108,9	132,6	148,0	167,9	187,3	96,37	47,62	
D.P.	4,73	17,11	10,15	16,69	17,24	22,21	15,73	6,87	2,53	

**8B:** Teste de Esforço Progressivo em Esteira

	Teste								Recuperação		
	Basal	1,7m/s	4 m/s	5 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	10min	30min	60min
1	38	90	118	121	139	152	160	162	79	42	44
2	42	83	150	168	189	200	206	214	107	53	59
3	56	90	135	144	161	176	188	207	106	77	42
4	44	104	162	186	189	198	208	216	108	60	39
5	48	87	131	163	170	174	188	197	100	49	
6	40	75	125	142	167	185	193	217	106	50	48
7	40	94	111	136	139	152	155	158	77	44	
8	42	84	154	172	191	206	210	218	112	53	44
Média	43,8	88,4	135,8	154,0	168,1	180,4	188,5	198,6	99,37	53,5	
D.P.	5,43	7,98	16,92	20,25	19,83	19,51	19,70	23,23	10,69	7,5	

**8C: Teste do Lactato Mínimo a Campo**

	Teste									Recuperação		
	Basal	1,7m/s	4 m/s	12m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8m/s	10min	30min	60min
1	46	71	94	120	108	116	132	146	154	75	44	50
2	50	104	134	211	139	174	184	195	202	100	52	38
3	46	69	133	181	106	132	150	152	164	87	47	
4	42	39	86	105	127	120	147	161	184	93	50	
5	42	74	121	208	110	122	141	158	192	96	53	
6	45	64	82	210	118	120	145	167	188	96	48	
7	50	94	122	215	126	156	163	177	202	100	55	
8	47	72	117	224	128	178	192	206	215	108	56	56
Média	46,0	73,4	111,1	184,3	120,3	139,8	156,8	170,3	187,6	94,37	50,62	
D.P.	2,87	18,23	19,45	43,14	10,92	24,03	19,89	19,70	18,99	7,03	3,37	

**8D: Teste do Lactato Mínimo em Esteira**

	Teste									Recuperação		
	Basal	1,7m/s	4 m/s	12m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8m/s	10min	30min	60min
1	43	90	148	151	178	182	199	200	210	109	52	44
2	52	75	148	214	151	162	179	196	215	112	54	43
3	45	89	129	164	154	183	205	216	218	119	43	50
4	52	86	148	212	153	208	204	215	222	114	88	95
5	68	97	141	211	144	160	173	187	200	106	40	51
6	50	83	159	209	163	176	186	202	222	117	75	
7	57	118	159	212	164	190	205	206	209	107	69	98
8	39	87	157	220	166	179	199	218	227	120	66	
Média	57,0	90,6	148,6	199,1	159,1	180,0	193,8	205,0	215,4	113,00	60,87	
D.P.	20,57	11,88	9,55	24,44	10,01	14,31	11,84	10,19	8,18	4,50	13,62	

**Anexo9:** Valores de **Aspartato aminotransferase (U/L)** dos equinos, na última etapa de esforço físico e no período de recuperação pós teste.

**9A:** Teste de Esforço Progressivo a Campo

	10m/s	60´	2h	6h	12h	24h
1	289	293	288	310	283	235
2	449	352	325	561	392	268
3	402	416	351	406	376	384
4	312	247	411	232	346	414
5	281	240	333	181	316	368
6	375	333	352	358	356	333
7	295	296	231	227	264	201
8	464	481	497	494	565	480
Média	358,4	332,3	348,5	346,1	362,3	335,4
D.P.	69,39	77,59	74,36	126,27	87,00	88,88

**9B:** Teste de Esforço Progressivo em Esteira

	10m/s	60´	2h	6h	12h	24h
1	381	315	327	308	331	301
2	435	323	381	413	377	328
3	847	647	487	499	550	613
4	365	314	344	315	332	342
5	468	411	316	279	314	310
6	358	364	338	344	401	323
7	158	445	429	428	400	268
8	476	414	547	575	502	516
Média IE	436,0	404,1	396,1	395,1	400,9	375,1
D.P.	181,31	103,11	78,76	96,60	79,22	113,84

**9C: Teste do Lactato Mínimo a Campo**

	10m/s	60´	2h	6h	12h	24h
1	604	478	417	679	493	358
2	432	402	395	371	411	368
3	378	421	456	367	438	715
4	350	380	326	425	215	312
5	354	347	380	307	358	361
6	578	463	485	346	501	441
7	389	401	283	334	334	357
8	456	461	480	554	562	613
Média	442,6	419,1	402,8	422,9	414,0	440,6
D.P.	92,29	42,58	67,62	120,34	103,34	135,54

**9D: Teste do Lactato Mínimo em Esteira**

	10m/s	60´	2h	6h	12h	24h
1	373	334	338	356	327	302
2	447	437	419	441	404	384
3	456	411	423	434	381	426
4	371	393	428	441	425	451
5	360	414	335	377	282	349
6	385	362	362	370	303	339
7	348	238	272	284	257	271
8	473	441	473	443	454	440
Média	401,6	378,8	381,3	393,3	354,1	370,3
D.P.	45,76	63,09	61,33	53,41	67,26	61,87

**Anexo10:** Valores de **Creatina quinase** (U/L) dos equinos, na última etapa de esforço físico e no período de recuperação pós teste.

**10A:** Teste de Esforço Progressivo a Campo

	10m/s	60´	2h	6h	12h	24h
1	190	186	203	320	263	167
2	193	120	138	181	115	149
3	191	200	193	171	190	148
4	164	119	212	291	226	160
5	159	166	158	167	105	1832
6	210	285	213	176	321	176
7	431	236	243	252	163	171
8	404	816	973	988	839	732
Média	242,8	266,0	291,6	318,3	277,8	441,9
D.P.	102,26	214,31	259,37	259,16	222,76	557,65

**10B:** Teste de Esforço Progressivo em Esteira

	10m/s	60´	2h	6h	12h	24h
1	188	185	222	276	244	159
2	186	212	210	233	200	179
3	181	291	291	366	267	198
4	330	282	298	304	297	205
5	221	333	384	285	306	157
6	193	221	195	182	161	159
7	428	166	316	232	218	257
8	281	386	630	707	933	595
Média	251,0	259,5	318,3	323,1	328,3	238,6
D.P.	83,54	71,53	131,74	153,94	233,08	138,30

**10C: Teste do Lactato Mínimo a Campo**

	10m/s	60´	2h	6h	12h	24h
1	507	387	446	429	231	159
2	268	331	380	430	290	185
3	211	417	337	356	292	236
4	371	540	430	460	268	220
5	196	206	199	244	219	257
6	309	288	296	284	217	201
7	234	147	219	219	244	189
8	829	758	800	726	294	222
Média	365,6	384,3	388,4	393,5	256,9	208,6
D.P.	199,21	182,07	176,88	151,56	31,01	29,29

**10D: Teste do Lactato Mínimo em Esteira**

	10m/s	60´	2h	6h	12h	24h
1	285	286	286	324	221	214
2	240	499	413	733	349	213
3	295	313	369	377	311	254
4	404	418	492	438	276	552
5	239	275	333	332	263	203
6	164	172	206	158	182	152
7	155	153	166	161	153	131
8	273	403	787	800	669	461
Média	256,9	314,9	381,5	415,4	303,0	272,5
D.P.	73,96	112,55	182,52	222,78	150,97	141,57

T e s t e s   d e   C O C H R A N   e   B A R T L E T T

Variáveis	Nome do Teste	Valor Calculado	Valor (P=0.05)	Valor (P=0.01)
V1	Cochran	0.5861	*****	*****
V1	Bartlett	11.0720	7.815	11.345
V2	Cochran	0.5065	*****	*****
V2	Bartlett	9.6396	7.815	11.345
V2RAIZ	Cochran	0.4666	*****	*****
V2RAIZ	Bartlett	8.3605	7.815	11.345
V2LOG	Cochran	0.4177	*****	*****
V2LOG	Bartlett	7.9552	7.815	11.345
V200	Cochran	0.3060	*****	*****
V200	Bartlett	0.6497	7.815	11.345
GLI	Cochran	0.5489	*****	*****
GLI	Bartlett	6.1157	7.815	11.345
GLIRAIZ	Cochran	0.5007	*****	*****
GLIRAIZ	Bartlett	4.6851	7.815	11.345
GLILOG	Cochran	0.4536	*****	*****
GLILOG	Bartlett	3.5348	7.815	11.345
HT	Cochran	0.5174	*****	*****
HT	Bartlett	4.3283	7.815	11.345

T e s t e   d e   L i l l i e f o r s

Variáveis	Valor Calculado	Valor (P=0.05)	Valor (P=0.01)
V1	0.1307	0.157	0.182
V2	0.1977	0.157	0.182
V2RAIZ	0.1842	0.157	0.182
V2LOG	0.1689	0.157	0.182
V200	0.1061	0.157	0.182
GLI	0.2186	0.157	0.182
GLIRAIZ	0.2089	0.157	0.182
GLILOG	0.2016	0.157	0.182
HT	0.0867	0.157	0.182

## LACTATO

### Variável V1- Comparação entre $V_2 \times V_{LACMIN}$

#### Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quad.	Quadrado Médio	F	Signif.
Total Corrigido	31	18.99955			
Total de Redução	13	8.934316	0.6872550	1.229	0.3358
TRAT	3	2.767434	0.9224781	1.650	0.2133
QL	1	0.1638781	0.1638781	0.293	*****
PER	3	2.672559	0.8908531	1.593	0.2259
ANI /QL	6	3.330444	0.5550740	0.993	*****
Resíduo	18	10.06523	0.5591795		

Coeficiente de Determinação = 0.4702  
Coeficiente de Variação = 12.3441  
Média Estimada = 6.0578

### Variável V2- Comparação entre $V_4 \times V_{LACMIN}$

#### Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quad.	Quadrado Médio	F	Signif.
Total Corrigido	31	50.33309			
Total de Redução	13	39.71606	3.055082	5.180	0.0008
TRAT	3	32.11716	10.70572	18.150	0.0000
QL	1	1.036800	1.036800	1.758	0.2015
PER	3	3.447213	1.149071	1.948	0.1580
ANI /QL	6	3.114887	0.5191479	0.880	*****
Resíduo	18	10.61703	0.5898347		

Coeficiente de Determinação = 0.7891  
Coeficiente de Variação = 11.1014  
Média Estimada = 6.9181

## FREQUÊNCIA CARDÍACA

Variável V200

### Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quad.	Quadrado Médio	F	Signif.
Total Corrigido	31	74.96435			
Total de Redução	13	46.25498	3.558075	2.231	0.0577
TRAT	3	31.04273	10.34758	6.488	0.0036
QL	1	1.575312	1.575312	0.988	*****
PER	3	4.230600	1.410200	0.884	*****
ANI /QL	6	9.406338	1.567723	0.983	*****
Resíduo	18	28.70937	1.594965		
Coeficiente de Determinação =		0.6170			
Coeficiente de Variação =		15.6423			
Média Estimada =		8.0738			

## GLICOSE

Variável GLICOSE

### Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quad.	Quadrado Médio	F	Signif.
Total Corrigido	31	17081.97			
Total de Redução	13	10611.41	816.2620	2.271	0.0539
TRAT	3	6639.844	2213.281	6.157	0.0046
QL	1	101.5312	101.5312	0.282	*****
PER	3	725.8438	241.9479	0.673	*****
ANI /QL	6	3144.188	524.0312	1.458	0.2479
Resíduo	18	6470.562	359.4757		
Coeficiente de Determinação =		0.6212			
Coeficiente de Variação =		15.8701			
Média Estimada =		119.4688			

## HEMATÓCRITO

Variável HEMATÓCRITO

### Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quad.	Quadrado Médio	F	Signif.
Total Corrigido	31	803.4647			
Total de Redução	13	507.5116	39.03935	2.374	0.0451
TRAT	3	164.5534	54.85115	3.336	0.0427
QL	1	53.30281	53.30281	3.242	0.0886
PER	3	65.71094	21.90365	1.332	0.2951
ANI /QL	6	223.9444	37.32406	2.270	0.0830
Resíduo	18	295.9531	16.44184		
Coeficiente de Determinação =		0.6317			
Coeficiente de Variação =		7.2574			
Média Estimada =		55.8719			