

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação

**AVALIAÇÃO DO TREINAMENTO DE ÉGUAS
MANGALARGA MARCHADOR SUBMETIDAS A
TESTES DE ESFORÇO INCREMENTAL REALIZADOS
EM ESTEIRA E A CAMPO**

ROSÂNGELA ANTUNES TERRA

Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG
2012

Rosângela Antunes Terra

Avaliação do treinamento de éguas Mangalarga Marchador submetidas a testes de esforço incremental realizados em esteira e a campo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal

Prof. Orientador: Dra. Adalgiza Souza Carneiro de Rezende

Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG
2012

Dissertação defendida e aprovada em 29/02/2012 pela Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof. Adalgiza Souza Carneiro de Rezende



Prof. Guilherme de Camargo Ferraz



Prof. Ângela Maria Quintão Lana



Dr. Pablo Trigo

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”

Chico Xavier

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação ao meu marido Agmar,
pelo apoio em todos os momentos
e ao nosso filhinho Dante,
que trouxe um significado especial (e maravilhoso)
para nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre me iluminar na escolha dos caminhos e principalmente por ter me permitido estar com meu marido por quase sete anos. Me sinto privilegiada por ter recebido esse presente de Deus.

Agradeço imensamente ao amor da minha vida Agmar por todo o incentivo desde a decisão de fazer mestrado, durante o experimento limpando baias pra me ajudar, entendendo a minha ausência, ficando com o Dante enquanto eu escrevia e na defesa. Sem você eu não teria chegado até aqui. Por você eu vou continuar! Te amo pra sempre!

Ao meu pai, que mesmo sem entender muito, sempre me incentivou a estudar e acreditar nos meus sonhos.

À minha sogra, que foi uma verdadeira mãe ao cuidar do meu filhote enquanto eu escrevia a dissertação.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, instituição onde me formei e onde passei momentos tão importantes para o meu crescimento profissional e pessoal.

À Universidade Federal de Minas Gerais e aos professores do Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de cursar o Mestrado e pelos conhecimentos passados.

À Professora Adalgiza, por ter confiado a mim um projeto de tamanha importância. Obrigada por tudo que me ensinou!

A todos os orientados da Professora Adalgiza, pelo acolhimento na UFMG e, em especial, ao Juliano e à Mayara, que me ajudaram muito e me socorreram quando eu precisei.

À Escola de Equitação do Exército, pela oportunidade de execução do experimento e alojamento durante a fase experimental.

Ao Professor Fernando Queiroz de Almeida e toda a sua equipe. Sem eles seria impossível a realização deste trabalho.

Ao Pablo Trigo, presença essencial para que os testes dessem certo.

Ao Tiago de Resende Garcia, pela parceria no experimento.

À Elvia Rocha Vieira, pela elaboração e implantação do projeto.

Às “meninas” Bagdá, Formosa, Emília, Dança, Felícia, Veneza, Faculdade, Hera, Davínia, Marquesa, Finalista, Estrela, Famosa e Favorita, que foram companheiras especiais por quase três meses.

Ao CNPq, pela bolsa concedida durante o curso.

À Capes, que através do PROCAD possibilitou a parceria entre a UFMG e UFRRJ.

À Associação de Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador, pelo apoio financeiro.

À Rações Itambé, pelo fornecimento do concentrado utilizado no experimento.

Ao BET Laboratories, pela parceria na análise dos hormônios.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente com este trabalho.

Muito obrigada!!!!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1. Fisiologia do exercício em equinos	21
2.2. A raça Mangalarga Marchador	22
2.3 Testes de desempenho físico em equinos	23
2.3.1. Testes físicos em esteira ergométrica	23
2.3.2. Testes físicos a campo	26
2.4. Principais parâmetros utilizados na avaliação de desempenho	28
2.4.1. Frequência cardíaca	29
2.4.2. Frequência respiratória	30
2.4.3. Temperatura retal	31
2.4.4. Concentração de lactato	33
2.4.5. Hematologia, bioquímica e dosagens hormonais	35
3. METODOLOGIA	40
3.1. Caracterização dos locais, animais e manejo alimentar.....	40
3.2. Pré-condicionamento	41
3.3. Condicionamento	42
3.4. Coleta de amostra basal	42
3.5. Teste físico em esteira ergométrica	43
3.6. Teste físico a campo	44
3.7. Avaliação de Frequência Cardíaca	46
3.8. Acondicionamento de amostras sanguíneas.....	46
3.9. Hemograma	47
3.10. Análises bioquímicas e dosagem de cortisol	48
3.11. Delineamento experimental e análise estatística	48
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1. Testes físicos em esteira ergométrica e a campo	50
4.2. Efeito do treinamento sobre os valores basais	51
4.3. Efeito do treinamento em cada tipo de teste	54
4.3.1. Frequência cardíaca	54

4.3.2. Concentrações de lactato	59
4.3.3. Hemograma série vermelha	63
4.3.4. Hemograma série branca	66
4.3.5. Proteínas totais	69
4.4. Comparação entre o teste em esteira e o teste a campo	70
4.5. Valores máximos e recuperação	74
4.5.1. Frequência cardíaca	74
4.5.2. Concentrações de lactato	75
4.5.3. Hemograma série vermelha	77
4.5.4. Hemograma série branca	79
4.5.5. Proteínas Totais	82
4.5.6. Frequência respiratória e temperatura retal	83
4.5.7. Cortisol	85
5. CONCLUSÕES	87
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
7. ANEXOS	96

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Animal se exercitando na esteira ergométrica Galloper Sahinco LTDA	41
Figura 2. Animais ao passo no exercitador automático Sahinco LTDA	42
Figura 3. Momento de coleta sanguínea via cateter e extensor no teste de exercício progressivo em esteira ergométrica	44
Figura 4. Momento de coleta sanguínea e aferição dos parâmetros fisiológicos ao final de uma etapa de andamento no teste a campo	45
Figura 5. Frequencímetro Polar Equine ® para monitoramento da frequência cardíaca no teste a campo	46
Figura 6. Interface produzida Frequencímetro acoplado a GPS Polar Equine® em um teste progressivo em esteira ergométrica realizado por égua da raça Mangalarga Marchador. Nota-se o aumento da frequência cardíaca até a intensidade máxima durante o teste	47
Figura 7. Interface produzida Frequencímetro acoplado a GPS Polar Equine® em um teste a campo realizado por égua da raça Mangalarga Marchador. Em vermelho observa-se a frequência cardíaca e em azul a velocidade em Km/h	47
Figura 8. Velocidade máxima antes da fadiga de sete éguas da raça Mangalarga Marchador em dois testes de exercício progressivo em esteira ergométrica, antes e após 42 dias de treinamento.....	50
Figura 9. Comparação qualitativa de frequência cardíaca em dois testes progressivos em esteira ergométrica realizados antes e após 42 dias de treinamento aeróbico por uma égua Mangalarga Marchador	55
Figura 10. Comparação qualitativa de frequência cardíaca em dois a campo realizados antes e após 42 dias de treinamento aeróbico por uma égua Mangalarga Marchador	56
Figura 11. Médias da frequência cardíaca durante teste progressivo em esteira ergométrica e teste a campo realizado por éguas da raça Mangalarga Marchador sem treinamento	58
Figura 12. Médias da frequência cardíaca durante teste progressivo em esteira ergométrica e teste a campo realizado por éguas da raça Mangalarga Marchador após 42 dias de treinamento	58
Figura 13. Médias das concentrações de lactato (mmol/L) durante teste progressivo em esteira ergométrica e teste a campo realizado por éguas da raça Mangalarga Marchador sem treinamento	62

Figura 14. Médias das concentrações de lactato (mmol/L) durante teste progressivo em esteira ergométrica e teste a campo realizado por éguas da raça Mangalarga Marchador após 42 dias de treinamento

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características de alguns testes de exercício a campo em cavalos	28
Tabela 2. Temperatura máxima, média e mínima e Umidade Relativa do Ar nos dias dos testes a campo realizados por éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois de 42 dias de treinamento (DT), nos meses de Dezembro/2009 e Janeiro/2010, respectivamente	51
Tabela 3. Velocidades médias (m/s) obtidas nos dois testes a campo realizados por sete éguas da raça Mangalarga Marchador, antes e após 42 dias de treinamento	51
Tabela 4. Valores médios basais de frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) de sete éguas da raça Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de treinamento	52
Tabela 5. Valores médios basais de lactato plasmático (mmol/L) e proteínas totais (PT) de sete éguas da raça Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de treinamento	52
Tabela 6. Valores médios basais de hematimetria ($\times 10^6/\text{mm}^3$), hemoglobina (g/dL) e hematócrito (%) de sete éguas da raça Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de treinamento	53
Tabela 7. Valores médios basais de leucometria ($\times 10^3/\text{mm}^3$), porcentagem de linfócitos e porcentagem de neutrófilos e relação neutrófilo/linfócito (N/L) de sete éguas da raça Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de treinamento	53
Tabela 8. Frequência cardíaca de éguas Mangalarga Marchador durante testes progressivo em esteira ergométrica, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	54
Tabela 9. Frequência cardíaca de éguas Mangalarga Marchador durante testes a campo, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	55
Tabela 10. Velocidades (m/s) nas quais a frequência cardíaca estimada foi de 160, 180 e 200 batimentos por minuto (V_{160} , V_{180} e V_{200}) em dois tipos de teste de desempenho (em esteira ergométrica e a campo), antes e depois de 42 dias de treinamento	59
Tabela 11. Concentrações de plasmáticas de lactato (mmol/L) em dois testes progressivos em esteira ergométrica, realizados por éguas da raça Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	59
Tabela 12. Concentrações de plasmáticas de lactato (mmol/L) em dois testes de desempenho a campo, realizados por éguas da raça Mangalarga Marchador, antes	

(AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	60
Tabela 13. Velocidades nas quais a concentração de lactato estimada foi de 2 e 4 mmol/L (V_{La2} e V_{La4}) em dois tipos de teste de desempenho (em esteira ergométrica e a campo), antes e depois de 42 dias de treinamento	62
Tabela 14. Hemograma série vermelha durante dois testes em esteira, realizados por éguas da raça Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	64
Tabela 15. Hemograma série vermelha de éguas da raça Mangalarga Marchador durante dois testes a campo, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV).....	65
Tabela 16. Hemograma série branca durante dois testes em esteira, realizados por éguas da raça Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV).....	67
Tabela 17. Hemograma série branca durante dois testes a campo, realizados por éguas da raça Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV).....	68
Tabelas 18. Proteínas Plasmáticas Totais (g/dL) durante dois testes em esteira, realizados por éguas da raça Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV).....	70
Tabela 19. Proteínas Plasmáticas Totais (g/dL) de éguas da raça Mangalarga Marchador durante dois testes a campo, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV).....	70
Tabela 20. Hematimetria ($\times 10^6/\text{mm}^3$), hemoglobina (g/dL), hematócrito (%) e leucometria ($\times 10^3/\text{mm}^3$) estimados nos limiares de frequência cardíaca (V_{160} , V_{180} e V_{200}) e lactato (V_{La2} e V_{La4}) em dois tipos de testes de desempenho físico (em esteira ergométrica e a campo) realizados por égua Mangalarga Marchador sem condicionamento e as diferenças entre eles.....	72
Tabela 21. Hematimetria ($\times 10^6/\text{mm}^3$), hemoglobina (g/dL), hematócrito (%) e leucometria ($\times 10^3/\text{mm}^3$) estimados nos limiares de frequência cardíaca (V_{160} , V_{180} e V_{200}) e lactato (V_{La2} e V_{La4}) em dois tipos de testes de desempenho físico (em esteira ergométrica e a campo) realizados por égua Mangalarga Marchador após 42 dias de treinamento aeróbico e as diferenças entre eles.....	73
Tabela 22. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de frequência cardíaca (bpm) após testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	74

Tabela 23. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de lactato plasmático (mmol/L) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	76
Tabela 24. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de hematimetria ($\times 10^6/\text{mm}^3$) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	77
Tabela 25. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de hematócrito (%) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	78
Tabela 26. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de hemoglobina (g/dL) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	78
Tabela 27. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de leucometria ($\times 10^3/\text{mm}^3$) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	80
Tabela 28. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de neutrófilos (%) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	81
Tabela 29. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de linfócitos (%) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	81
Tabela 30. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) da relação neutrófilos/linfócitos em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)	82
Tabela 31. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de proteínas totais (g/dL) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação	83

(CV)

Tabela 32. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de frequência respiratória (mpm) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV) 84

Tabela 33. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de temperatura retal (°C) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV) 85

Tabela 34. Valores médios basais e aos 30, 60 e 120 min de cortisol (nmol/L) após testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV) 86

RESUMO

Existem poucos estudos em fisiologia esportiva da raça Mangalarga Marchador (MM), apesar de sua grande importância nacional. O objetivo deste trabalho foi avaliar um protocolo de teste de desempenho a campo aplicado à raça MM, comparando-o com um teste de esforço progressivo em esteira ergométrica. Sete éguas (4-10 anos; 309-395 Kg) foram submetidas a teste em esteira (TE) e a campo (TC), antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento realizado de segunda a sábado alternando exercício em esteira e caminhador. O delineamento foi de blocos ao acaso com arranjo em parcelas subdivididas e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). Os TE foram realizados em sala climatizada com o protocolo: aquecimento (5 min 1,6 m/s e 5 min 3,5m/s, inclinação 0°); exercício progressivo até fadiga (4-9 m/s, 2 min em cada velocidade, inclinação 3°); recuperação (5 min. 3,5 m/s e 5 min 1,4 m/s, inclinação 3°). Os TC foram realizados em área gramada (1400 m) com o protocolo: 20 min de passo e marcha; marcha (3,5m/s), marcha alongada (4,2 m/s), galope reunido (5,3 m/s), galope alongado (8,3 m/s) e 20 min a passo. As coletas foram feitas no repouso, ao final de cada velocidade e no período de recuperação (30, 60, 120 min). Dos parâmetros estimados 70% foram semelhantes entre esteira e campo AT e 75% DT, indicando boa semelhança entre os testes. Na avaliação de picos e recuperação, houve diferença entre os testes AT na LEU, PT, FR e TR, AT e houve diferença DT na FC, LEU, PT, FR e TR, sendo essas diferenças atribuídas à maior temperatura ambiental no segundo TC. O treinamento de seis semanas promoveu melhora no condicionamento dos animais. O protocolo de TC provocou alterações metabólicas que permitiram verificar o efeito do treinamento.

Palavras-chave: frequência cardíaca, equino, lactato, limiar anaeróbico, teste de desempenho, treinamento

ABSTRACT

There are few studies in exercise physiology of Mangalarga Marchador (MM) breed, despite its great national importance. This study aimed to evaluate a protocol of performance test in the field applied to MM breed, comparing it with a progressive test on a treadmill. Seven mares (4-10 years, 309-395 kg) were subjected to treadmill tests (TE) and field tests (TC), before (AT) and after (DT) 42 days of aerobic training, conducted Monday through Saturday alternating exercise on a treadmill and automatic walker. The experimental design was randomized blocks with split plots, and the averages compared by Tukey test (5%). The tests were performed on a treadmill in a acclimatized room and followed the protocol: warm up (5 min at 1.6 m/s and 5 min at 3.5 m/s, inclination 0°); progressive exercise to fatigue (4-9 m/s, 2 min at each speed, slope 3°); recovery (5 min at 3.5 m/s and 5 min to 1.4 m/s, slope 3°). The field tests were conducted in a flat, grassy (1400 m) performing the protocol: warm up (20 min step and marcha), (3.5 m/s), elongated marcha (4.2 m/s), gallop (5,3 m/s) and extended canter (8.3 m/s); and recovery (20 min by step). Collections were made with the animals at rest (baseline), at the end of each speed tests and in the recovery period (30, 60, 120 min). The estimated parameters at speeds thresholds, 70% were similar between treadmill and field AT and 75% DT, indicating good similarity between the tests. In the evaluation of peak and recovery, there were differences between the types of tests AT in the LEU, TP, RR and TR, and DT was difference ($p < 0.05$) in HR, LEU, TP, RR and TR, and these differences were attributed to higher temperatures environmental in seconds tests. The six-week aerobic training promoted an improvement in the conditioning of the animals. The tests protocols in the field and on treadmill were able to cause metabolic changes that allowed verifying the training effect.

Key words: anaerobic threshold, equine, heart rate, lactate, performance testing, training

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Confederação Nacional de Agricultura, o Brasil tem o quarto maior rebanho equino do mundo com 5,8 milhões de cabeças, atrás de Estados Unidos, China e México. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), atualizados até o ano de 2009, apontavam o efetivo mineiro de equinos de 800.018 cabeças, correspondendo a 14,6% do rebanho brasileiro, sendo Minas Gerais o principal estado criador de equinos do Brasil, seguido pelos estados da Bahia, Rio Grande do Sul, Goiás e São Paulo.

O agronegócio “cavalo” é responsável por 642,5 mil empregos, ficando na frente de segmentos como o comércio atacadista, correios e a indústria automotiva. Os postos de trabalho indiretos chegam a 2,6 milhões. Já as exportações desta atividade em 2009 totalizaram US\$ 27,4 milhões, receita superior a de produtos como café torrado e cachaça, que têm uma divulgação bem mais ampla fora do país (CNA, 2010). Vieira *et al.* (2011) estimaram que apenas os criatórios mineiros movimentam em torno de 468 milhões de Reais por ano e empregam 86 mil pessoas.

Devido à multiplicidade de raças englobadas dentro da espécie equina, há uma diversidade de utilizações destes animais. Existem inúmeros esportes que utilizam o cavalo em todo o mundo. As necessidades metabólicas e fisiológicas dos cavalos que participam de diferentes provas em relação às necessidades energéticas e características estruturais e funcionais são bastante diferentes entre si e devem ser atendidas de forma específica pelo organismo (Silva, 2008).

A raça Mangalarga Marchador (MM) é a mais importante e numerosa raça brasileira e possui a marcha como andamento natural ao invés do trote (Lima *et al.*, 2006; Jordão *et al.*, 2011). A marcha se caracteriza por ser um andamento a quatro tempos, com apoio alternado dos bípedes laterais e diagonais, sempre intercalados por momentos de tríplice apoio (ABCCMM, 2007). E, de acordo com Jordão *et al.* (2011), a principal característica deste andamento é que o animal nunca perde o contato com o solo.

A raça MM é avaliada funcionalmente por meio de prova de marcha, uma modalidade atlética singular (Rezende, 2006) e foi descrita por Prates *et al.* (2009) como uma atividade de intensidade submáxima, pois nela a frequência cardíaca dos animais não ultrapassa 200 batimentos por minuto. Assim, questões relacionadas ao treinamento e

avaliação de desempenho devem ser bem particulares e direcionadas às características dos animais da raça.

A maioria dos trabalhos relacionados à fisiologia do exercício equina são realizados com equinos que trotam, A falta de conhecimentos específicos sobre o melhor treinamento para o bom desempenho dos equinos marchadores tem trazido prejuízos, muitas vezes irreversíveis, aos animais da raça MM, que vem sendo submetidos a exercícios extenuantes, sem um condicionamento físico adequado.

Goméz *et al.* (2004) afirmaram que veterinários e treinadores devem avaliar parâmetros físicos capazes de determinar metodologias individuais de treinamento, podendo-se assim alcançar o condicionamento físico desejado, sem prejuízo à saúde dos cavalos.

Segundo Lindner e Boffi (2007), a utilização de testes físicos para determinação da capacidade atlética dos equinos permite estimar o potencial competitivo, comparar a qualidade de diferentes equinos ou de um mesmo equino em tempos diferentes e conhecer a resposta ao treinamento, além da eficiência do programa de treinamento utilizado.

São escassos os trabalhos realizados na área da fisiologia esportiva com a raça MM, apesar de sua grande importância nacional e as questões relacionadas ao treinamento, adaptação ao exercício e avaliação de seu desempenho atlético precisam ser melhor elucidadas.

Os testes físicos nos equinos atletas podem ser conduzidos em laboratório, utilizando esteira ergométrica, ou a campo e, de acordo com Evans (2008), existem vantagens e desvantagens para a condução de avaliações físicas em ambos os locais. Testes em esteira e campo já foram realizados em diferentes raças de equinos e já tiveram sua aplicabilidade comprovada na avaliação de desempenho. Alguns exemplos são os trabalhos de Watanabe *et al.* (2006), Thomassian *et al.* (2005), Thomassian *et al.* (2007) e Ferraz *et al.* (2010), que trabalharam com cavalos Puro Sangue Árabe e Kowal *et al.* (2006), que avaliaram animais Puro Sangue Inglês em teste progressivo em esteira ergométrica. Van-Erck *et al.* (2007) avaliaram o consumo de oxigênio durante teste a campo utilizando animais da raça Trotador americano. Gottlieb-Vedi e Lindholm (1997) e Couroucé *et al.* (2000) compararam testes em esteira e a campo, trabalhando com trotadores americanos e franceses, respectivamente. No entanto, protocolos de testes ainda não foram avaliados na raça MM.

Uma grande vantagem de testes realizados em esteira é a possibilidade de controle da temperatura do ambiente (Evans, 2008), porém não se sabe se protocolos de treinamento determinados por testes deste tipo poderiam ser utilizados a campo em locais onde o clima é quente e úmido. Desta forma, testes realizados nas condições mais parecidas com aquelas enfrentadas pelos animais durante o treinamento e competição podem ser mais vantajosos (Evans, 2008). Além disso, a maioria dos criadores não tem acesso a um laboratório equipado com esteira ergométrica, tornando-se imprescindível a busca de respostas metabólicas utilizando testes que possam ser realizados rotineiramente nos criatórios.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito de um treinamento aeróbio aplicado à raça Mangalarga Marchador, através de dois testes de avaliação da aptidão física, um realizado a campo e outro em esteira ergométrica.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Fisiologia do exercício em equinos

A inclusão do cavalo no esporte vem de longa data, desde os Jogos Olímpicos disputados na Grécia Antiga (Mirian, 2008). Hoje são disputadas diversas modalidades atléticas com a utilização do cavalo em todo o mundo, seja nas modalidades olímpicas como salto, adestramento, CCE (Concurso Completo de Equitação) e pentatlo moderno, bem como nas competições não olímpicas como corridas, enduro, pólo, concursos de andamento, entre outras tantas que existem.

De acordo com Thomassian (2004), os primeiros estudos sobre fisiologia do exercício em equinos foram realizados por Procter *et al.* (1934), acompanhando o surgimento da medicina esportiva em humanos. Porém, o sueco Dr. Sune Persson é considerado o pioneiro neste assunto, dando início na década de 60 a trabalhos com cavalos de trote em esteiras rolantes. Seus trabalhos despertaram o interesse dos pesquisadores, estimulando-os, desta forma, a realizarem pesquisas em outras áreas (Boffi, 2007).

No entanto, somente nos últimos 20 anos é que foram desenvolvidos estudos que uniram os conhecimentos da fisiologia em geral, notadamente da biodinâmica dos cavalos, da bioquímica da energia, do sistema cardiocirculatório, do sistema respiratório, do sistema nervoso, do sistema músculo-esquelético, da genética e da saúde animal. Este complexo quadro de conhecimentos foi interligado e desenvolvido a favor da fisiologia do exercício e, conseqüentemente, do conhecimento das aptidões atléticas dos cavalos, por equipes multidisciplinares (Thomassian, 2004).

A capacidade atlética dos equinos é atribuída a várias adaptações fisiológicas. Em alguns casos estas adaptações não são afetadas pelo treinamento, por exemplo, o tamanho dos pulmões, enquanto outras mudam em resposta ao treinamento, como o volume do sangue (Kingston, 2008). A pesquisa em fisiologia do exercício em equinos refere-se aos estudos que avaliam a resposta do cavalo frente ao exercício e, ainda, como essas respostas podem ser modificadas após diferentes intervenções, como o treinamento (Evans, 2000).

No início do exercício há uma resposta coordenada por um grande número de sistemas do corpo para aumentar a disponibilidade de energia, manter o equilíbrio ácido-

básico dentro dos limites aceitáveis e para limitar a temperatura do corpo. Já o treinamento provoca mudanças nas células do corpo, tecidos e órgãos, o que provoca o aumento da produção de proteínas estruturais e funcionais (Hinchcliff e Geor, 2008).

Desta forma, o estudo da fisiologia do exercício torna-se imprescindível não só na avaliação do treinamento como também para o conhecimento de fatores limitantes ao desempenho. Hinchcliff e Geor (2008) descreveram que o entendimento do que seja capaz de limitar o desempenho de cada raça é importante não só para a compreensão da fisiologia do tipo de exercício, mas também para determinar as prováveis causas do mau desempenho.

2.2. A raça Mangalarga Marchador

A raça Mangalarga Marchador é a mais importante e numerosa raça brasileira (Lima *et al.*, 2006) e tem como andamento natural a marcha, valorizada por transportar o cavaleiro de maneira cômoda, mantendo sempre pelo menos um membro em contato com o solo, e por não transmitir a ele os mesmos impactos que ocorrem quando os animais trotam, o que traz como consequência sua frequente utilização nos enduros e cavalgadas. O andamento e a rusticidade do Mangalarga Marchador lhe conferem grande capacidade para percorrer longas distâncias e enfrentar desafios naturais (Rezende, 2006).

A prova de marcha da raça MM é uma prova equestre funcional singular (Rezende, 2006) e compreende um exercício de duração aproximada de 50 minutos e de intensidade submáxima (Prates, 2007), com grande gasto energético, no qual o animal desenvolve um longo percurso sem descanso e em velocidade média de 3,3 m/s (12 Km/h). Assim, as exigências destas provas são diferentes de outras modalidades equestres e a prescrição do treinamento visando melhorar o desempenho dos equinos marchadores deve ser específica.

2.3 Testes de desempenho físico em equinos

Durante vários anos, medições de volume de células plasmáticas e hemoglobina no repouso foram usadas como indicadoras de desempenho em cavalos atletas. No entanto, nenhuma medida de repouso forneceu um índice válido do grau de condicionamento (Evans, 2000). Já os parâmetros mensurados durante testes de exercício fornecem informações a respeito dos metabolismos aeróbio e anaeróbio, bem como das adaptações hematológicas e cardiovasculares promovidas pelo exercício (Thomassian, 2004).

A determinação da capacidade atlética dos equinos através de testes físicos permite estimar o potencial competitivo, comparar a qualidade de diferentes equinos ou de um mesmo animal em tempos diferentes e conhecer a resposta ao treinamento e também a eficiência de um programa de treinamento (Lindner e Boffi, 2007). Seeherman e Morris (1990) afirmaram que testes de desempenho de equinos podem fornecer parâmetros clínicos e metabólicos capazes de disponibilizar informações relativas à capacidade adaptativa dos equinos frente ao exercício.

De acordo com Evans (2008), os testes físicos nos equinos atletas podem ser conduzidos em laboratório com esteira ergométrica ou a campo, havendo vantagens e desvantagens para a condução de avaliações físicas em ambos os locais. Alguns parâmetros só podem ser medidos durante um teste em esteira. No entanto o teste a campo é mais simples e reproduz as condições reais de competição dos animais. Porém, mais do que a escolha do local para realização dos testes, vem a ser de maior relevância a decisão sobre qual ou quais variáveis serão utilizadas para medir a capacidade atlética (Boffi, 2007).

2.3.1. Testes físicos em esteira ergométrica

Grande parte dos conhecimentos adquiridos na fisiologia do exercício em equinos foi possível devido a diversos experimentos com equinos em esteira (Rose e Hodgson, 1994).

Muitas vezes, o uso de esteira ergométrica tem sido defendido porque permite a padronização e a repetibilidade, as quais são exigências básicas para a realização de testes que avaliam o desempenho de atletas (Sloet Van Oldruitenborghoosterbaan e Clayton, 1999 citados por Ferraz *et al.*, 2009), permitindo desenvolver e estabelecer complexas interações entre os diferentes sistemas orgânicos.

Nos testes realizados em esteira, fatores ambientais podem ser controlados e ainda é possível a realização de testes de exercício com planejamento preciso, pois as velocidades e as durações de cada etapa de um teste ergométrico são facilmente controladas e podem ser repetidas para todos os animais testados (Evans, 2008). Barly *et al.* (2004) também destacaram a facilidade de acesso aos cavalos em momentos adequados durante e após o exercício para medições cardiorrespiratórias, coletas sanguíneas e outros, sem a necessidade de parada do exercício.

Dentre as desvantagens dos testes de desempenho realizados em esteira, pode-se citar o alto custo de implantação de um laboratório adequadamente equipado, o período de adaptação necessário à esteira antes do teste e o distanciamento do ambiente real de treinamento e competição desses atletas. Há relatos ainda que o teste de esteira promova maior estresse aos cavalos quando comparado com o teste a campo (Van Erck *et al.*, 2007). Além desses fatores, deve-se considerar que o andamento durante o exercício em esteira é bem diferente do desenvolvido na pista (Evans, 2008), sendo necessárias adaptações de velocidade e inclinação da esteira para adequação de esforço em relação às condições de competição.

A aplicação dos testes de desempenho em esteira demanda a participação de equipe multidisciplinar, para que os resultados obtidos possam ter confiabilidade. A aplicação do teste nunca deve ser realizada por menos de três pessoas, sendo uma para o controle de comando das funções da esteira, uma para a contenção do animal, junto à sua cabeça, e outra para posicionar-se ao lado do posterior do animal, caso seja necessário o estímulo de início da locomoção. O ambiente deve ser tranquilo e disciplinado, livre de ruídos estranhos ao animal e de movimentação exagerada da equipe de exame (Thomassian, 2004).

Os testes na esteira podem ser de rápida aceleração a 115% $VO_{2máx}$, mais utilizados em animais de corridas curtas (Thomassian, 2004), testes de baixa intensidade e longa duração (Prince *et al.*, 2002) e testes de exercício progressivo, que são mais usados porque pode-se avaliar o animal em exercício submáximo e máximo (Thomassian, 2004).

Kurosawa *et al.* (1998) utilizaram protocolo de teste de exercício progressivo em cavalos de corrida com 5 min de aquecimento a 4m/s e 0% de inclinação da esteira seguidos de 5 min de descanso, sendo então a esteira inclinada a 10% e iniciado o teste de esforço máximo em 1,8 m/s, seguidos de 2,7; 3,4; 4,5; 5,4; 6,8; 9; 9,8; 10,8 e 11,6 m/s, finalizando no momento da exaustão do animal.

Thomassian *et al.* (2007) utilizaram em cavalos árabes inclinação de 6%, com velocidade inicial de 1,8 m/s por 5 min, a seguir 4 m/s por 3 min, 6 m/s por 2 min e fases subsequentes de 8, 9, 10 e 11 m/s por um minuto cada fase, sendo que a esteira foi parada quando os cavalos não conseguiam mais acompanhar sua velocidade. Antes e durante os últimos 10 segundos de cada velocidade foram colhidas amostras de sangue para as análises bioquímicas, hematológicas e hormonais.

Em testes semelhantes a este, segundo Thomassian (2004), é possível avaliar o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), o pico de hematócrito, a velocidade para frequência cardíaca de 200 batimentos por minuto (V_{200}), a velocidade de concentração de lactato sanguíneo de 4 mmol/l (V_{La4}), a concentração de lactato ao final do teste, a velocidade máxima atingida durante o teste, a velocidade para o $VO_{2máx}$ e o tempo total de exercício (tempo de fadiga).

Adaptações de inclinação, tempo e velocidades utilizadas devem ser feitas dependendo da modalidade esportiva praticada pelo cavalo e os objetivos da avaliação. Couroucé *et al.* (2000) em um estudo utilizando nove cavalos trotadores franceses buscaram determinar a inclinação ótima da esteira ergométrica, a qual produzisse as mesmas respostas de frequência cardíaca e concentração de lactato do exercício em pista. Foram utilizadas as velocidades de 470, 530 e 590 m/min (7,83; 8,83 e 9,83 m/s, respectivamente) por três minutos na pista e as mesmas velocidades na esteira, sendo utilizadas as inclinações de 0, 2 e 4%. Pelas determinações de V_{200} e V_{La4} , concluíram que houve diferença com a utilização das inclinações 0 e 4%, e, por meio de regressão, a estimativa da inclinação que atingisse valores similares aos da pista foi de 2,4%.

Hodson-Tole (2006) demonstrou que o uso de inclinação a 8% ou mais afeta os andamentos dos equinos e também que o conjunto velocidade-inclinação alterou a carga de trabalho sobre os músculos dos membros anteriores, devendo ser criteriosamente analisado considerando os tipos específicos de trabalho ou esporte dos animais, porém não especificou a modalidade esportiva praticada pelos cavalos do experimento.

Castejón *et al.* (2007) realizaram um teste de exercício de velocidade crescente também com inclinação da esteira a 6%, porém com o diferencial de descanso de 3 min entre as velocidades. Os animais PRE (Pura Raza Española) se exercitaram 3 min em cada velocidade a 4, 5, 6 e 7 m/s.

Ferraz *et al.* (2010) trabalharam com cavalos árabes e realizaram teste progressivo com a esteira inclinada 10%, iniciando-se com aquecimento durante 4 minutos a

velocidade de 4,0m/s, a qual foi incrementada a intervalos de 2 minutos, para 6,0; 8,0 e 10m/s. A partir dessa etapa de esforço máximo, procedeu-se à desaceleração, retomando a velocidade para 3,0m/s, por 20min.

2.3.2. Testes físicos a campo

A avaliação de aptidão e desempenho atlético em exercício a campo pode ser realizada sem muita sofisticação, permitindo uma estimativa segura das respostas metabólicas do cavalo em exercício, notadamente, no que se refere à frequência cardíaca e à concentração de lactato sanguíneo.

A avaliação de um cavalo a campo possui a vantagem de recriar condições familiares de exercício similares àsquelas encontradas durante sessões de treinamento e competições (Van Erck *et al.*, 2007). A superfície, andamentos e velocidades utilizados em um teste a campo são, portanto, mais alinhados à demanda que os cavalos enfrentam durante o treinamento e a competição. Este teste também conta com a influência do cavaleiro. Essas vantagens podem ser consideradas desvantagens, porque podem contribuir na dificuldade de padronização do teste (Barly *et al.*, 2004).

Esse tipo de teste tem um leque mais limitado de medições quando comparado ao teste na esteira, porém constitui-se em uma ferramenta de avaliação de desempenho mais acessível. Frequência cardíaca e lactato sanguíneo relacionados à velocidade são a base de um teste realizado a campo. Deve-se considerar, no entanto, que são mensurações passíveis de alteração de acordo com a temperatura e a umidade relativa do ar (Hinchcliff *et al.*, 2002).

Medidas de consumo de oxigênio são mais difíceis de serem realizadas a campo, porém uma máscara portátil adaptada já tem sido testada a campo com resultados promissores (Van Erck *et al.*, 2007), mas Evans (2008) considerou que esta tecnologia ainda não é adequada para uso rotineiro a campo.

Outra dificuldade dos testes a campo é a padronização da velocidade. Marcadores lineares e temporais devem ser colocados na pista para auxiliar o cavaleiro a manter a velocidade e o ritmo do cavalo (Couroucé, 1999). Mirian (2008) utilizou no teste a campo, além dos marcadores, sinalizadores sonoros nos pontos onde a velocidade deveria ser alterada. O uso de GPS (Global Positioning System) nos testes a campo é essencial para

cálculos de velocidades aplicadas. Existem medidores que aferem tanto a velocidade quanto a frequência cardíaca, facilitando o cálculo de V_{200} e também de V_{La4} .

Evans (2008) relatou que para manter a funcionalidade de um teste a campo, alguns quesitos devem ser observados, como o período de aquecimento, o estabelecimento de taxas e distâncias de aceleração que serão usadas no exercício, testar as distâncias e os tempos anteriormente, a padronização dos momentos de coletas de amostras e a observação das condições ambientais.

Coroucé (1999) fez uma revisão de literatura a respeito de testes a campo e resumiu alguns testes utilizados em outras raças quanto ao tipo de pista utilizado, às etapas aplicadas e os tempos de repouso entre elas (Tabela 1).

Tabela 1. Características de alguns testes de exercício a campo em cavalos

Autores	Cavalos	Pista	Procedimento do teste	
			Etapas	Repouso
Isler <i>et al.</i> (1982)	12 garanhões Warmblood	Pista de areia	3 etapas de 1650 m: 350-400, 450-500, 550-600 m/min	8 min
Wilson <i>et al.</i> (1983)	12 Standardbred (Trotador Americano)	Pista de corrida	4 etapas de 3 min: 450-500, 600-700, 700-800 e >800 m/min	5 min
Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan <i>et al.</i> (1987)	6 cavalos de enduro e 6 de sela	Pista de areia 864m	5 etapas de 1100 m: FC de 140 para a FCM	8 min
Auvinet <i>et al.</i> (1989)	34 cavalos de CCE	Pista de galope	6 etapas de 3 min: 350-600 m/min	1 min
Bourgela <i>et al.</i> (1991)	7 trotadores não treinados	Pista de areia 436 m	7-9 etapas de 3 min: 200-500 ou 600 m/min	1 min
Castejón <i>et al.</i> (1993)	11 Andaluz, 9 árabes, 4 anglo-árabes	Pista de areia 1000 m	4 etapas de 5 min: 15, 20, 25, 30 Km/h	5 min
Lindner e Wittke (1993)	6 Thoroughbred (PSI)	Pista de areia	2 etapas de 1100 m: 10,5 e 13 m/s	20 min
	7 Thoroughbred (PSI)	Pista de areia	4 etapas de 2100 m: 7,4; 8,4; 9,4 e 10,4 m/s	1 min

Fonte: Adaptado de Couroucé (1999).

2.4. Principais parâmetros utilizados na avaliação de desempenho

Um desempenho atlético bem sucedido requer uma complexa interação dos mecanismos fisiológicos envolvendo os sistemas musculoesquelético, nervoso, respiratório e cardiovascular. A avaliação do desempenho potencial requer um entendimento dos mecanismos fisiológicos envolvidos na energética do exercício (Rose e Hodgson, 1994).

Para Lindner e Boffi (2007), os melhores parâmetros indicativos da capacidade competitiva de um cavalo são as aferições de lactato sanguíneo e frequência cardíaca.

Segundo os mesmos autores, outro parâmetro indicativo seria o consumo de oxigênio, porém este apresenta o inconveniente da necessidade do uso de esteira ergométrica.

De acordo com McGowan (2008), a patologia clínica associada aos testes de exercício pode auxiliar no diagnóstico de doenças subclínicas e sobretreinamento (*overtraining*). Dessa forma, parâmetros fisiológicos, concentração de lactato sanguíneo, avaliações hematológicas, bioquímicas e hormonais vêm sendo utilizados nos estudos sobre a fisiologia esportiva do equino.

2.4.1. Frequência cardíaca

A mensuração da frequência cardíaca (FC) tem sido usada em cavalos atletas para descrever a intensidade do exercício e para estudar os efeitos do treinamento e perda de condicionamento (Hodgson e Rose, 1994).

A frequência cardíaca no repouso se relaciona com a superfície corporal, o índice metabólico e o balanço autonômico próprio da espécie, raça e indivíduo, variando em equinos adultos entre 35-45 batimentos por minuto (bpm), podendo-se observar variação devido à excitação durante o exame (Babusci e López, 2007).

Durante o exercício, de acordo com Evans (2000), é esperado um aumento da FC no início do exercício para suprir a demanda de oxigênio dos músculos, e, por esse motivo, um período de aquecimento sempre é necessário antes de qualquer exercício. A frequência cardíaca possui alta correlação positiva ($r^2=0,84-0,93$) com a velocidade em exercícios submáximos, porém pequena correlação positiva em exercícios de baixa e média intensidade, devido a fatores psicogênicos (Babusci e López, 2007).

A FC aumenta de acordo com a intensidade do exercício até atingir um platô, no qual o aumento da velocidade não será acompanhado pelo aumento da frequência cardíaca, sendo caracterizada a frequência cardíaca máxima (FCM), que é geralmente na faixa de 210-240 batimentos por minuto. Exercícios nos quais os animais apresentam frequência cardíaca acima da FCM são denominados exercícios máximos, e abaixo da FCM submáximos (Evans, 2000). Prates *et al.* (2009) realizaram um estudo caracterizando a frequência cardíaca de 12 éguas Mangalarga Marchador antes, durante, imediatamente após as provas de marcha e aos 5, 10, 15 e 20 minutos após as provas a fim de identificar os efeitos do cromo sobre o desempenho cardíaco desses animais, que foram divididos em três grupos que receberam 0, 5 e 10 mg de cromo. Na prova de marcha com 50 minutos de

duração, observou-se que aos 29,6 minutos foi obtido o valor máximo de FC nos três grupos experimentais, sendo esta de 186,76 bpm, valor inferior ao citado por Clayton (1991), que seria em torno de 220 a 280 bpm, e também ao mencionado por Evans (2000), de 210 a 240 bpm, indicando que o teste de marcha é um exercício de intensidade submáxima.

O treinamento produz alterações adaptativas na frequência cardíaca durante o exercício. Segundo Babusci e López (2007), um equino treinado deve ser capaz de desenvolver determinada velocidade a uma frequência cardíaca inferior à desempenhada antes de iniciar o treinamento. Boffi (2007) afirmou que as alterações observadas na FC constituem um índice conveniente para medir o aprimoramento induzido pelo treinamento.

O parâmetro V_{200} , definido como a velocidade que resulta em uma frequência cardíaca de 200 bpm, é amplamente usado nos testes de desempenho e tem alta relação com $VO_{2máx}$ e V_{La4} (Barly *et al.*, 2004). De acordo com Evans (2000) haverá aumento do parâmetro V_{200} e da velocidade necessária para atingir a FCM em animais condicionados.

2.4.2. Frequência respiratória

O sistema respiratório é considerado o maior fator limitante para o bom desempenho dos equinos, pois o treinamento não produz respostas adaptativas significativas, como as que ocorrem nos sistemas cardiovascular e musculoesquelético (Ainsworth, 2008). Além do transporte de O_2 e CO_2 , o sistema respiratório desempenha funções essenciais durante um exercício, como umidificação, aquecimento e filtração do ar inspirado, regulação ácido-básica, termorregulação e síntese, liberação, modificação, inativação e remoção de substâncias bioativas.

A frequência respiratória (FR) é expressa pelo número de movimentos respiratórios por minuto (mpm). Os cavalos têm uma FR em repouso que varia de 12-20 respirações/minuto (Silva *et al.*, 2005).

De acordo com Clayton (1991), muitos fatores como exercício, dor e aumento na temperatura corporal elevam a FR e mudam o padrão respiratório. Esse mesmo autor afirmou que, durante o exercício, a FR pode aumentar para mais de 180 respirações/minuto, sendo que ao passo e até certa extensão de trote, o cavalo adota uma FR apropriada à intensidade do exercício e ao se iniciar o exercício sua FR aumenta rapidamente de acordo com a necessidade corporal de O_2 .

Quando o exercício cessa, a FR diminui devido à parada das forças locomotoras que guiam a respiração. Normalmente, o cavalo respira profundamente algumas vezes e então a FR se mantém entre 60-100 respirações/minuto, até que o débito de O₂ se equilibre. Atingido este equilíbrio, a resposta respiratória depende diretamente da temperatura corporal do cavalo. Se o animal estiver frio, a FR declina gradualmente aos valores de descanso. Se houver hipertermia, o cavalo ofegará como um mecanismo de perda de calor. Uma respiração ofegante, padrão mais comum de respiração durante exercícios extenuantes, é reconhecida por ser rápida, mas superficial: a FR aumenta para mais de 140 respirações/minuto, mas a intensidade respiratória é menor. Este tipo de respiração faz passar grandes volumes de ar pelas vias nasais, onde veias calibrosas estão disponíveis para a troca de calor. A observação tanto da frequência, quanto da profundidade dos movimentos respiratórios, juntamente com a FC e a temperatura retal são usadas para saber se um cavalo está em hipertermia após exercício (Clayton,1991).

Portanto, a observação da frequência respiratória deve levar em conta as condições ambientais. Em ambientes quentes e úmidos, em que a evaporação cutânea é comprometida, a perda de calor pelo trato respiratório representa mais de 25% da perda total, enquanto que em condições termoneutras essa perda fica entre 15-25% (McCutcheon e Geor, 2008).

Prates (2007) em experimento desenvolvido com éguas MM registrou antes do início de uma prova de marcha simulada com duração de 50 min, FR entre 28 e 38 respirações/minuto, acima do valor de 12 a 20 respirações/minuto, considerado como de repouso por Silva *et al.*(2005).

2.4.3. Temperatura retal

O sistema termorregulatório controla a temperatura corporal, alterando o fluxo de calor entre o animal e o ambiente. A temperatura retal (TR) de um equino normalmente varia entre 37,2°C e 38,6°C, com valores médios de 38,0°C. A taxa de aumento de calor durante o exercício depende da duração e intensidade do mesmo, da temperatura ambiente e umidade, além do estado de hidratação do cavalo e da espessura do pêlo.

A temperatura retal atinge picos em torno de 10 minutos após o fim de exercícios extenuantes, ficando em torno de 39-40°C depois do exercício e deve diminuir nos 10 a 20 minutos seguintes (Clayton, 1991).

McConaghy (1994) e McCutcheon e Geor (2008) relataram que o exercício causa um maior desequilíbrio no balanço térmico, isso porque a energia utilizada para a contração muscular é proveniente da conversão de energia química estocada em energia mecânica, processo este relativamente ineficiente, pois cerca de 75-80% da energia liberada é perdida na forma de calor. Por estes motivos, ocorre um aumento da temperatura corporal e no interior do músculo. Se este calor não for dissipado, a temperatura corporal pode se elevar a níveis ameaçadores à saúde.

Os mecanismos fisiológicos que promovem a dissipação de calor são essenciais para o bom desempenho do um animal atleta. Dos vários mecanismos de transferência do calor (condução, convecção, radiação e evaporação), a evaporação do suor é o mecanismo mais importante e, segundo McConaghy (1994) e McCutcheon e Geor (2008), a evaporação também pelo trato respiratório. O resfriamento evaporativo é um mecanismo eficiente que permite ao cavalo realizar eventos atléticos com pequenas elevações na temperatura corporal.

Paludo *et al.* (2002) citaram que os elementos ambientais que mais afetam a temperatura corporal são: temperatura e umidade do ar, radiação e vento. Sob estresse térmico, os equinos apresentam os seguintes sinais: aumento da FR, da FC, sudorese, vasos periféricos aparentes na superfície corpórea e aumento da TR. Esta última nos permite avaliar se, em condições de estresse térmico, os animais estão conseguindo manter sua temperatura dentro dos limites normais.

Animais adaptados a ambientes quentes apresentam adaptações nos mecanismos dissipatórios de calor promovendo estabilidade cardiovascular, decréscimo na taxa de calor estocada, e aumento na duração do exercício antes da fadiga. A cor da pelagem e o tamanho dos pêlos podem influenciar na termorregulação dos equinos. A cor afeta a quantidade de radiação solar absorvida e pelos longos podem limitar a perda de calor por evaporação (McCutcheon e Geor, 2008).

Prates (2007) encontrou TR em éguas MM antes da realização de prova de marcha entre 37,93 e 38,23° C, dentro da normalidade. Após a prova, a TR variou entre 39,13 e 39,63° C e não houve influência da temperatura ambiente sobre as médias de TR.

2.4.4. Concentração de lactato

O exercício muscular requer um suprimento constante de adenosina trifosfato (ATP) para fornecer a energia necessária à contração. Como os estoques de ATP no músculo são muito baixos, a energia obtida pela utilização do ATP livre é muito escassa (Boffi, 2007), de forma que, o organismo possui vários mecanismos para obter energia, sendo o primeiro, o desdobramento da fosfocreatina pela enzima creatina quinase, que produz energia para apenas poucos segundos de trabalho. Ainda de acordo com Boffi (2007), outra forma geradora de energia quando a necessidade de ATP é muito rápida, como em uma corrida, ou quando se acumula uma alta concentração de ADP no interior da fibra muscular, é a reação da mioquinase, em que duas moléculas de ADP se combinam, gerando um ATP e um AMP.

As principais fontes energéticas utilizadas para a produção de ATP são os carboidratos (glicose ou glicogênio muscular e hepático) e as gorduras (ácidos graxos). A produção de ATP pode ocorrer na presença (via *aeróbia*) ou na ausência (via *anaeróbia*) de oxigênio, sendo que, a definição da via metabólica utilizada depende essencialmente da velocidade e da intensidade do gasto energético (Bergero *et al.*, 2005).

A via *aeróbia* oxida tanto os carboidratos como os lipídios, utilizando o Ciclo de Krebs. Já a via *anaeróbia* produz menos ATP, sendo a mais importante a glicólise *anaeróbia*, na qual o piruvato é convertido em ácido láctico, pela ação da enzima lactato desidrogenase, o qual é rapidamente dissociado em íons hidrogênio e lactato. Este processo permite a reoxidação do NADH, importante para a continuidade da via glicolítica e fornecimento de ATP para a contração muscular. O lactato produzido circulante vai ao fígado e retorna a piruvato no chamado ciclo de Cori, podendo ser novamente usado como fonte energética (Hodgson e Rose, 1994).

Desta forma, quanto maior a intensidade do exercício, maior a participação da glicólise e da via *anaeróbia*, com consequente liberação de lactato das células musculares para o sangue, aumentando as concentrações de lactato e diminuindo o pH sanguíneo. Logo, a concentração de lactato é uma boa indicação da intensidade do exercício realizado. Quando um cavalo está condicionado aumenta a participação das rotas *aeróbias* de produção de energia, havendo um retardo no acúmulo de lactato (Castejón *et al.*, 2007).

Segundo Evans (2009) a concentração de lactato em cavalos no repouso é de aproximadamente 1 a 1,5 mmol/L. Em baixas velocidades esses valores não são

modificados significativamente. Jordão (2011) registrou aumento de 1,89 para 2,09 mmol/L após 50 min de exercício aeróbio em cavalos MM. Prates (2007), também com equinos MM desenvolvendo provas de marcha com duração de 50 minutos, não verificou aumento significativo das concentrações de lactato.

Em velocidades moderadas o lactato começa a se acumular, e este acúmulo acontece mais rapidamente a partir de 4 mmol/L. Esta velocidade, definida como V_{La4} , é geralmente tomada como referência para a determinação do limiar *anaeróbio*, ou a velocidade onde se tem o início do acúmulo de lactato sanguíneo (Couroucé,1999). Já a velocidade em que a concentração de lactato é de 2 mmol/L (V_{La2})   um parâmetro utilizado como referência para se determinar o limiar *aeróbio*.

Kindermann *et al.* (1979) citado por Bas *et al.* (2000) afirmaram que quando as concentrações de lactato são inferiores a 2 mmol/L existe predominância do metabolismo oxidativo, enquanto que entre 2 e 4 mmol/L ocorre um período de transição, havendo rotas tanto *aeróbias* quanto *anaeróbias* e, a partir de 4 mmol/L, o metabolismo será predominantemente *anaeróbio*. No entanto, essas definições vêm sofrendo críticas, por ser muito generalizada e desconsiderar diferenças individuais, estado de treinamento e disponibilidade de glicog nio (Gondim *et al.*, 2007).

Entretanto, Ferraz (2007) enfatizou que   indiscutível a importância da determinação de limiar de lactato, tanto para a definição de esquemas e treinamento para cavalos atletas, como para a própria avaliação da eficácia de um determinado treinamento. Assim, V_{La2} e V_{La4} tem sido utilizadas para instituição e avaliação de eficácia de um treinamento. Mas de acordo com Ferraz (2007), adota-se uma postura muito conservadora quando se trabalha V_{La2} , não trazendo melhora na capacidade física dos animais, pois muitas vezes os animais trabalham a passo. O autor sugeriu carga de trabalho na V_{La3} (velocidade em que a concentração de lactato é de 3mmol/L). Sem d vida, mais estudos nos métodos de determinação de lactato devem ser feitos em equinos para resolver estas incongruências.

Gomide *et al.* (2006) afirmaram que a concentração de lactato sanguíneo possibilita avaliar o sistema de produção energético mais utilizado durante o exercício. Assim, o tipo de fibra muscular predominante na raça equina influencia no acúmulo de lactato e, portanto, no processo de fadiga. Bayly e Kline (2007) descreveram que, durante um exercício de intensidade moderada, o lactato produzido pela glicólise das fibras rápidas (IIA e IIX)   combustível de preferência para as fibras altamente oxidativas (tipo I). No

entanto, com o aumento da intensidade e duração do exercício, essas fibras não conseguem utilizar todo o lactato produzido, elevando-se as concentrações de lactato rapidamente, aumentando os íons de H^+ com consequente redução do pH nos músculos, causando fadiga.

Com o treinamento, as concentrações de lactato no sangue aumentam devido à maior capacidade do cavalo eliminar o lactato dos músculos, pois os eritrócitos atuam como reserva do excesso de lactato que os músculos não podem usar (Bayly e Kline, 2007).

Na mensuração das concentrações de lactato podem ser utilizados aparelhos portáteis, permitindo avaliação em tempo bastante curto, ou através de espectrofotometria, coletando-se o sangue em tubos contendo fluoreto-oxalato. Porém, Miriam *et al.* (2008) demonstraram que os valores de lactato utilizando lactímetro portátil são superestimados em até 30% quando comparado com a determinação na concentração sérica. No entanto, de acordo com Lindner e Boffi (2007), não se pode comparar valores de lactatos medidos no sangue ou no plasma, pois a partir de 2 mmol/L, a concentração de lactato será sempre maior no plasma, porém não existe diferença entre o sangue venoso ou arterial.

2.4.5. Hematologia, bioquímica e dosagens hormonais

O sangue tem muitos componentes que desempenham papel essencial no apoio ao aumento da taxa metabólica durante o exercício (Hinchcliff e Geor, 2008), por este motivo amostras sanguíneas são frequentemente colhidas durante os testes desempenho atlético, sendo o hemograma um requisito básico de avaliação. De acordo com McGowan (2008), quando um animal faz exercício, as alterações sanguíneas são notavelmente rápidas e, por esse motivo, as avaliações hematológicas têm sido utilizadas para determinar a saúde, o desempenho e o condicionamento físico dos equinos.

A policitemia é uma consequência comprovada do exercício em equinos. O baço reage às catecolaminas liberadas durante a atividade física, com contração e liberação de um grande número de eritrócitos. Isto causa policitemia em curto prazo, com o objetivo de suprir a maior demanda de oxigênio requerida pelos músculos ativos (Bayly e Kline, 2007). O aumento da capacidade de transporte de oxigênio associada à liberação de eritrócitos durante o exercício, isto é, maior concentração de hemoglobina, é um dos

fatores mais importantes para a alta capacidade aeróbia dos equinos e depende da intensidade do exercício.

Foi demonstrado que o treinamento acarreta aumento moderado nos valores de hematócrito, concentração de hemoglobina e contagem de hemácias quando comparados aos valores de repouso, permitindo maior aporte de oxigênio para o exercício. No entanto, o hemograma de repouso deve ser avaliado com cautela, pois o grau de excitabilidade, o tempo decorrido após o último exercício, a condição nutricional e o transporte interferem nos valores (McGowan, 2008). O hemograma de repouso detecta anormalidades que não são observadas clinicamente, como estresse dos animais, sobrecarga de trabalho ou treinamento inadequado (Hodgson e Rose, 1994).

Kowal *et al.* (2006) fizeram avaliação hematológica em cavalos da raça Puro-Sangue Inglês em um teste de esteira e observaram hemoconcentração com o aumento da intensidade do exercício, sugerindo este teste como forma de criar um modelo de padronização dos valores hematológicos durante o exercício para uma avaliação confiável de condicionamento.

Os valores de hematócrito e hemoglobina são mais utilizados na avaliação dos equinos. De acordo com Kaneko *et al.* (1997), hematócrito e hemoglobina normais em cavalos do tipo sanguíneo, em repouso, variam de 32-52% e 11-19 g/dL, respectivamente e segundo Kingston (2008) o hematócrito pode aumentar em 60-65% durante um exercício máximo.

Pereira *et al.* (2008b), trabalhando com fêmeas da raça MM, encontraram hematócrito um pouco abaixo do proposto por Kaneko *et al.* (1997), após 50 minutos de prova de marcha, sendo 30,72% para animais testemunha e 31,39% para os animais suplementados com cromo, sem diferença entre os grupos. Os autores sugeriram que a intensidade moderada do exercício (12 Km/h), não causou alteração nos parâmetros hematológicos.

Silva *et al.* (2009) registraram valores médios basais de hematócrito e hemoglobina em cavalos da raça Puro Sangue Árabe não treinados, antes de exercício máximo em esteira, de $30,8 \pm 1,29\%$ e $11,15 \pm 0,64$ g/dL, respectivamente. Após o exercício registraram hematócrito de $40,74 \pm 0,28$ e hemoglobina de $14,6 \pm 0,17$, atribuindo os aumentos à contração do baço. Mota *et al.* (2008) encontraram hematócrito, hematimetria e hemoglobina de $35,38 \pm 5,81\%$, $7,46 \pm 1,19$ e $11,03 \pm 1,76$, respectivamente, em cavalos sem raça definida.

Em relação à série branca, a avaliação da leucometria em repouso também deve ser cautelosa. Em amostras de sangue no repouso, a contagem de células brancas não reflete o pool total intravascular, uma vez que engloba tanto o pool circulante quanto o pool marginal, sendo este último armazenado em capilares e no baço. Portanto, quaisquer fatores que causam a mobilização de células do pool marginal vão aumentar o número de leucócitos no pool circulante. Tais fatores incluem catecolaminas e cortisol. Portanto, o estresse recente, tais como o transporte ou o exercício de um cavalo pode alterar a contagem de células brancas no sangue (Kingston, 2008). Mota *et al.* (2008) encontraram valores de leucometria global no repouso em cavalos sem raça definida de $7,02 \pm 1,33$ ($\times 10^3/\text{mm}^3$).

O leucograma irá variar de acordo com a intensidade e duração do exercício, podendo haver aumentos de 10 a 30%, bem como pode variar também com o grau de estresse a que o equino está sendo submetido. Durante o exercício, o leucograma apresenta alterações transitórias em resposta ao incremento do tônus simpático, pois semelhante aos eritrócitos, os leucócitos também são armazenados no baço, sendo possível evidenciar também linfocitose e variação na relação neutrófilos/linfócitos (Boffi, 2007). Pereira *et al.* (2008b) encontraram contagem total de leucócitos em animais MM, de 12,68 e 12,45 ($\times 10^3/\text{mm}^3$), respectivamente, em éguas controle e éguas suplementadas com cromo, após 50 minutos de prova de marcha. Os autores relataram que esta contagem está dentro da faixa sugerida por Thomassian (1990) para animais em repouso, que pode variar de 7 a 13 mil células/ mm^3 , devido à intensidade moderada do exercício ao qual foram submetidos os animais, porém neste experimento não foi feita a leucometria específica.

Segundo Kingston (2008), imediatamente após o galope, há uma mudança na razão neutrófilo:linfócito, mas pouca mudança na contagem total de leucócitos. Há uma linfocitose transitória, com uma redução na relação neutrófilos: linfócitos. Essas alterações são provavelmente secundárias à liberação de catecolaminas e a contração esplênica. Três horas após o exercício há aumento na relação neutrófilo: linfócitos, causado por aumento nos neutrófilos e diminuição dos linfócitos, devido à maior concentração de cortisol plasmático. Entretanto, a relação neutrófilos: linfócitos retorna ao normal 6 horas após o exercício. Os mesmos autores citaram que o treinamento não altera a leucometria e nem a razão entre leucócitos.

As proteínas do plasma são albumina, globulinas e fibrinogênio. Kingston (2008) afirmou que durante o exercício máximo há redistribuição de fluidos e eletrólitos do

compartimento vascular para o tecido espaço extracelular, com correspondente aumento de proteínas plasmáticas totais e albumina. A extensão da mudança de fluidos parece estar relacionada à duração e a intensidade do exercício. Os mesmos autores relataram que ocorrem poucas mudanças nas proteínas do plasma em decorrência do treinamento. Em equinos, os valores normais de proteínas totais, quando dosadas no soro, são de 5,20 a 7,90 g/dL (Kaneko, 1997).

Em relação às dosagens hormonais, estudos envolvendo equinos atletas a respeito de glicocorticóides liberados pela adrenal são direcionados às análises das concentrações de cortisol, por ser este o hormônio liberado em maior quantidade, quando comparado com a cortisona, corticosterona e dexametasona (McKeever e Gordon, 2008).

Apesar de o cortisol ser conhecido como o hormônio do estresse, ocorre sua liberação em várias situações, estressantes ou não. Durante o exercício, a ação do cortisol é de grande importância, pois, de acordo com McKeever e Gordon (2008), os efeitos do glucagon e das catecolaminas são aumentados pela liberação de cortisol. Ainda segundo estes autores, o cortisol é, portanto, estimulador da gliconeogênese, da mobilização de ácidos graxos e catabolismo das proteínas. Aminoácidos que não são utilizados como fontes de energia podem ser utilizados na síntese de proteínas para reparar o músculo e repor enzimas durante o período de recuperação.

O exercício poderia duplicar ou triplicar as concentrações de cortisol, registrando-se um pico, geralmente 15 a 30 minutos após o término da prova. Nos equinos, a meia vida do cortisol possui cerca de 1 a duas horas (Rose e Hodgson, 1994). Até mesmo com menores intensidades de trabalho, o cortisol plasmático aumenta quando o período de exercício é suficientemente longo. Segundo McArdle *et al.* (1992), é provável que estas respostas estejam relacionadas às funções antiestresse do cortisol. No entanto, espera-se que a liberação desse hormônio se encontre dentro da faixa de normalidade, já que o cortisol está envolvido na mobilização de substratos e controle metabólico do exercício.

A secreção dos glicocorticóides auxilia os animais a sobreviverem em situação como calor intenso, trauma e exercício (Jordão, 2009), permitindo-os tolerar e se adaptar aos desafios à sua homeostase que ocorrem no dia a dia, preparando seus mecanismos de defesa e limitando as respostas indesejáveis, contribuindo para sua recuperação (Johnson e Slight, 2002 apud Jordão, 2009).

Pesquisadores têm sugerido que o treinamento causaria diminuição mais rápida dos níveis de cortisol, fazendo com que eles retornem aos valores observados no animal em

repouso. As determinações da resposta hormonal para exercícios intensos têm sido útil para identificação de equinos que treinam em excesso. O treinamento excessivo foi associado a redução na concentração de cortisol após teste de exercício máximo em equinos de corrida, sendo que, em teste de exercício em esteira com velocidade máxima ou submáxima, o treinamento excessivo poderia ser detectado em equinos pela evidente redução do condicionamento em associação com a redução do peso corporal e resposta do cortisol plasmático, (Evans *et al.*, 2008).

Ferraz *et al.* (2010) estudaram o efeito de 90 dias de treinamento aeróbio (80% da V_{La4}), após um período de 8 meses de inatividade, em 12 equinos da raça Puro Sangue Árabe, realizando testes de esforço em esteira ergométrica antes e após o treinamento. Os autores verificaram que não houve diferença no repouso e, durante o exercício progressivo, verificaram que as concentrações de cortisol plasmático elevaram-se em relação ao aumento da intensidade de esforço, sendo maiores após o treinamento. Nesta ocasião, foi verificado um aumento de 180 ± 8 (basal) para 314 ± 27 nmol/L (aos 30min) e afirmaram que esta variável fisiológica pode ser utilizada como indicador de estímulo estressante adicional num programa de treinamento, como forma de evitar o sobre-treinamento.

Jordão (2009) encontrou concentração média de cortisol antes de prova de marcha de 12 éguas MM de 289,78 nmol/L e após 50 min de exercício aeróbio a média foi de 600,13 nmol/L, sendo que aos 25 min após o final da prova os animais atingiram 466,07 nmol/L. Neste caso, provavelmente devido às características da prova de marcha, o pico não ocorreu após a prova, como preconizado por alguns estudos.

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização dos locais, animais e manejo alimentar

Este experimento teve aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA) da Universidade Federal de Minas Gerais, sob o protocolo 188/2009, e foi realizado no Laboratório de Avaliação do Desempenho de Equinos (LADEq), localizado na Escola de Equitação do Exército, na cidade do Rio de Janeiro. A Vila Militar está localizada a 45 m de altura, com latitude 22°51'S e longitude 43°24'W.

O estudo foi realizado utilizando sete fêmeas clinicamente sadias da raça Mangalarga Marchador, de pelagem tordilha, com idade entre quatro e 10 anos e peso entre 309 e 395 Kg e que foram previamente vermifugadas¹ e banhadas com produto carrapaticida². Foram selecionados animais com pouco ou nenhum grau de condicionamento, em um haras localizado no município de Seropédica, o qual apresenta características climáticas semelhantes as do local do experimento.

As éguas foram alojadas em baias individuais de alvenaria de 4,0 x 3,0 metros. A dieta foi baseada nas exigências do NRC (2007) para equinos em trabalho moderado, com consumo diário de 2,5% do peso vivo (PV) na base da matéria seca e foi composta por feno Coast Cross (*Cynodon dactylon*), concentrado comercial³, sal mineral⁴ e água, sendo os dois últimos fornecidos *ad libitum*. A proporção entre concentrado e volumoso variou de 40:60 a 60:40, dependendo da condição corporal dos animais, avaliada semanalmente de acordo com Carrol e Hunington (1988).

O experimento aconteceu em duas fases, uma de pré-condicionamento com duração de 15 dias e outra de condicionamento que foi realizado em 42 dias. Na fase de pré-condicionamento os animais foram adaptados à dieta, à esteira ergométrica, ao exercitador e à rotina de treinamento. Na fase de condicionamento os animais foram submetidos a um treinamento aeróbio por seis semanas. No final da primeira (Antes do Treinamento = AT) e ao término da segunda etapa (Depois do Treinamento = DT) os animais foram submetidos

¹ Equisan®Gold

² Butox®

³ Ração Itambé® Expander Atleta

⁴ Suplemento Itambé® Master Equinos

a dois testes de avaliação de desempenho, em esteira ergométrica e a campo, com intervalo de 48 horas entre eles.

3.2. Pré-condicionamento

Nesta fase os animais foram adaptados à esteira ergométrica de alta velocidade⁵ (Figura 1) e ao exercitador⁶ (Figura 2) em dias alternados. A adaptação à esteira foi feita com condução do animal ao passo sobre sua manta, para que ele adquirisse confiança e familiaridade com o equipamento. Esta etapa vencida, os animais foram preparados para o exercício, sendo acoplado ao seu corpo o cinto de segurança da esteira e o monitor de frequência cardíaca. Em seguida a esteira foi ligada com consecutivo aumento da velocidade de acordo com a adaptação do animal, até que este fosse capaz de desenvolver os três andamentos: passo, marcha e galope, sem e com inclinação a 3°. A adaptação ao exercitador foi mais simples, sendo os animais conduzidos ao equipamento e este foi ligado na velocidade de 1 m/s.



Figura 1. Animal se exercitando na esteira ergométrica Galloper Sahinco LTDA

⁵ Galloper (Sahinco LTDA)

⁶ Sahinco LTDA



Figura 2. Animais ao passo no exercitador automático Sahinco LTDA

3.3. Condicionamento

A fase de condicionamento teve duração de seis semanas, com trabalho alternado na esteira ergométrica e exercitador e descanso aos domingos. O treinamento na esteira consistiu em 10 minutos de aquecimento (5 min ao passo na velocidade de 1,6 m/s e 5 min à marcha a 3,5 m/s, sem inclinação esteira); 30 minutos em velocidade específica (marcha com inclinação de 3° da esteira); e 10 minutos de desaquecimento (5 min à marcha a 3,5m/s e 5 min ao passo a 1,6m/s, com inclinação de 0°). A velocidade específica foi determinada como 80% do limiar aeróbio, avaliado durante o primeiro teste de esforço em esteira, através da utilização de máscara espirométrica⁷.

O treinamento no exercitador foi de 60 min na velocidade de 1 m/s (passo), invertendo o sentido de rotação após 30 min do início do exercício.

3.4. Coleta de amostra basal

Antes da realização dos testes de avaliação de desempenho, foi feita uma coleta basal com os animais em repouso e em jejum às 5 horas da manhã. Foram obtidos dados fisiológicos de frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura retal. Foram coletadas amostras sanguíneas através de punção da veia jugular e uso de tubos a vácuo⁸

⁷ MetaVet 1.0, Cortex Biophysik, Alemanha

⁸ Vacutainer BD[®]

contendo EDTA para hemograma, fluoreto de sódio para lactato, sem anticoagulante para análises bioquímica e dosagem de cortisol.

3.5. Teste físico em esteira ergométrica

Os testes em esteira foram adaptados de teste realizado por Castejón *et al.* (2007) e foram realizados em galpão fechado, com ar condicionado, sendo a temperatura média nos dias do teste de 26°C e Umidade Relativa do Ar (URA) de 50%, dados obtidos por termômetro digital.

O teste seguiu o protocolo:

Fase de aquecimento: consistiu em 5 min na velocidade igual a 1,6 m/s (passo) e 5 min na velocidade de 3,5m/s (marcha), sem inclinação da esteira.

Fase de exercício progressivo: procedeu-se ao aumento progressivo da velocidade em 1m/s a cada dois minutos, com a esteira na inclinação de 3°. Essa fase iniciou em 4 m/s e progrediu até que o animal apresentasse fadiga, demonstrada pela incapacidade de acompanhar a velocidade da esteira. O tempo total em segundos do exercício progressivo até a fadiga foi contabilizado através dos dados do frequencímetro cardíaco⁹.

Fase de desaquecimento: foi mantida por 5 min na velocidade de 3,5 m/s (marcha) e 5 min na velocidade de 1,4 m/s (passo) com inclinação de 3°. Em seguida, os animais foram conduzidos ao exterior do laboratório e guiados ao passo por 20 min.

Durante todo o teste, a frequência cardíaca foi monitorada por frequencímetro. Pouco antes do final de cada velocidade e no período de recuperação foram realizadas coletas sanguíneas (Figura 3). Para obtenção das amostras de sangue, antes dos início do exercício os animais foram cateterizados na veia jugular esquerda, utilizando cateter intravenoso 14G¹⁰ um tubo extensor¹¹, os quais permitiram realizar as colheitas com o animal em movimento. Foram desprezados 10 mL de sangue advindos do início de cada colheita e a seguir, utilizando seringa de 20 mL descartável, obtinha-se a amostra que era transferida imediatamente para tubos contendo EDTA para hemograma, fluoreto de sódio para lactato e sem anticoagulante para análises bioquímicas. Após cada colheita, todo o conjunto era lavado com solução de heparina a 2,5%. As colheitas de sangue foram realizadas 15 segundos antes do término de cada etapa de velocidade do exercício teste e

⁹ Polar Equine®

¹⁰ Cateter Medex®

¹¹ Brasino®

no período de recuperação (30, 60, 120 min). No período de recuperação ainda foram aferidos FC, FR e TR e coletadas amostras sanguíneas para dosagem de cortisol em tubos sem anticoagulante.



Figura 3. Momento de coleta sanguínea via cateter e extensor no teste de exercício progressivo em esteira ergométrica

3.6. Teste físico a campo

O teste a campo foi realizado no período da manhã, entre 8 e 11 horas, em uma área plana, gramada, livre de árvores e cercas, que foi previamente medida (1400 m) com auxílio de GPS (Global Positioning System). Para que todos os animais fossem avaliados nestes horários, foram necessários dois dias antes do treinamento e dois dias depois do treinamento para realização dos testes.

Os testes de todos os animais foram executados pelo mesmo cavaleiro, com massa corporal de 76 Kg. As temperaturas máxima, média e mínima e a umidade relativa do ar (URA) nos dias dos testes foram registradas pela estação meteorológica da Vila Militar.

Os monitoramentos de velocidade e frequência cardíaca foram feitos por frequencímetro acoplado ao GPS¹². Este teste consistiu de um período de aquecimento de 20 min, onde o cavaleiro utilizou passo e marcha. Em seguida, os animais percorreram a pista por quatro vezes em velocidades distintas, sendo realizados os andamentos: marcha, marcha alongada, galope reunido e galope alongado. Ao término de cada modalidade de andamento, a FC foi monitorada e o animal só iniciava a etapa seguinte quando

¹² Polar Equine ®

apresentava FC de 60 bpm. Ao final da última etapa, procedeu-se o período de recuperação, no qual os animais foram conduzidos por 20 minutos a passo.

Imediatamente ao final de cada percurso e no período de recuperação (30, 60, 120 min), foram realizadas coletas sanguíneas através de punção da veia jugular (Figura 4) e uso de tubos a vácuo¹³ contendo EDTA para hemograma, fluoreto de sódio para lactato, sem anticoagulante para análises bioquímicas. No período de recuperação ainda foram aferidos FC, FR e TR, além de coletadas amostras em tubos sem anticoagulante para dosagem de cortisol.

Por meio dos dados obtidos do GPS foram calculadas as velocidades médias em cada andamento, utilizando-se as velocidades registradas a cada minuto. Essas velocidades estavam em Km/h e foram transformadas para em m/s, a fim de facilitar a comparação dos dados com aqueles obtidos nos testes em esteira ergométrica.



Figura 4. Momento de coleta sanguínea e aferição dos parâmetros fisiológicos ao final de uma etapa de andamento no teste a campo

3.7. Avaliação de Frequência Cardíaca

¹³ Vacutainer BD®

A FC foi obtida continuamente durante os testes utilizando-se frequencímetro cardíaco (Figura 5) e os resultados foram transferidos para o computador através de transmissão por infravermelho. Utilizando-se a interface fornecida pelo frequencímetro cardíaco no computador (Figuras 6 e 7), foi registrado o maior valor da frequência cardíaca a cada minuto durante os testes, com a finalidade de registrar as médias em cada velocidade aplicada.

3.8. Acondicionamento de amostras sanguíneas

As amostras colhidas durante os testes foram acondicionadas em recipientes isotérmicos contendo gelo e levadas imediatamente ao laboratório Cavalo Namico (EsEqEx). As amostras colhidas com tubos contendo EDTA foram utilizadas para realização de hemograma e aquelas dos tubos sem anticoagulante e com fluoreto de sódio foram centrifugadas a 3000rpm por 10 minutos para separação de soro e plasma, respectivamente, sendo identificadas e acondicionadas em tubos tipo *ependorf* e congeladas para realização de análises posteriormente.



Figura 5. Frequencímetro Polar Equine ® para monitoramento da frequência cardíaca no teste a campo

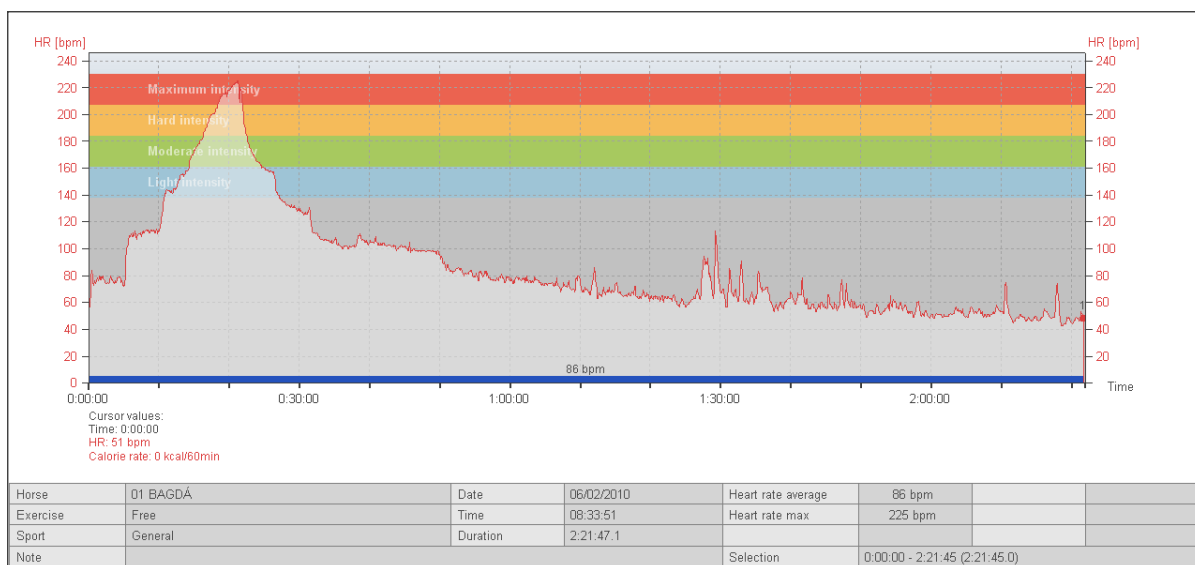


Figura 6. Interface produzida Frequencímetro acoplado a GPS Polar Equine® em um teste progressivo em esteira ergométrica realizado por égua da raça Mangalarga Marchador

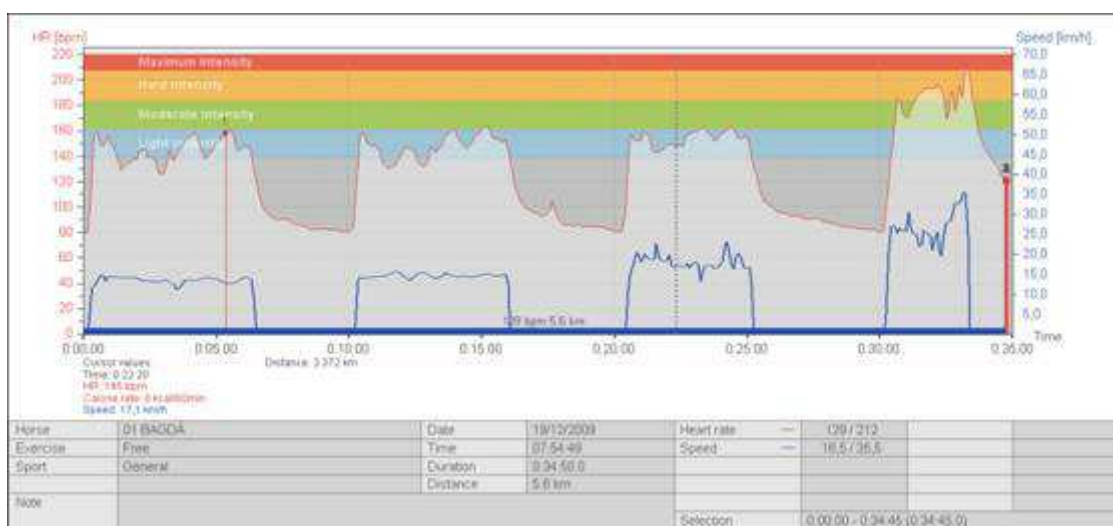


Figura 7. Interface produzida Frequencímetro acoplado a GPS Polar Equine® em um teste a campo realizado por égua da raça Mangalarga Marchador

3.9. Hemograma

O hemograma foi realizado no laboratório Cavallo Namico (EsEqEx) utilizando contador automático ABCVET¹⁴. Foram determinados: hematócrito (%), concentração de hemoglobina (g/dL), contagem total de hemácias ($\times 10^6/\text{mm}^3$) e leucócitos ($10^3/\text{mm}^3$). Foram feitos esfregaços para realização de leucometria específica com auxílio de microscópio óptico comum (100x), após coloração dos esfregaços pelo método Panótico

¹⁴ HoribaABX®

rápido, para determinar a porcentagem de monócitos, linfócitos, basófilos, eosinófilos e neutrófilos. A relação neutrófilo:linfócito foi determinada após obtenção desses valores.

3.10. Análises bioquímicas e dosagem de cortisol

As análises bioquímicas foram realizadas no Laboratório de Avaliação de Desempenho Equino (LADEQ), localizado na Escola de Equitação do exército, utilizando espectrofotômetro BTS 310¹⁵ e kits comerciais, determinando-se as concentrações de Lactato¹⁶ e Proteínas Totais¹⁷. As amostras para determinação das concentrações de cortisol foram encaminhadas ao B.E.T. Laboratories, onde realizou-se a técnica de radioimunoensaio em duplicata, utilizando-se o método em fase sólida, através de kits comerciais¹⁸.

3.11. Delineamento experimental e análise estatística

Os dados que não apresentaram normalidade ou homocedasticidade sofreram transformação logarítmica ou radicial. Para avaliar o efeito do treinamento sobre os parâmetros basais o delineamento utilizado foi em blocos ao acaso.

Para avaliar o efeito do treinamento durante cada tipo de teste sobre a FC, concentração de lactato, hematimetria, hematócrito, hemoglobina, leucometria, proteínas totais, porcentagem de linfócitos, porcentagem de neutrófilos e relação neutrófilo/linfócito, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com arranjo em parcelas subdivididas (Bloco= animal; Parcela= antes e após condicionamento; Subparcela= momentos de coleta em cada velocidade). Os testes em esteira foram comparados do início do exercício progressivo (4m/s) até a velocidade máxima alcançada pela maioria dos animais nos dois testes (8m/s). Já os testes a campo foram comparados utilizando-se as velocidades médias obtidas dos quatro andamentos aplicados. Para as velocidades aplicadas nos testes foi feito ajuste de modelo de regressão, sendo calculados os limiares de frequência cardíaca (V_{160} , V_{180} e V_{200}) e de lactato (V_{La2} e V_{La4}).

¹⁵ Biosystem®

¹⁶ Katal®

¹⁷ Synermed™

¹⁸ Cortisol Coat-A-Count

Devido às diferentes características entre os testes em esteira e a campo, não foi possível compará-los diretamente, sendo então estimados os principais parâmetros nos testes a campo e nos testes em esteira, por meio de ajuste de modelo de regressão, nas velocidades V_{La2} , V_{La4} , V_{160} , V_{180} e V_{200} . Foi constituído um quadro comparativo com os dados obtidos, no qual foi considerada significativa diferença acima de 5%, sendo contabilizados quantos parâmetros foram semelhantes nestas velocidades.

Para comparações entre os testes em esteira e a campo em relação aos valores basais, valores máximos alcançados e o período de recuperação de hematimetria, hematócrito, hemoglobina, leucometria, proteínas totais, porcentagem de linfócitos, porcentagem de neutrófilos, relação neutrófilo/linfócito, frequência cardíaca, temperatura retal, frequência respiratória e concentração de lactato o delineamento foi o de blocos ao acaso com arranjo em parcelas subdivididas (Bloco= animal; Parcela= tipo de teste; Subparcela= momentos de coleta). As concentrações de cortisol foram comparadas da mesma forma, porém somente no período de recuperação e valores basais.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Testes físicos em esteira ergométrica e a campo

O tempo total médio de exercício progressivo, a partir da velocidade de 4m/s até a fadiga, foi de 631,28 segundos antes do treinamento (AT), sendo menor que depois do treinamento (DT), que teve média de 702,57 segundos ($p < 0,05$). Este fato indicou efeito positivo do treinamento aeróbio sobre o desempenho dos animais. A figura 8 ilustra as velocidades máximas alcançadas pelos animais antes da fadiga nos dois testes. Por ser a velocidade de 8 m/s alcançada por maior número de animais (85%) AT e DT, esta foi a velocidade máxima utilizada na comparação dos testes em esteira.

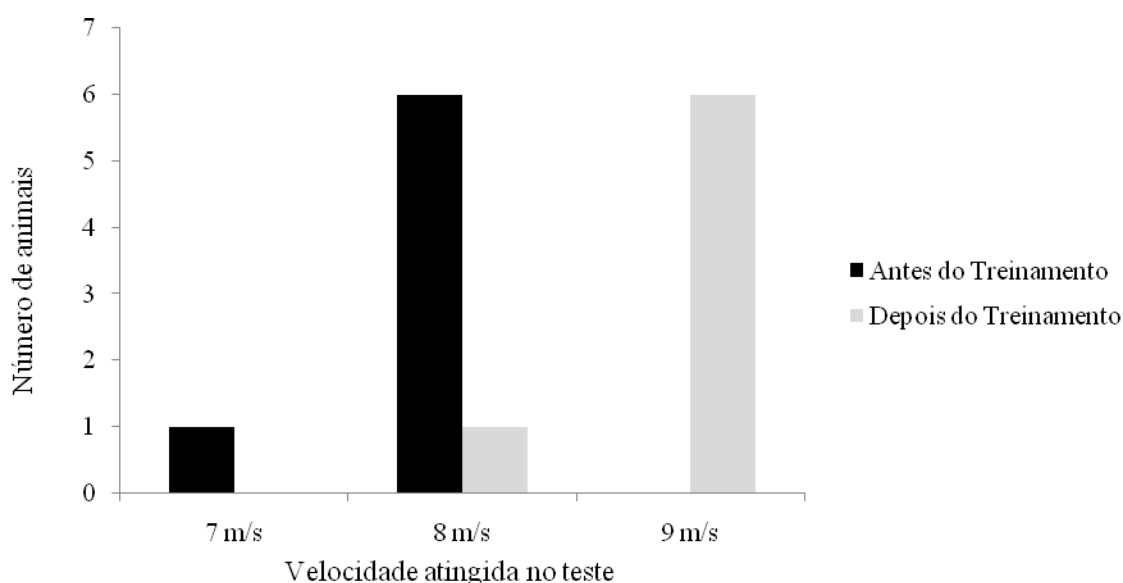


Figura 8. Velocidade máxima antes da fadiga de sete éguas da raça Mangalarga Marchador em dois testes de exercício progressivo em esteira ergométrica, antes (AT) e depois de 42 dias de treinamento (DT)

A tabela 2 traz as temperaturas ambientais e umidade relativa do ar nos dias dos testes a campo, obtidas pela estação meteorológica da Vila Militar, tendo sido registradas maiores temperaturas nos testes realizados depois do treinamento. As velocidades médias dos andamentos realizados nos testes a campo obtidas através dos dados do GPS encontram-se na tabela 3.

Tabela 2. Temperatura máxima, média e mínima e Umidade Relativa do Ar nos dias dos testes a campo realizados por éguas Mangalarga Machador, antes (AT) e depois de 42 dias de treinamento (DT), nos meses de Dezembro/2009 e Janeiro/2010, respectivamente

Treinamento	Teste a campo	Temperatura máxima (°C)	Temperatura média (°C)	Temperatura mínima (°C)	Umidade Relativa do Ar(%)
AT	Primeiro dia	34,6	29,6	24,2	58
	Segundo dia	32,3	27,5	22,4	69
DT	Primeiro dia	40,2	31,9	24,5	52
	Segundo dia	39,5	30,9	25,7	57

Fonte: INMET

Tabela 3. Velocidades médias (m/s) obtidas nos dois testes a campo realizados por sete éguas da raça Mangalarga Marchador, antes e após 42 dias de treinamento

Andamento	Velocidade média (m/s)
Marcha reunida	3,5
Marcha alongada	4,2
Galope reunido	5,3
Galope alongado	8,3

A marcha reunida apresentou velocidade média próxima à descrita por Jordão *et al.* (2011) e Prates *et al.* (2009) nas provas de marcha da raça Mangalarga Marchador, em torno de 3,3 m/s (12 Km/h).

4.2. Efeito do treinamento sobre os valores basais

Foram observados menores médias basais de FC ($p < 0,05$) depois do treinamento (tabela 4), discordando de Evans (1994) que afirmou que no repouso a FC usualmente não diminui com o treinamento. Porém, o autor também afirmou que a FC do equino em repouso depende do grau individual de relaxamento, assim, menores valores na segunda coleta basal podem estar relacionados à adaptação dos animais ao ambiente e ao manejo. Prates (2007), trabalhando com animais da mesma raça, registrou maiores médias de FC antes das provas realizadas em três grupos experimentais, os quais receberam 0, 5 e 10 mg de suplementação de Cromo (Dia 1=50; 52; 57,25 bpm; Dia 2= 46; 47,25; 48 bpm; Dia 3= 48,75; 51,75; 55,75 bpm). No entanto, os animais já estavam sendo preparados para realizarem a prova simulada, enquanto que as coletas basais deste experimento foram realizadas com os animais em baia, em condição de maior tranquilidade.

Houve diferença ($p<0,05$) nos valores basais de FR (tabela 4), sendo observados maiores médias de FR após o treinamento, porém ainda assim inferiores às médias de FR registradas por Prates (2007) antes de provas de marcha.

Na tabela 4 verifica-se que não houve diferença em relação à temperatura retal basal DT ($p<0,05$), apesar de terem sido registradas temperaturas ambientais médias diárias superiores nos dias dos segundos testes em relação aos dias dos primeiros testes. As médias de TR ficaram bastante próximas às encontradas por Prates (2007).

Tabela 4. Valores médios basais de frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) de sete éguas da raça Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de treinamento

Nível de treinamento	FC (bpm)	FR (mpm)	TR (°C)
Sem treinamento	38,28 ^A	20,57 ^B	37,92 ^A
Após 42 dias	33,14 ^B	24,0 ^A	37,84 ^A

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo Tukey ($p<0,05$)

Não houve mudança ($p>0,05$) nos valores médios basais de lactato e proteínas totais com o treinamento (tabela 5), ambos dentro da faixa de variação normal, concordando com Kingston (2008) que afirmou que há poucas mudanças nos valores bioquímicos de repouso. As médias de lactato encontradas no repouso foram um pouco abaixo da descrita por Jordão (2009) antes de prova de marcha com animais da mesma raça, utilizando medidores portáteis, que foi de 1,84 mmol/L.

Tabela 5. Valores médios basais de lactato plasmático (mmol/L) e proteínas totais (PT) de sete éguas da raça Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de treinamento

Nível de treinamento	Lact. (mmol/L)	PT (g/dL)
Sem treinamento	0,911 ^A	6,69 ^A
Após 42 dias	1,05 ^A	6,41 ^A

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo Tukey ($p<0,05$)

Houve um aumento ($p<0,05$) nos valores médios basais de hematimetria e concentração de hemoglobina, porém não houve aumento no hematócrito ($p>0,05$) após o período de treinamento (tabela 6). O aumento da contagem de hemácias foi de 11,76% e da concentração de hemoglobina foi de 12,79%. De acordo com Kingston (2008), um grande número de estudos investigou a resposta do hemograma para vários tipos de treinamento,

sendo que a maior parte das pesquisas encontrou um aumento na contagem de células vermelhas, hematócrito e hemoglobina do sangue em repouso em cavalos submetidos a treinamento de alta intensidade. O autor sugere que aumento do número de hemácias observadas em cavalos com treinamento ocorre como resultado de uma maior demanda para o transporte de oxigênio, que estimula a produção de eritrócitos. No presente estudo, os animais passaram por um período de treinamento pouco intenso, pois os exercícios eram aeróbios, mas mesmo assim houve mudança na hematimetria e hemoglobina. Porém, o hemograma do repouso deve sempre ser interpretado com cautela, pois a reação do cavalo, bem como o tempo de coleta, podem causar variações nos índices eritrocitários (Kingston, 2008).

Tabela 6. Valores médios basais de hematimetria ($\times 10^6/\text{mm}^3$), hemoglobina (g/dL) e hematócrito (%) de sete éguas da raça Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de treinamento

Nível de treinamento	Hematimetria	Hemoglobina	Hematócrito
Sem treinamento	6,80 ^B	10,32 ^B	32,15 ^A
Após 42 dias	7,60 ^A	11,64 ^A	32,80 ^A

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Houve diminuição ($p < 0,05$) na contagem total de leucócitos no repouso DT (tabela 7). Este achado discorda de Kingston (2008) que afirmou não haver diferença com o treinamento na contagem de leucócitos. Apesar da diminuição na leucometria total, não houve diferença na porcentagem de linfócitos, neutrófilos e relação neutrófilos/linfócitos ($p > 0,05$) (tabela 7), neste caso concordando com Kingston (2008), que indicou não haver diferença na proporção dos diferentes leucócitos com o treinamento.

Tabela 7. Valores médios basais de leucometria ($\times 10^3/\text{mm}^3$), porcentagem de linfócitos e porcentagem de neutrófilos e relação neutrófilo/linfócito (N/L) de sete éguas da raça Mangalarga Marchador antes e após 42 dias de treinamento

Teste	Leucometria	Linfócitos	Neutrófilos	N/L
I	11,27 ^A	41,0 ^A	54,71 ^A	1,44 ^A
II	8,88 ^B	48,28 ^A	47,57 ^A	1,04 ^A

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

4.3. Efeito do treinamento sobre o desempenho dos animais nos testes em esteira e a campo

4.3.1. Frequência cardíaca

Na tabela 8 verifica-se que houve diferença ($p < 0,05$) sobre as médias de FC durante o exercício progressivo em esteira ergométrica AT e DT. No entanto, não foi observado nos testes a campo, os quais não apresentaram diferença AT e DT ($p > 0,05$) (tabela 9). Nos testes em esteira, pode-se observar uma melhora no condicionamento dos animais, concordando com Babusci e López (2007), que afirmaram que, após o treinamento, o equino deve ser capaz de desenvolver determinada velocidade a uma frequência cardíaca inferior à desempenhada antes de iniciar o treinamento. Porém, nos testes a campo ocorre a interferência de fatores psicogênicos na avaliação da frequência cardíaca, pois existe a presença do cavaleiro além de um ambiente aberto e também a presença da equipe de avaliação, o que pode ter influenciado para esse parâmetro não ser alterado com o treinamento.

O melhor condicionamento dos animais também pode ser observado qualitativamente através da avaliação da interface obtida pelo frequencímetro. Na figura 9 observam-se os testes em esteira AT e DT de um mesmo animal. Nota-se que depois do treinamento existem menos oscilações na linha de FC, indicando uma melhor adaptação do animal ao exercício. O mesmo pode ser observado no teste a campo, como pode ser visto na figura 10. Além de menores oscilações, nota-se que o animal realizou as etapas de marcha em FC inferiores, demonstrando uma adaptação do animal ao teste, ao cavaleiro e ao ambiente.

Tabela 8. Frequência cardíaca de éguas Mangalarga Marchador durante testes progressivos em esteira ergométrica, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste	Velocidades m/s					Médias	CV%
	4	5	6	7	8		
AT	159,14	181,71	203,00	213,14	218,14	195,02 ^A	4,54
DT	152,14	171,85	187,71	202,71	212,28	185,34 ^B	
Médias	155,64 ^d	176,78 ^c	195,35 ^b	207,92 ^a	215,21 ^a		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 9. Frequência cardíaca de éguas Mangalarga Marchador durante testes a campo, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste	Velocidades*				Médias	CV (%)
	3,5 m/s	4,2 m/s	5,3 m/s	8,3 m/s		
AT	168,00	178,00	184,00	213,42	185,85 ^A	8,49
DT	163,71	174,00	175,00	216,00	182,46 ^A	
Médias	165,85 ^b	176,85 ^b	179,07 ^b	214,85 ^a		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

* 3,5 m/s (marcha reunida), 4,2 m/s (marcha alongada), 5,3 m/s (galope reunido) e 8,3 m/s (galope alongado)

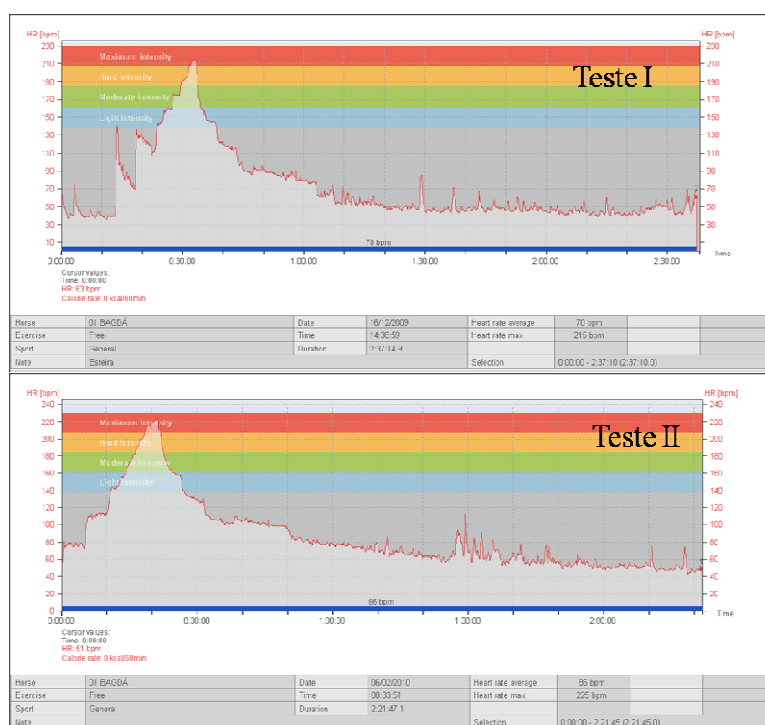


Figura 9. Comparação qualitativa de frequência cardíaca em dois testes progressivos em esteira ergométrica realizados antes e após 42 dias de treinamento aeróbico por uma égua Mangalarga Marchador

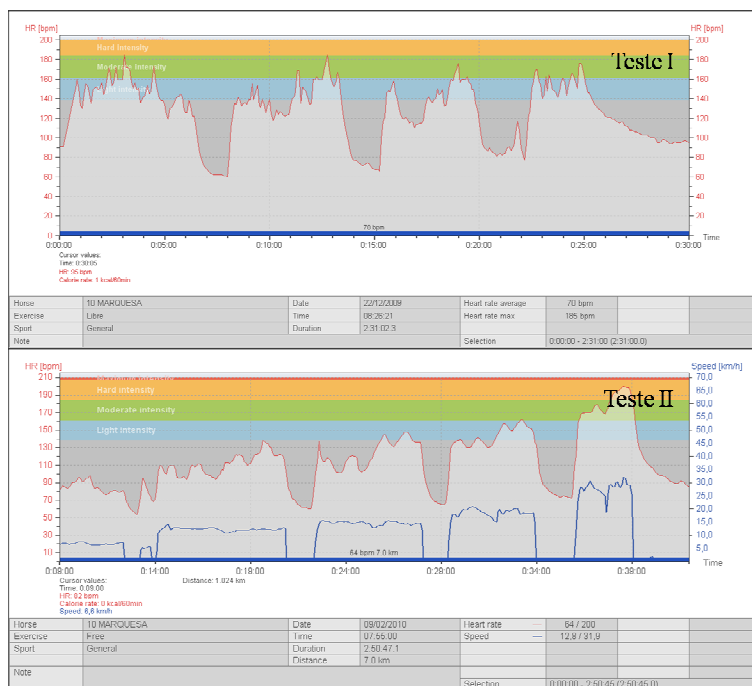


Figura 10. Comparação qualitativa de frequência cardíaca em dois testes a campo realizados antes e após 42 dias de treinamento aeróbico por uma égua Mangalarga Marchador

Assim como em outros estudos, a FC mostrou aumento dependente do incremento da intensidade de esforço. Durante os testes em esteira, houve diferença ($p < 0,05$) entre as etapas nas velocidades de 4; 5; 6; e 7 m/s em relação a anterior, apenas não havendo diferença entre 7 e 8 m/s, o que demonstra ter atingido a FCM, pois fica evidenciado a ocorrência de um platô. Ferraz *et al.* (2009), em experimento realizado com cavalos Puro Sangue Árabe (PRA), demonstraram a ocorrência de platô de 9 para 10 m/s, sendo a FCM atingida aos 10 m/s de 219 ± 2 bpm, que não diferiu da FC registrada aos 9 m/s. Este comportamento fisiológico é decorrente do aumento da atividade simpática, com liberação de catecolaminas, que promove, segundo Wilmore e Costill (1994) apud Ferraz *et al.* (2007), elevação do volume sistólico (0,7L para 2,0 L), a qual resulta em aumento do débito cardíaco de, em média, 30L/min. em repouso, para quase 300L/min.

Já nos testes a campo, houve diferença ($p < 0,05$) apenas do galope reunido (5,3 m/s) para o galope alongado (8,3 m/s) e não houve diferença entre valores de frequência cardíaca da marcha reunida, marcha alongada e galope reunido ($p > 0,05$). Babusci e López (2007) relataram que a frequência cardíaca possui alta correlação positiva com a velocidade em exercícios submáximos, porém fraca correlação positiva em exercícios de baixa e média intensidade, devido a fatores psicogênicos. Enquanto, na esteira a elevação

gradativa de velocidade permitiu livre movimentação do animal, no campo o animal era induzido pelo cavaleiro a realizar os andamentos definidos, isto pode ter ocasionado frequências cardíacas mais elevadas nos andamentos de baixa intensidade e por isso, não houve diferença entre os andamentos citados. De acordo com Poole e Erickson (2008), a expectativa do exercício inibe o controle cardiovascular pelo sistema nervoso parassimpático, prevalecendo o sistema nervoso simpático, e resultando em aumentos da FC, força de contração, volume ejetado e débito cardíaco.

Foram feitos ajustes de modelo de regressão da FC em relação à velocidade nos dois tipos de testes AT e DT (figuras 11 e 12). Os limiares V_{160} , V_{180} e V_{200} estimados através destes modelos encontram-se na tabela 10. Pode-se observar que a diferença entre os testes foi maior na V_{160} , pois no teste a campo, já a partir do primeiro andamento, registraram-se FC elevadas, um pouco acima de 160 bpm, o que prejudica a estimativa do parâmetro, pois este valor localiza-se fora dos pontos médios utilizados para o ajuste do modelo.

Pode-se observar também a estimativa de V_{200} é elevada AT no teste a campo foi elevada. Este achado pode ser devido à falta de condicionamento dos animais e excitação nas etapas de intensidade moderada, causando FC elevadas nas primeiras etapas do teste. Segundo Hinchcliff *et al.* (2008), altas frequências cardíacas no trote causam um declive na linha de regressão, indicando uma V_{200} falsamente elevada. A V_{200} fica mais próxima do teste em esteira DT, demonstrando melhor condicionamento dos animais e adaptação ao exercício. Desta forma, a avaliação de FC para determinar o condicionamento do animal deve sempre levar em conta a sua adaptação ao ambiente e ao exercício, além de ser feita uma avaliação qualitativa dos valores de FC como demonstrado na figura 10. Em caso de dúvida, o cálculo de V_{200} deve ser adiado até que o animal tenha completado o teste em estado relaxado (Hinchcliff *et al.*, 2008).

Santiago (2010) encontrou V_{200} de 8,55 e 7,95 m/s, antes e após treinamento, em equinos de CCE, não havendo diferença significativa entre eles. A V_{200} mais elevada do que a dos animais MM se deve às características atléticas distintas dos animais trabalhados por este autor.

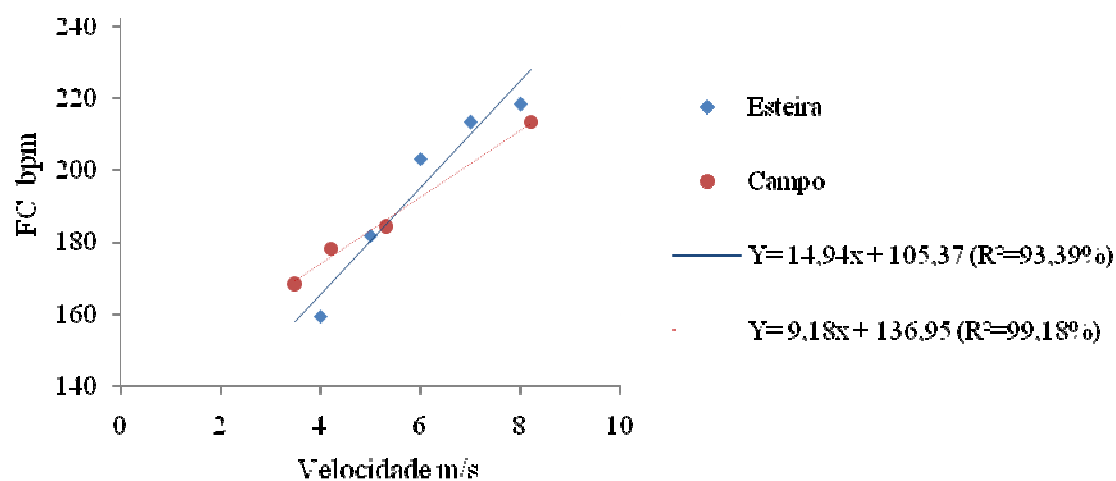


Figura 11. Médias da frequência cardíaca durante teste progressivo em esteira ergométrica e teste a campo realizado por éguas da raça Mangalarga Marchador sem treinamento

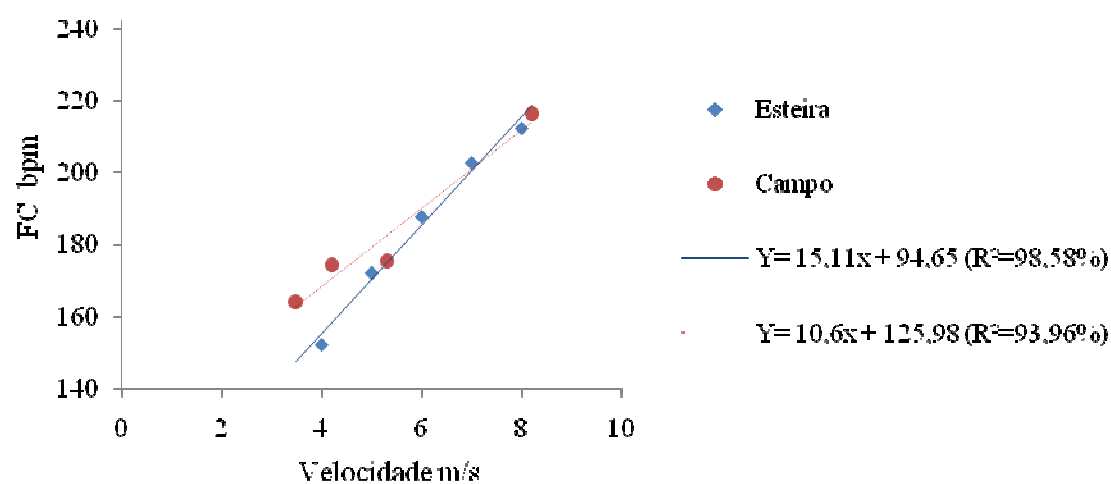


Figura 12. Médias da frequência cardíaca durante teste progressivo em esteira ergométrica e teste a campo realizado por éguas da raça Mangalarga Marchador após 42 dias de treinamento

Tabela 10. Velocidades (m/s) nas quais a frequência cardíaca estimada foi de 160, 180 e 200 batimentos por minuto (V_{160} , V_{180} e V_{200}) em dois tipos de teste de desempenho (em esteira ergométrica e a campo), antes e depois de 42 dias de treinamento

Variável	Teste	V_{160}	V_{180}	V_{200}
Sem treinamento	Esteira	3,66	4,99	6,33
	Campo	2,51	4,68	6,86
Após 42 dias	Esteira	4,32	5,64	6,97
	Campo	3,21	5,09	6,98
Ganho em velocidade	Esteira	0,66	0,65	0,64
	Campo	0,70	0,41	0,12

4.3.2. Concentrações de lactato

No teste progressivo em esteira ergométrica observou-se diferença ($p < 0,05$) nas concentrações plasmáticas de lactato AT e DT, com maiores valores observados AT (tabela 11). O mesmo ocorreu na avaliação a campo (tabela 12), sendo observadas menores concentrações de lactato DT ($p < 0,05$).

Tabela 11. Concentrações de plasmáticas de lactato (mmol/L) em dois testes progressivos em esteira ergométrica, realizados por éguas da raça Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste	Velocidades m/s					Médias	CV%
	4	5	6	7	8		
AT	3,535	4,349	6,688	11,232	14,645	6,834 ^A	10,75
DT	2,972	3,558	5,581	7,606	11,232	5,365 ^B	
Médias	3,238 ^e	3,930 ^d	6,105 ^c	9,222 ^b	12,880 ^a		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 12. Concentrações de plasmáticas de lactato (mmol/L) em dois testes de desempenho a campo, realizados por éguas da raça Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste	Velocidades*				Médias	CV%
	3,5 m/s	4,2 m/s	5,3 m/s	8,3 m/s		
AT	3,301	4,169	6,520	17,595	6,105 ^A	8,49
DT	3,065	3,540	5,539	13,793	5,178 ^B	
Médias	3,182 ^d	3,837 ^c	6,011 ^b	15,689 ^a		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

* 3,5 m/s (marcha reunida), 4,2 m/s (marcha alongada), 5,3 m/s (galope reunido) e 8,3 m/s (galope alongado)

Durante o teste em esteira, houve aumento de uma etapa em relação à anterior. O mesmo comportamento foi observado no teste a campo, havendo aumento de uma etapa de andamento para outra. Thomassian *et al.* (2005), avaliaram as concentrações de lactato do sangue total de 11 cavalos árabes, durante e após teste progressivo em esteira ergométrica. Os autores encontraram diferença somente a partir da velocidade de 9 m/s, sendo a média de $6,2 \pm 2,5$ mmol/L. Essa diferença pode ter ocorrido em virtude das diferenças de desempenho entre as raças, pois neste teste, 7 animais concluíram a etapa de 10 m/s e 4 foram até 11 m/s, acima das velocidades atingidas pelos animais MM. Os autores concluíram que a V_{La4} ocorreu na etapa de 8 m/s e, a partir daí, houve crescimento exponencial das concentrações de lactato. Porém, a comparação entre o trabalho de Thomassian *et al.* (2005) e o presente estudo deve ser cautelosa, pois, de acordo com Lindner e Boffi (2007), não se pode comparar valores de lactato medidos no sangue e no plasma, porque a partir de 2 mmol/L a concentração de lactato será sempre maior no plasma. Os valores máximos alcançados nos testes do presente experimento, da mesma forma, ficaram acima daqueles encontrados por Thomassian *et al.* (2005).

Conforme afirmou Evans (2000), as alterações que ocorrem no equilíbrio ácido-básico no exercício dependem da composição das fibras musculares dos músculos em exercício, o que é refletido pelas diferenças entre raças e a modalidade atlética desempenhada.

Apesar da discussão a respeito da produção e utilização do lactato pelo cavalo MM ser limitada, pois se desconhece sua composição muscular, Jordão *et al.* (2011), trabalhando com animais MM, registraram concentração de lactato do sangue total de 2,09 mmol/L após 50 min de prova de marcha, podendo indicar boa capacidade oxidativa de

suas fibras musculares. O pequeno aumento em relação à concentração basal de lactato (13,5%) verificado por Jordão *et al.* (2011), com concentração inferior ao limiar anaeróbio (4 mmol), deveu-se à intensidade do exercício, considerado submáximo, e, portanto, predominando a via oxidativa de produção de energia. Apesar da prova de marcha realizada por Jordão *et al.* (2011) apresentar velocidade semelhante à marcha reunida praticada no presente trabalho, a concentração foi inferior à observada nos testes a campo na primeira velocidade.

Foram feitos ajustes de modelo de regressão da concentração de lactato em relação à velocidade nos dois tipos de testes AT e DT (figuras 13 e 14). As estimativas de V_{La2} e V_{La4} (velocidades onde a concentração de lactato é de 2 e 4 mmol/L, respectivamente) estão descritas na tabela 13. Nota-se que estas velocidades foram menores nos testes a campo, ou seja, houve maior acúmulo de lactato quando os animais foram testados a campo, que pode ter ocorrido devido às maiores temperaturas no campo quando comparadas ao laboratório no qual se encontrava a esteira ergométrica. Segundo Hinchcliff *et al.* (2002), as concentrações de lactato são mensurações passíveis de interferência da temperatura ambiente e umidade relativa do ar. Outro fator que pode ter ocasionado maiores concentrações de lactato nos testes a campo foi o tempo em cada velocidade. No teste em esteira cada velocidade foi feita em tempo fixo de dois minutos, enquanto que no campo o tempo de exercício variou de acordo com a intensidade de cada etapa, já que a distância percorrida foi a mesma em todos os andamentos. Assim, durante a marcha, por exemplo, o tempo da etapa foi maior do que durante o galope, sendo o tempo de cada etapa maior do que o tempo de cada etapa no teste em esteira.

Tabela 13. Velocidades nas quais a concentração de lactato estimada foi de 2 e 4 mmol/L (V_{La2} e V_{La4}) em dois tipos de teste de desempenho (em esteira ergométrica e a campo), antes e depois de 42 dias de treinamento

Variável	Teste	V _{La2} (m/s)	V _{La4} (m/s)
Sem treinamento	Esteira	4,51	5,64
	Campo	4,03	5,26
Após 42 dias	Esteira	5,11	6,31
	Campo	4,46	5,78
Ganho em velocidade	Esteira	0,60	0,67
	Campo	0,43	0,52

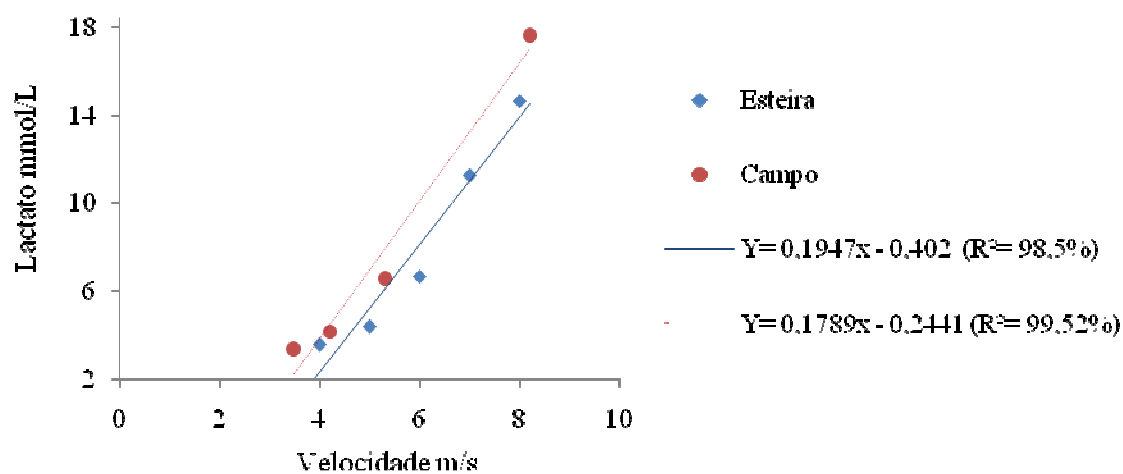


Figura 13. Médias das concentrações de lactato (mmol/L) durante teste progressivo em esteira ergométrica e teste a campo realizado por éguas da raça Mangalarga Marchador sem treinamento

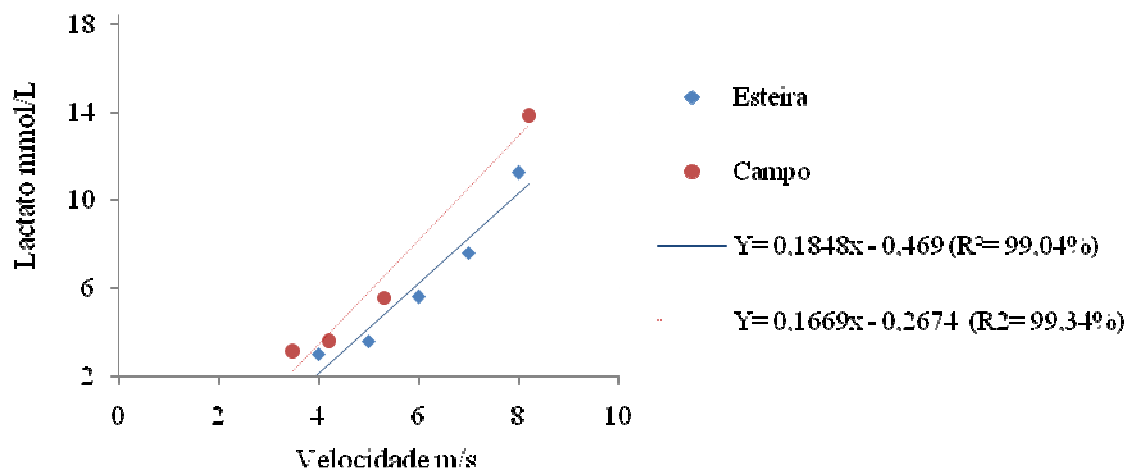


Figura 14. Médias das concentrações de lactato (mmol/L) durante teste progressivo em esteira ergométrica e teste a campo realizado por éguas da raça Mangalarga Marchador após 42 dias de treinamento

As V_{La4} ficaram abaixo daquelas encontradas por Prince *et al.* (2002), de $8,27 \pm 0,46$ m/s, e Thomassian *et al.* (2005), de 8m/s, em equinos da raça árabe utilizando sangue total. Castejón *et al.* (2007), trabalhando com animas Pura Raça Espanhola, encontrou V_{La2} e V_{La4} baixos, em torno de 4 e 5 m/s, respectivamente, e atribuíram esse resultado à idade dos animais e ao sedentarismo que se encontravam. No presente experimento, as éguas também estavam sedentárias AT.

Santiago (2010) verificou melhora com o treinamento nas estimativas de V_{La2} e V_{La4} em cavalos de CCE, sendo de 3,69 e 4,84 m/s no primeiro teste e 6,16 e 6,91 no segundo teste, respectivamente.

4.3.3. Hemograma série vermelha

Nos testes em esteira, a avaliação da série vermelha não mostrou diferença na hematimetria ($\text{cél.} \times 10^6$) e na concentração de hemoglobina (g/dL) nas médias AT e DT, até a velocidade de 8m/s, enquanto que o hematócrito (%) apresentou diferença ($p < 0,05$), sendo encontrados maiores valores AT (tabela 14). Este achado pode ter ocorrido devido a

um maior estresse dos animais no início do teste, com maior liberação de catecolaminas e consequente hemoconcentração, porém não afetou a hematimetria nem a concentração de hemoglobina. Nos testes a campo, não foi verificada diferença ($p>0,05$) AT e DT nos parâmetros analisados da série vermelha do hemograma (tabela 15).

Ainda avaliando as tabelas 14 e 15, verifica-se que durante os testes em esteira, pode-se observar um aumento progressivo de acordo com a intensidade do exercício, sendo os maiores valores de hematimetria e hematócrito nas velocidades de 7 e 8 m/s, enquanto que as concentrações de hemoglobina foram semelhantes desde a velocidade de 5 m/s até 8m/s. Nos testes a campo as maiores médias de todos os parâmetros da série vermelha ocorreram no galope alongado, sendo semelhante ao galope reunido apenas na contagem de hemácias.

Tabela 14. Hemograma série vermelha durante dois testes em esteira, realizados por éguas da raça Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste	Velocidades (m/s)					Médias	CV (%)
	4	5	6	7	8		
Hematimetria (x10 ⁶ /mm ³)							
AT	9,11	9,56	9,90	9,95	10,24	9,75 ^A	6,88
DT	8,99	9,30	9,61	10,32	10,56	9,76 ^A	
Médias	9,05 ^d	9,58 ^{bc}	9,60 ^{bc}	10,13 ^{ab}	10,40 ^a		
Hematócrito (%)							
AT	42,60	44,88	46,62	47,02	48,58	45,94 ^A	4,03
DT	39,21	42,67	42,45	45,25	46,85	43,17 ^B	
Médias	40,90 ^d	43,47 ^c	44,54 ^{bc}	46,14 ^{ab}	47,72 ^a		
Hemoglobina (g/dL)							
AT	13,41	14,32	14,78	14,97	15,24	14,54 ^A	6,89
DT	13,75	14,17	14,55	15,61	15,61	14,74 ^A	
Médias	13,58 ^c	14,44 ^{ab}	14,47 ^{ab}	15,29 ^a	14,43 ^a		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p<0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p<0,05$)

De acordo com McGowan (2008) durante o exercício, sob a influência de catecolaminas, há contração do baço e liberação de eritrócitos, sendo o hematócrito

máximo um indicador mais confiável de verdadeiro volume de células vermelhas em cavalos. Entretanto, grande parte deste aumento é atribuível a desvios de líquidos do plasma.

Kowal *et al.* (2006), trabalhando com animais PSI, encontraram diferença significativa em teste progressivo em esteira ergométrica em todos as velocidades em relação à anterior, exceto de 10 para 11m/s e 11 para 12m/s. As maiores médias atingidas na contagem de hemáceas, hematócrito e hemoglobina pelos animais no experimento de Kowal *et al.* (2006) foram $13,11 \times 10^6/\text{mm}^3$, 65,66% e 22,03 g/dL, respectivamente.

Tabela 15. Hemograma série vermelha de éguas da raça Mangalarga Marchador durante dois testes a campo, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste	Velocidades*				Médias	CV%
	3,5 m/s	4,2 m/s	5,3 m/s	8,3 m/s		
Hematimetria (x10 ⁶ /mm ³)						
AT	9,00	9,26	9,50	9,74	9,38 ^A	3,40
DT	9,28	9,49	9,71	10,01	9,62 ^A	
Médias	9,14 ^c	9,37 ^{bc}	9,60 ^{ab}	9,87 ^a		
Hematócrito(%)						
DT	42,21	43,47	44,67	46,11	44,11 ^A	2,28
AT	40,74	41,64	42,75	45,80	42,73 ^A	
Médias	41,47 ^d	42,55 ^c	43,71 ^b	45,95 ^a		
Hemoglobina (g/dL)						
AT	13,71	14,01	14,30	14,74	14,19 ^A	2,02
DT	13,97	14,17	14,44	15,41	14,50 ^A	
Médias	13,84 ^c	14,09 ^{bc}	14,37 ^b	15,07 ^a		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

* 3,5 m/s (marcha reunida), 4,2 m/s (marcha alongada), 5,3 m/s (galope reunido) e 8,3 m/s (galope alongado)

Ferraz *et al.* (2007) verificaram um aumento menor, principalmente no hematócrito, em cavalos Puro Sangue Árabe, quando comparados aos aumentos encontrados em trabalhos com PSI, que seria em torno de 60-65%, atribuindo esta diferença a maiores volumes plasmáticos da raça PSA. O aumento do hematócrito encontrado por Ferraz *et al.* (2007) foi de 35,9% (no repouso era $39 \pm 1\%$ e passou para $53 \pm 0,7\%$ aos 10 m/s), ainda assim, superior aos aumentos registrados no presente experimento, os quais não chegaram

a 20% em nenhum dos testes, confirmando a suspeita de que o aumento destas variáveis está relacionado à raça.

Pereira *et al.* (2008b), trabalhando com animais MM, registraram, após prova de marcha com duração de 50 minutos, hematócrito e contagem de hemácias dentro dos parâmetros indicados para o repouso, tanto para animais controle quanto para os que foram suplementados com cromo, sendo 31,39 e 30,72% e 8,85 e 8,71 ($\times 10^6/\text{mm}^3$), respectivamente. Os autores afirmaram que não houve alteração devido ao fato de o exercício praticado ter sido de intensidade moderada (12 Km/h ou 3,3 m/s), abaixo das velocidades mínimas dos exercícios testados neste experimento.

4.3.4. Hemograma série branca

Tanto nos testes em esteira, quanto nos testes a campo, verificou-se diferença na contagem de leucócitos ($p < 0,05$) AT e DT, sendo encontrados maiores valores AT (tabelas 16 e 17). Pereira *et al.* (2008b) encontraram contagem total de leucócitos em animais MM de 12,68 e 12,45 ($\times 10^3/\text{mm}^3$), respectivamente, em éguas controle e éguas suplementadas com cromo, após 50 minutos de prova de marcha. No teste em esteira AT já na primeira velocidade verificaram-se valores superiores aos normais descritos por Thomassian (1990), entre 7 e 13 mil células/ mm^3 . E no teste a campo AT, no galope reunido a contagem total de leucócitos estava acima da faixa de normalidade. Esses altos valores AT podem ser relacionados a um maior estresse dos animais, já que estavam em um período de adaptação aos exercícios.

Durante os testes em esteira, houve diferença somente na etapa de galopes a 7 e 8 m/s em relação à etapa anterior, havendo um aumento de 35,22% AT e 49,88% DT em relação aos valores basais (tabela 16). Nos testes a campo, dos valores basais para o galope alongado, foi observado aumento de 22,18% e 30,63%, AT e DT, respectivamente (tabela 17), demonstrando que o teste em esteira apresentou maior intensidade ou maior estresse. O aumento ocorrido nos testes em esteira foram maiores do que o aumento descrito por Bayly e Klyne (2007) que descrevem que, após um exercício máximo, o número total de glóbulos brancos pode ter um leve aumento, de até 30%. Ferraz *et al.* (2007) encontraram um aumento de 20,5% na velocidade de 10 m/s, em relação aos valores de repouso (repouso=8,73 e 10m/s= 10,52 $\times 10^3/\text{mm}^3$), bem inferiores aos encontrados neste experimento.

Esta elevação das células brancas resulta da ação de hormônios como as catecolaminas que são liberadas em situações de medo, excitação ou durante o exercício vigoroso (Paludo *et al.*, 2002), e que atuam principalmente no baço. A partir destes dados pode-se supor que o teste em esteira produziu maior estresse que o teste a campo. Kowal *et al.* (2006), realizando teste de exercício progressivo em esteira ergométrica em cavalos Puro Sangue Inglês, encontraram aumento na contagem total de leucócitos no início do exercício em relação ao valor de repouso, e 10 minutos após o final do exercício, relacionando essas alterações ao estresse.

Tabela 16. Hemograma série branca durante dois testes em esteira, realizados por éguas da raça Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Coeficiente de variação (CV)							
Teste	Velocidades m/s					Médias	CV%
	4	5	6	7	8		
Contagem total de leucócitos (x10 ³ /mm ³)							
AT	13,68	13,90	14,07	14,71	15,24	14,52 ^A	6,79
DT	12,22	12,45	11,95	12,98	13,31	12,58 ^B	
Médias	12,95 ^c	13,01 ^c	13,17 ^c	13,85 ^{ab}	14,28 ^a		
Neutrófilos (%)							
AT	41,71	38,14	38,00	35,85	37,14	38,17 ^A	11,70
DT	41,85	44,28	46,57	40,42	39,57	42,54 ^A	
Médias	41,78 ^a	41,21 ^a	42,28 ^a	38,14 ^a	38,35 ^a		
Linfócitos (%)							
AT	53,71	57,14	57,57	58,57	60,00	57,40 ^A	9,01
DT	52,28	49,71	48,71	53,57	55,28	51,91 ^B	
Médias	53,00 ^a	53,42 ^a	53,14 ^a	56,07 ^a	57,64 ^a		
Relação neutrófilo/linfócito							
AT	0,83	0,68	0,68	0,65	0,62	0,69 ^A	8,32
DT	0,84	0,95	1,01	0,82	0,77	0,88 ^B	
Médias	0,83 ^a	0,82 ^a	0,85 ^a	0,72 ^a	0,71 ^a		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 17. Hemograma série branca durante dois testes a campo, realizados por éguas da raça Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste	Velocidades*				Médias	CV%
	3,5 m/s	4,2 m/s	5,3 m/s	8,3 m/s		
Contagem total de leucócitos (x10 ³ /mm ³)						
AT	12,71	12,72	13,32	13,77	13,13 ^A	3,42
DT	10,87	11,32	11,34	11,60	11,28 ^B	
Médias	11,79 ^c	12,02 ^{bc}	12,33 ^{ab}	12,68 ^a		
Neutrófilos (%)						
AT	50,57 ^{aA}	41,00 ^{bA}	39,57 ^{bA}	43,14 ^{abA}		13,50
DT	36,85 ^{aB}	41,14 ^{aA}	41,14 ^{aA}	42,57 ^{aA}		
Linfócitos (%)						
AT	43,85 ^{bB}	53,57 ^{aA}	55,14 ^{aA}	53,00 ^{aA}		9,54
DT	58,85 ^{aA}	55,42 ^{aA}	55,14 ^{aA}	53,85 ^{aA}		
Relação neutrófilo/linfócito						
AT	1,18 ^{aA}	0,82 ^{bA}	0,79 ^{bA}	0,84 ^{bA}		23,01
DT	0,68 ^{aB}	0,81 ^{aA}	0,80 ^{aA}	0,89 ^{aA}		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

* 3,5 m/s (marcha reunida), 4,2 m/s (marcha alongada), 5,3 m/s (galope reunido) e 8,3 m/s (galope alongado)

Ainda analisando a tabela 16, nota-se que não houve diferença na porcentagem de neutrófilos AT e DT no teste em esteira, nem mudanças significativas durante o exercício progressivo ($p > 0,05$). No teste a campo também não houve diferença na porcentagem de neutrófilos ($p > 0,05$), porém AT essa porcentagem diminuiu do primeiro para o segundo e o terceiro andamento. Houve diferença na relação neutrófilo/linfócito DT no teste em esteira ($p < 0,05$), devido a uma maior porcentagem de linfócitos no primeiro teste. No teste a campo DT, tabela 17, houve maior porcentagem de linfócitos ($p < 0,05$) apenas na marcha reunida. Maiores valores na contagem global de leucócitos e linfócitos confirmam mais uma vez maior estresse dos animais AT, semelhante ao observado no hemograma da série vermelha, pois de acordo com Kingston (2008), catecolaminas e cortisol podem levar à mobilização dessas células do pool marginal, aumentando a contagem de leucócitos. Na porcentagem de neutrófilos houve diferença apenas entre marcha reunida, marcha alongada e galope reunido AT ($p < 0,05$).

Durante os exercícios progressivos em esteira e durante os testes a campo, não foi observada diferença na relação neutrófilo/linfócito, o que contradiz Kingston (2008), o qual descreveu que imediatamente após o galope, há uma mudança na razão neutrófilo/linfócito, mas pouca mudança na contagem total de leucócitos. Ainda de acordo com o mesmo autor, após o galope ocorre uma linfocitose transitória, com uma diminuição na razão neutrófilos/linfócitos. Essas alterações são provavelmente secundárias à liberação de catecolaminas e a contração esplênica.

4.3.5. Proteínas totais

Foi observado efeito do treinamento sobre os valores das proteínas plasmáticas totais nos testes em esteira, com maiores valores AT, porém essa diferença não foi evidenciada nos testes a campo (tabelas 18 e 19). Somente na velocidade de 8m/s AT no teste em esteira, a média de proteínas totais foi superior à faixa de normalidade descrita por Kaneko (1997), de 5,20 a 7,90g/dL. Bayly e Kline (2007) descreveram que a concentração de proteínas plasmáticas pode ser alterada em consequência do treinamento e do exercício. Segundo os autores, quando se inicia o treinamento, pode-se observar uma leve diminuição das proteínas plasmáticas durante os dois primeiros meses e uma elevação subsequente com o exercício.

De acordo com Kingston (2008) e McGowan (2008), a extensão da mudança de fluidos e eletrólitos do compartimento vascular para o tecido espaço extracelular, com consequente aumento das proteínas plasmáticas totais, parece estar relacionada à duração e à intensidade do exercício. Como os animais não tinham condicionamento no primeiro teste, a velocidade de 8m/s foi a máxima para a maioria dos animais, enquanto que no segundo teste ainda não haviam alcançado o esforço máximo nesta velocidade, talvez por isso tenha ocorrido diferença entre os testes em esteira AT e DT e não foi observada esta diferença nos testes realizados a campo.

Tabelas 18. Proteínas Plasmáticas Totais (g/dL) durante dois testes em esteira, realizados por éguas da raça Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste	Velocidades m/s					Médias	CV%
	4	5	6	7	8		
AT	7,17	7,46	7,52	7,58	8,15	7,57 ^A	
DT	6,61	6,85	6,42	6,57	7,26	6,74 ^B	8,32
Médias	6,89 ^b	7,16 ^{ab}	6,97 ^b	7,07 ^{ab}	7,70 ^a		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 19. Proteínas Plasmáticas Totais (g/dL) de éguas da raça Mangalarga Marchador durante dois testes a campo, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste	Velocidades*				Médias	CV%
	3,5 m/s	4,2 m/s	5,3 m/s	8,3 m/s		
AT	6,83	7,19	6,92	7,17	7,03 ^A	
DT	6,84	7,10	7,13	7,92	7,25 ^A	5,92
Médias	6,83 ^b	7,14 ^{ab}	7,03 ^b	7,55 ^a		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p < 0,05$)

* 3,5 m/s (marcha reunida), 4,2 m/s (marcha alongada), 5,3 m/s (galope reunido) e 8,3 m/s (galope alongado)

4.4. Comparação entre os testes em esteira e a campo

As tabelas 20 e 21 apresentam resultados dos parâmetros sanguíneos estimados por testes em esteira e a campo realizados AT e DT, nas velocidades em que os animais atingiram 160, 180 e 200 bpm de FC (V_{160} , V_{180} e V_{200}) e concentrações plasmáticas de 2 e 4 mmol/L de lactato (V_{La2} e V_{La4}). Não foi possível desenvolver um modelo para as médias de proteínas totais, porcentagem de linfócitos, porcentagem de neutrófilos e relação neutrófilo/linfócito.

Na comparação das velocidades de limiares entre teste em esteira e teste a campo AT (tabela 20), nota-se que somente a V_{La2} apresentou diferença menor que 5%, sendo considerados, então, semelhante entre os dois testes. No entanto, dos parâmetros estimados dentro dessas velocidades 14 (70%) dos parâmetros estimados foram semelhantes, enquanto que 6 (30%) foram considerados diferentes, dentre os quais, encontram-se todos os valores estimados de leucometria. Isto demonstra que o teste a campo produziu

respostas metabólicas semelhantes ao do teste em esteira, apresentando diferença apenas na leucometria, provavelmente devido ao maior esforço no teste em esteira.

Na comparação das velocidades V_{160} , V_{180} , e V_{200} , V_{La2} e V_{La4} entre teste em esteira e teste a campo DT (tabela 21), foi observada semelhança apenas na V_{200} , o qual é um limiar bastante utilizado na avaliação e instituição de treinamentos. Tanto AT quanto DT, a velocidade mais discrepante foi a V_{160} , pelo fato de o teste a campo causar altas FC já nos primeiros andamentos, como já discutido anteriormente. Ainda observando a tabela 21, nota-se uma semelhança dos parâmetros estimados nos dois tipos de teste de 75% (15 em 20) e, mais vez, houve diferença na leucometria, totalizando 25% dos parâmetros estimados.

Uma maior contagem de leucócitos nos testes em esteira, com já demonstrado anteriormente, poderia indicar maior esforço ou maior estresse neste tipo de teste. Porém, devem-se analisar outros parâmetros em conjunto, como por exemplo, a concentração de cortisol.

Tabela 20. Hematimetria ($\times 10^6/\text{mm}^3$), hemoglobina (g/dL), hematócrito (%) e leucometria ($\times 10^3/\text{mm}^3$) estimados nos limiares de frequência cardíaca (V_{160} , V_{180} e V_{200}) e lactato (V_{La2} e V_{La4}) em dois tipos de testes de desempenho físico (em esteira ergométrica e a campo) realizados por éguas Mangalarga Marchador sem condicionamento

Parâmetro	Modelo	R ² (%)	V ₁₆₀	V ₁₈₀	V ₂₀₀	V _{La2}	V _{La4}	
Velocidade m/s	Esteira		3,66	4,99	6,33	4,51	5,64	
	Campo		2,51	4,68	6,86	4,03	5,26	
	Diferença (%)		31,42	6,21	8,37	4,67	5,94	
Hematimetria	Esteira	Y= 0,264x + 8,168	93,93	9,13	9,49	9,84	9,36	9,66
	Campo	Y= -0,041x ² + 0,634x + 7,301	99,76	8,63	9,37	9,72	9,19	9,50
	Diferença (%)		5,48	1,21	1,20	1,80	1,61	
Hemoglobina	Esteira	Y= -0,111x ² + 1,764x + 8,186	98,54	13,16	14,22	14,90	13,88	14,60
	Campo	Y= 0,201x + 13,12	94,85	13,62	14,06	14,50	13,93	14,18
	Diferença (%)		3,57	1,15	2,72	0,33	2,92	
Hematócrito	Esteira	Y= 1,411x + 37,47	95,20	42,63	44,51	46,40	43,83	45,43
	Campo	Y= 0,753x + 40,1	91,51	41,90	43,53	45,18	43,04	43,97
	Diferença (%)		1,72	2,19	2,64	1,80	3,21	
Leucometria	Esteira	Y= 0,392x + 11,96	93,67	13,39	13,92	14,44	13,73	14,17
	Campo	Y= 0,231x + 11,90	91,83	12,48	12,98	13,48	12,83	13,12
	Diferença (%)		6,83	6,72	6,62	6,53	7,45	

Tabela 21. Hematimetria ($\times 10^6/\text{mm}^3$), hemoglobina (g/dL), hematócrito (%) e leucometria ($\times 10^3/\text{mm}^3$) estimados nos limiares de frequência cardíaca (V_{160} , V_{180} e V_{200}) e lactato (V_{La2} e V_{La4}) em dois tipos de testes de desempenho físico (em esteira ergométrica e a campo) realizados por éguas Mangalarga Marchador após 42 dias de treinamento aeróbio

Parâmetro	Modelo	R ² (%)	V ₁₆₀	V ₁₈₀	V ₂₀₀	V _{La2}	V _{La4}	
Velocidade m/s	Esteira		4,32	5,64	6,97	5,11	6,31	
	Campo		3,21	5,09	6,98	4,46	5,78	
	Diferença (%)		25,69	9,75	0,14	12,72	8,34	
Hematimetria	Esteira	Y= 0,387x + 7,437	83,49	9,11	9,62	10,13	9,41	9,88
	Campo	Y= 0,143x + 8,86	94,01	9,32	9,59	9,86	9,50	9,69
	Diferença (%)		2,31	0,33	2,73	0,88	1,94	
Hemoglobina	Esteira	Y= 0,477x + 11,87	79,89	13,94	14,57	15,20	14,31	14,89
	Campo	Y= 0,301x + 12,89	99,72	13,86	14,42	14,99	14,23	14,63
	Diferença (%)		0,58	1,00	1,39	0,57	1,72	
Hematócrito	Esteira	Y= 1,847x + 32,08	96,62	40,06	42,50	44,95	41,52	43,73
	Campo	Y= 1,04x + 37,19	99,88	40,53	42,48	44,45	41,83	43,21
	Diferença (%)		1,17	0,03	1,12	0,75	1,21	
Leucometria	Esteira	Y= 0,271x + 10,96	59,32	12,13	12,49	12,85	12,35	12,67
	Campo	Y= 0,122x + 10,63	72,72	11,02	11,25	11,48	11,17	11,34
	Diferença (%)		9,16	9,92	10,65	9,50	10,54	

4.5. Valores máximos e recuperação

4.5.1. Frequência cardíaca

Na tabela 22, avaliando-se os valores máximos alcançados de FC e recuperação AT, não houve diferença entre o teste a campo e o teste em esteira ($p>0,05$). Tanto no campo quanto na esteira AT, os valores de FC não retornaram aos valores basais até 120 minutos. Já na comparação feita DT, houve diferença entre os testes em esteira e a campo ($p<0,05$) nos momentos de recuperação aos 30 e 60 minutos, havendo retorno aos valores basais aos 120 min no teste a campo, enquanto que no teste em esteira aos 120 min os animais não haviam retornado à FC basal, provavelmente porque este exercício foi de maior intensidade. Outra explicação para ter ocorrido demora na recuperação no teste em esteira é o fato de os animais saírem de uma sala climatizada e irem para o exterior do laboratório para a recuperação, onde a temperatura era mais elevada.

Tabela 22. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de frequência cardíaca (bpm) após testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste	Momento da coleta					Médias	CV (%)
	Basal	Máximo	30 min	60 min	120 min		
AT							
Campo	38	214	76	52	45	68 ^A	4,24
Esteira	38	224	83	60	48	72 ^A	
Médias	38 ^e	219 ^a	79 ^b	56 ^c	47 ^d		
DT							
Campo	33 ^{Ac}	214 ^{Aa}	63 ^{Bb}	59 ^{Bb}	42 ^{Ac}	-	4,44
Esteira	33 ^{Ad}	229 ^{Aa}	98 ^{Ab}	76 ^{Ab}	48 ^{Ac}	-	

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p<0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem pelo Tukey ($p<0,05$)

Em relação ao treinamento, não foi observada mudança AT e DT ($p>0,05$) nas médias de FC em nenhum dos tipos de teste. Segundo Gómez *et al.* (2004), os valores de FC obtidos durante a recuperação após o exercício são influenciados pela capacidade física dos animais, condicionada pelo treinamento prévio, pela intensidade e duração do

mesmo e pelas condições ambientais às quais os animais estão expostos. Por isso, a avaliação da recuperação da FC pós-exercício é a melhor ferramenta para diagnosticar os progressos durante o treinamento. Santiago (2010) também não verificou diferença com o treinamento nos testes realizados em cavalos de CCE, porém afirmou que no segundo teste em esteira os animais tenham tido um maior gasto metabólico, devido a maiores velocidades alcançadas no teste, e, por este motivo, não haver diferença no período de recuperação poderia ser considerado uma melhora no condicionamento dos animais. No presente experimento, isto também ocorreu no teste em esteira, e no teste a campo, apesar de também não haver diferença, pode ser considerado uma melhora no treinamento os animais terem retornado aos valores basais aos 120 min DT, mais rapidamente do que AT.

Ferraz *et al.* (2009), trabalhando com cavalos Puro Sangue Árabe treinados, registraram redução significativa da FC na fase de desaquecimento após realização de teste de esforço em esteira. A FC cardíaca foi obtida até 30 minutos após o final do teste e esta se igualou, estatisticamente, com a etapa de aquecimento. Pereira *et al.* (2008a), estudando a frequência cardíaca de éguas MM submetidas a exercício de marcha por 50 minutos, verificaram a oscilação durante o exercício de 105 a 156, e retorno aos valores de repouso 20 minutos após o final do exercício. Resultados semelhantes foram encontrados por Prates *et al.* (2009) trabalhando com animais MM e exercício similar ao realizado por Pereira *et al.* (2008a). Os autores atribuíram a rápida recuperação dos animais à intensidade submáxima do exercício praticado. Santiago (2010), que trabalhou com animais de CCE, verificou retorno aos valores basais, após a FCM obtida em testes de exercício progressivo em esteira, entre 45,1 e 44,1 minutos, antes e após treinamento, sem diferença entre os testes.

4.5.2. Concentrações de lactato

Em relação às concentrações de lactato (tabela 23), não houve diferença entre os testes a campo e em esteira ($p>0,05$) AT. Apesar dos animais se exercitarem até a fadiga no teste em esteira, os picos dos dois tipos de testes foram semelhantes e o retorno aos valores basais se deu aos 120 min em ambos. A ausência de diferença no pico de lactato pode ser devido ao fato dos animais no campo estarem sujeitos a maiores temperaturas, já que este é um parâmetro influenciado pela temperatura ambiente.

Tabela 23. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de lactato plasmático (mmol/L) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste		Momento da coleta				Médias	CV%
Basal	Máximo	30 min	60 min	120 min			
AT							
Campo	0,874	15,59*	10,53*	3,44	1,17	4,11 ^A	17,07
Esteira	0,874	13,45	6,94	4,26	1,576	3,73 ^A	
Médias	0,874 ^d	14,66 ^a	8,57 ^b	3,35 ^c	1,36 ^d		
DT							
Campo	0,958 ^{cA}	11,82 ^{aA*}	3,47 ^{bB*}	1,35 ^{cB}	0,794 ^{cA}	-	22,22
Esteira	0,958 ^{cA}	14,48 ^{aA}	9,00 ^{aA}	3,51 ^{bA}	1,36 ^{cA}	-	

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre campo e esteira pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre os momentos de coleta pelo Tukey ($p < 0,05$)

* Houve diferença entre antes (AT) e depois do treinamento (DT) ($p < 0,05$)

A avaliação feita DT mostra diferença entre campo e esteira somente no período de recuperação, aos 30 e 60 min, havendo uma recuperação mais rápida no teste a campo e retorno ao valor basal aos 60min de recuperação. Houve, portanto, diferença com o treinamento nos testes a campo ($p < 0,05$), apresentando menores concentrações plasmáticas de lactato DT, indicando melhor condicionamento dos animais ou menor estresse. O pico no segundo teste a campo foi inferior ao primeiro e no período de recuperação a média aos 30 min foi menor.

Semelhante ao que ocorreu na FC, apesar de não ocorrer mudança DT nos testes em esteira, pode-se considerar que houve uma melhora no condicionamento, pois os animais alcançaram velocidades maiores e fizeram maior esforço do que no primeiro teste e, ainda assim, se recuperaram de forma similar AT. De acordo com Castejón *et al.* (2007), quando o cavalo é submetido a um exercício aeróbio programado, aumenta a participação das rotas metabólicas aeróbias, como a glicólise aeróbia e betaoxidação dos ácidos graxos, havendo um atraso na acumulação de lactato num exercício incremental.

4.5.3. Hemograma série vermelha

Não houve diferença entre os tipos de testes a campo ou em esteira ($p>0,05$) na análise do hemograma série vermelha (hematimetria, hematócrito e hemoglobina), relação aos valores máximos alcançados e no período de recuperação (tabelas 24, 25 e 26).

Tabela 24. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de hematimetria ($\times 10^6/\text{mm}^3$) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste	Momento da coleta					Médias	CV%
	Basal	Máximo	30 min	60 min	120 min		
AT							
Campo	6,81	9,75	7,64	7,27	7,07	7,71 ^A	6,94
Esteira*	6,81	10,25	7,75	7,00	6,02	7,74 ^A	
Médias	6,81 ^c	10,00 ^a	7,69 ^b	7,13 ^{bc}	7,00 ^c		
DT							
Campo	7,61	10,01	7,73	7,48	7,51	8,07 ^A	4,23
Esteira*	7,61	10,57	8,03	7,58	7,46	8,25 ^A	
Médias	7,61 ^{bc}	10,29 ^a	7,88 ^b	7,53 ^{bc}	7,49 ^c		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre campo e esteira pelo Tukey ($p<0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre os momentos de coleta pelo Tukey ($p<0,05$)

* Houve diferença entre antes (AT) e depois do treinamento (DT) ($p<0,05$)

Tabela 25. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de hematócrito (%) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste	Momento da coleta					Médias	CV%
	Basal	Máximo	30 min	60 min	120 min		
AT							
Campo	32,16	46,11	35,10	33,81	32,81	36,00 ^A	6,32
Esteira	32,16	48,79	35,20	32,47	32,06	36,13 ^A	
Médias	32,16 ^c	47,45 ^a	35,15 ^b	33,14 ^{bc}	32,44 ^c		
DT							
Campo	32,80	45,80	33,80	32,57	32,73	35,54 ^A	4,61
Esteira	32,80	45,93	35,06	32,36	31,73	35,57 ^A	
Médias	32,80 ^{bc}	45,87 ^a	34,43 ^b	32,46 ^c	32,23 ^c		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre campo e esteira pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre os momentos de coleta pelo Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 26. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de hemoglobina (g/dL) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV).

Teste	Momento da coleta					Médias	CV%
	Basal	Máximo	30 min	60 min	120 min		
AT							
Campo	10,33	14,74	11,51	10,96	10,81	11,67 ^A	6,03
Esteira*	10,33	15,23	11,28	10,40	10,31	11,51 ^A	
Médias	10,33 ^c	14,99 ^a	11,40 ^b	10,68 ^{bc}	10,56 ^c		
DT							
Campo	11,64	15,42	11,57	11,23	11,29	12,23 ^A	4,85
Esteira*	11,64	15,60	12,23	11,51	11,36	12,47 ^A	
Médias	11,64 ^b	15,51 ^a	11,90 ^b	11,37 ^b	11,32 ^b		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre campo e esteira pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre os momentos de coleta pelo Tukey ($p < 0,05$)

* Houve diferença entre antes (AT) e depois do treinamento (DT) ($p < 0,05$)

Pode-se observar diferença DT apenas na hematimetria e nas concentrações de hemoglobina no teste em esteira, em que DT apresentou maiores médias em relação a AT. Essa diferença pode ser devido ao maior esforço no segundo teste em esteira.

Os valores máximos alcançados de hematócrito nos testes foram superiores aos encontrados por Silva *et al.* (2009), após submeter 11 equinos da raça Puro Sangue Árabe não treinados, a dois exercícios testes em esteira rolante, o primeiro de intensidade máxima e o segundo, uma semana após, de intensidade submáxima. No entanto, os picos de hemoglobina foram semelhantes aos encontrados pelos autores. No trabalho de Silva *et al.* (2009), antes do exercício máximo, o hematócrito foi de $30,8 \pm 1,29\%$ e hemoglobina de $11,15 \pm 0,64$ g/dL, respectivamente. Após o exercício registraram hematócrito de $40,74 \pm 0,28$ e hemoglobina de $14,6 \pm 0,17$. Antes do exercício submáximo, encontraram $35,64 \pm 1,18\%$ e $12,63 \pm 0,46$ g/dL de hematócrito e hemoglobina, respectivamente, aumentando para $39,20 \pm 3,54\%$ e $12,82 \pm 0,46$ g/dL. Os autores ainda demonstraram que os parâmetros analisados retornaram aos valores basais 30 minutos após o final do teste. No presente experimento, apenas DT foi registrado retorno aos valores basais de hematócrito e hemoglobina aos 30 minutos de recuperação. Antes do treinamento, tanto no teste em esteira quanto no teste a campo, o retorno aos valores basais das análises citadas ocorreu aos 60 minutos, indicando que o treinamento melhorou o condicionamento dos animais e, por isso, levando a uma melhora da capacidade dos animais.

Pereira *et al.* (2008b) encontraram hematimetria, hematócrito e hemoglobina de éguas MM, após 50 minutos de prova de marcha, bem abaixo dos valores máximos registrados no presente estudo, sendo a contagem de hemácias de 8,85 e 8,71 ($\times 10^6/\text{mm}^3$) e o hematócrito de 31,39 e 30,72%, respectivamente, para grupo suplementado com cromo e grupo controle. Isto mais uma vez demonstra a intensidade bem maior dos testes feitos no presente estudo, quando comparado às provas de marcha simuladas por Pereira *et al.* (2008b).

4.5.4. Hemograma série branca

Na avaliação da contagem total de leucócitos (tabela 27), houve diferença entre os testes a campo e em esteira ($p < 0,05$), sendo que AT esta diferença ocorreu nos valores máximos alcançados e aos 60 min. Depois do treinamento, as diferenças

ocorreram nos valores máximos e aos 30 min. A diferença mais relevante a ser destacada é a que ocorreu nos valores máximos, pois demonstra o maior esforço no teste em esteira. De acordo com McGowan (2008), nos equinos a mobilização dos leucócitos durante o exercício é observada concomitante ao aumento do hematócrito, como resultado da contração esplênica, pois 50% do total de leucócitos são sequestrados pelo baço e capilares periféricos. Em certas situações como excitação, exercício, estresse, transporte e corticosteróides exógenos ou administração de catecolaminas, observa-se alteração do leucograma.

Tabela 27. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de leucometria ($\times 10^3/\text{mm}^3$) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

(D1) de 12 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)							
Teste	Momento da coleta					Médias	CV%
	Basal	Máximo	30 min	60 min	120 min		
AT							
Campo*	11,27 ^{Ab}	13,77 ^{Ba}	11,39 ^{Ab}	12,41 ^{Aab}	13,36 ^{Aa}	-	9,07
Esteira	11,27 ^{Ac}	15,21 ^{Aa}	10,78 ^{Ac}	10,24 ^{Bc}	13,10 ^{Ab}	-	
DT							
Campo*	8,89 ^{Ac}	11,60 ^{Ba}	9,23 ^{Bbc}	10,54 ^{Aab}	11,76 ^{Aa}	-	9,94
Esteira	8,89 ^{Ac}	13,93 ^{Aa}	10,90 ^{Ab}	10,66 ^{Ab}	12,93 ^{Aa}	-	

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre campo e esteira pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre os momentos de coleta pelo Tukey ($p < 0,05$)

* Houve diferença entre antes (AT) e depois do treinamento (DT) ($p < 0,05$)

Somente no teste a campo houve diferença com o treinamento, apresentando menores valores DT, que pode ser atribuído ao maior estresse ocorrido AT. Ferraz *et al.* (2007) afirmaram que o efeito de leucocitose após esforço é atribuído à contração do baço e é transitório com duração máxima de 30 minutos. No presente experimento, somente no teste em esteira DT, aos 30 min não foram verificados valores semelhantes aos basais. Orozco *et al.* (2006) verificaram um aumento de 8,47 para 10,93 mil células/ mm^3 após prova de enduro de 40 km realizada por animais das raças mangalarga e árabe.

Não houve diferença ($p > 0,05$) entre tipos de testes nem com o treinamento (AT e DT) na contagem de linfócitos, neutrófilos e relação neutrófilo:linfócito (tabelas 27,

28 e 29). Resultados semelhantes foram descritos por Santiago (2010) em cavalos de CCE.

Tabela 28. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de neutrófilos (%) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste		Momento da coleta			Médias	CV (%)	
Basal	Máximo	30 min	60 min	120 min			
AT							
Campo	54,71	43,14	41,00	54,00	65,57	51,69 ^A	12,92
Esteira	54,71	37,14	35,86	46,00	58,29	46,40 ^A	
Médias	54,71 ^b	40,14 ^c	38,43 ^c	50,00 ^b	61,93 ^a		
DT							
Campo	47,57	42,57	46,00	56,14	60,71	50,60 ^A	13,01
Esteira	47,43	39,57	38,43	48,86	65,43	47,94 ^A	
Médias	47,50 ^{bc}	41,07 ^c	42,21 ^c	52,50 ^b	63,07 ^a		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre campo e esteira pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre os momentos de coleta pelo Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 29. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de linfócitos (%) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste		Momento da coleta				Médias	CV%
	Basal	Máximo	30 min	60 min	120 min		
	AT						
Campo	41,00	53,00	54,00	43,00	30,86	44,37 ^A	13,53
Esteira	41,00	60,00	57,71	48,14	35,71	48,51 ^A	
Médias	41,00 ^b	56,50 ^a	55,86 ^a	45,57 ^b	33,29 ^c		
	DT						
Campo	48,29	53,86	50,29	40,29	34,00	45,34 ^A	13,58
Esteira	48,29	55,29	57,00	46,14	32,00	47,74 ^A	
Médias	48,29 ^{ab}	54,57 ^a	53,64 ^a	43,21 ^b	33,00 ^c		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre campo e esteira pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre os momentos de coleta pelo Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 30. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) da relação neutrófilos/linfócitos em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Teste		Momento da coleta				Médias	CV (%)
	Basal	Máximo	30 min	60 min	120 min		
AT							
Campo	1,45	0,85	0,87	1,52	2,48	1,43 ^A	34,71
Esteira	1,45	0,66	0,64	0,97	1,74	1,09 ^A	
Médias	1,45 ^b	0,75 ^c	0,76 ^c	1,24 ^b	2,11 ^a		
DT							
Campo	1,04	0,89	0,98	1,49	1,91	1,26 ^A	29,42
Esteira	1,04	0,78	0,71	1,10	2,13	1,15 ^A	
Médias	1,04 ^{bc}	0,83 ^c	0,84 ^c	1,29 ^b	2,02 ^a		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre campo e esteira pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre os momentos de coleta pelo Tukey ($p < 0,05$)

4.5.5. Proteínas Totais

Em relação às proteínas totais (tabela 31), houve diferença entre os testes a campo e em esteira ($p < 0,05$). Antes do treinamento, o valor máximo foi maior no teste em esteira, indicando maior esforço que no campo, pois no teste em esteira os animais se exercitaram até a fadiga. Já depois do treinamento, maiores médias ocorreram no teste a campo, tanto no pico quanto nos tempos de recuperação, que pode ter sido às mais altas temperaturas no teste ao ar livre, causando maior perda de suor quando comparado ao teste em esteira. Porém, houve diferença com o treinamento apenas nos testes em esteira.

De acordo com Kingston (2008), durante o exercício máximo a redistribuição de fluidos e eletrólitos do compartimento vascular para os espaços extracelulares promovem aumento nas concentrações das proteínas plasmáticas totais e albumina, aumentando a viscosidade do plasma. A extensão do deslocamento e perda de fluidos parece estar relacionada com a duração e intensidade do exercício, retornando aos valores normais, muitas vezes, até 30 minutos após o exercício (Kowal *et al.*, 2006). No presente estudo, em todos os testes, aos 30 min os valores de proteínas totais já estavam semelhantes aos valores basais e dentro da faixa de normalidade proposta por Kaneko (1997), de 5,20 a 7,90g/dL.

Tabela 31. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de proteínas totais (g/dL) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

	Teste		Momento da coleta			Médias	CV (%)
	Basal	Máximo	30 min	60 min	120 min		
	AT						
Campo	6,69 ^{abA}	7,17 ^{aB}	6,60 ^{bA}	6,63 ^{bA}	6,88 ^{abA}	4,90	
Esteira*	6,69 ^{bA}	8,16 ^{aA}	6,80 ^{bA}	6,75 ^{bA}	6,85 ^{bA}		
	DT						
Campo	6,41 ^{bA}	7,93 ^{aA}	6,97 ^{abA}	6,91 ^{abA}	7,25 ^{abA}	-	10,69
Esteira*	6,41 ^{abA}	7,07 ^{aB}	5,22 ^{cB}	5,59 ^{bcB}	5,78 ^{bcB}	-	

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre campo e esteira pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre os momentos de coleta pelo Tukey ($p < 0,05$)

* Houve diferença entre antes (AT) e depois do treinamento (DT) ($p < 0,05$)

4.5.6. Frequência respiratória e temperatura retal

Na avaliação da frequência respiratória (tabela 32) após o final dos testes a campo e em esteira e no período de recuperação, houve diferença entre os tipos de testes ($p < 0,05$). Antes do treinamento as FR no período de recuperação da esteira foram menores, enquanto que no DT foram maiores. No teste em esteira DT, maiores médias de FR podem ser devido ao maior esforço desempenhado pelos animais somado a maiores temperaturas ambientais do que AT. Este achado difere de Prates (2007) que, em experimento realizado com éguas MM, não encontrou efeito da temperatura ambiente sobre a FR dos submetidos à prova de marcha. Após 50 min de prova de marcha, os animais apresentaram FR entre 61 e 94 mpm. Silva *et al.* (2005) também não verificaram mudança no padrão respiratório de cavalos pantaneiros com o aumento da temperatura ambiente. Desmarás e Boffi (2007) afirmaram que quando o mecanismo evaporativo pelo suor é limitado (umidade ambiental elevada ou anidrose), se produz uma respiração superficial de alta frequência, capaz de superar a FC, explicando o que pode ter ocorrido no teste DT. Ressalta-se que os animais nos testes em esteira saíram de uma sala climatizada para o exterior do laboratório no período de recuperação. Como as temperaturas ambientais DT foram superiores, esta pode ter influenciado na recuperação da FR.

Tabela 32. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de frequência respiratória (mpm) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

depois (D1) de 12 dias de treinamento, e coerente de variação (CV)							
	Teste		Momento da coleta			Médias	CV (%)
	Basal	Máximo	30 min	60 min	120 min		
	AT						
Campo	20 ^{bA}	79 ^{aA}	66 ^{aA}	54 ^{aA}	29 ^{bA}		7,16
Esteira	20 ^{cA}	98 ^{aA*}	38 ^{bB*}	25 ^{cB*}	17 ^{cB*}		
	DT						
Campo	24 ^{cA}	93 ^{aB}	99 ^{aA}	66 ^{bB}	38 ^{cA}	-	24,92
Esteira	24 ^{bA}	125 ^{aA*}	113 ^{aA*}	100 ^{aA*}	42 ^{bA*}	-	

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre campo e esteira pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre os momentos de coleta pelo Tukey ($p < 0,05$)

* Houve diferença entre antes (AT) e depois do treinamento (DT) ($p < 0,05$)

Em relação às temperaturas retais (tabela 33), houve diferença entre campo e esteira AT ($p < 0,05$), que pode ser devido ao maior esforço dos animais no teste em esteira, apresentando temperaturas retais mais elevadas e, por isso, temperaturas mais elevadas no período de recuperação também. Depois do treinamento, não houve diferença entre os tipos de teste, porém tanto no campo quanto na esteira as TR foram mais elevadas que AT, o que pode ter ocorrido em função das temperaturas ambientais mais elevadas DT.

Verificando que no teste em esteira DT também foram observadas maiores FR, sugeriu-se que as temperaturas ambientais mais elevadas interferiram na recuperação. O resfriamento evaporativo é um mecanismo eficiente que permite ao cavalo realizar eventos atléticos com pequenas elevações na temperatura corporal. Silva *et al.* (2005) relataram que a FR é dependente da temperatura ambiente, durante o descanso e o exercício, aumentando 1,9 respiração/minuto para cada 1°C de aumento da TR.

Paludo *et al.* (2002) afirmaram que a avaliação da TR permite avaliar se, em condições de estresse térmico, os animais estão conseguindo manter sua temperatura dentro dos limites normais. Os resultados encontrados no presente experimento estão de acordo com Clayton (1991), que relatou que a temperatura retal atinge picos em torno de 10 minutos após o fim de exercícios extenuantes, ficando em torno de 39-40°C depois do exercício e deve diminuir nos 10 a 20 minutos seguintes.

Tabela 33. Valores médios basais, máximos alcançados e de recuperação (30, 60, 120 min) de temperatura retal (°C) em testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV).

	Teste	Momento da coleta				Médias	CV%
	Basal	Máximo	30 min	60 min	120 min		
AT							
Campo	37,92	39,51 [#]	38,84 [#]	38,20 [#]	37,77	38,45 ^B	
Esteira	37,92	40,05*	39,18*	38,57*	38,07	38,76 ^A	0,76
Médias	37,92 ^d	39,78 ^a	39,01 ^b	38,39 ^c	37,92 ^d		
DT							
Campo	37,84	40,19 [#]	39,53 [#]	38,94 [#]	37,84	38,87 ^A	
Esteira	37,84	40,57*	39,87*	39,00*	38,00	39,06 ^A	1,03
Médias	37,84 ^d	40,38 ^a	39,70 ^b	38,97 ^c	37,92 ^d		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre campo e esteira pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre os momentos de coleta pelo Tukey ($p < 0,05$)

* Houve diferença entre antes (AT) e depois do treinamento (DT) em esteira ($p < 0,05$)

[#] Houve diferença entre antes (AT) e depois do treinamento (DT) a campo ($p < 0,05$)

4.5.7. Cortisol

Não houve diferença entre os tipos de teste na avaliação das concentrações de cortisol ($p > 0,05$) e em ambos os testes pode-se verificar efeito do treinamento ($p < 0,05$), com maiores concentrações DT (tabela 34). Maior concentração nos valores basais não foi encontrada por Ferraz *et al.* (2010) após 90 dias de treinamento aeróbio em cavalos árabes. Estes autores atribuíram essa igualdade no repouso à perda de sensibilidade da glândula adrenal em decorrência do treinamento, indicando adaptação bem sucedida ao programa de treinamento. Já a mudança com o treinamento durante os testes de exercício corroboram com o autor, que verificaram aumento das concentrações de cortisol durante exercício incremental em esteira após o período de treinamento.

De acordo com Ferlazzo *et al.* (2007), o exercício poderia duplicar ou triplicar o aumento do cortisol, geralmente com picos entre 15 e 30 minutos após seu término. Foi registrado AT aumentos de 66,6 e 65,24% no teste a campo e no teste em esteira, respectivamente, enquanto que DT foram verificados aumentos de 61,7% no teste a campo e 77,8% no teste em esteira, em relação aos valores basais.

McKeever e Gordon (2007) relataram que concentrações elevadas de cortisol durante o treinamento podem indicar adaptação, tendo em vista a atividade anti-inflamatória desse hormônio, sendo um efeito benéfico e preventivo à ação de substâncias pró-inflamatórias que são produzidas pelo exercício agudo. Tem-se sugerido que o treinamento causaria uma diminuição mais rápida das concentrações de cortisol, fazendo com que estes voltem aos valores de repouso (Ferlazzo *et al.*, 2007), porém, no presente experimento, antes e após o período de treinamento as concentrações de cortisol ficaram semelhantes às concentrações basais aos 120 minutos de recuperação.

Tabela 34. Valores médios basais e aos 30, 60 e 120 min de cortisol (nmol/L) após testes de avaliação de desempenho a campo e em esteira ergométrica, realizados por 7 éguas Mangalarga Marchador, antes (AT) e depois (DT) de 42 dias de treinamento, e coeficiente de variação (CV)

Coeficiente de Variação (%)						
Teste	Momento da coleta				Médias	CV%
	Basal	30 min	60 min	120 min		
AT						
Campo [#]	205,82	342,9	266,93	205,82	252,75 ^A	22,64
Esteira*	205,82	315,9	340,10	277,27	284,78 ^A	
Médias	205,82 ^b	329,42 ^a	303,54 ^a	236,33 ^b		
DT						
Campo [#]	260,58	421,35	361,15	282,02	331,27 ^A	13,87
Esteira*	260,58	463,37	385,70	289,14	349,70 ^A	
Médias	260,58 ^c	442,37 ^a	373,43 ^b	285,58 ^c		

Médias nas colunas seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre campo e esteira pelo Tukey ($p < 0,05$)

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre os momentos de coleta pelo Tukey ($p < 0,05$)

^{*} Houve diferença entre antes (AT) e depois do treinamento (DT) em esteira ($p < 0,05$)

[#] Houve diferença entre antes (AT) e depois do treinamento (DT) a campo ($p < 0,05$)

As médias basais encontradas foram mais baixas que as descritas por Jordão (2009) em animais MM antes de prova de marcha, que foi de 289,78 nmol/L. Após 50 min de exercício aeróbio, Jordão (2009) descreveu média de 600,13 nmol/L, sendo que aos 25 min após o final da prova os animais atingiram 466,07 nmol/L, semelhante ao encontrado aos 30 min no presente experimento DT e superior ao encontrado AT.

5. CONCLUSÕES

O treinamento aeróbio de seis semanas promoveu melhora no condicionamento dos animais.

Os protocolos de testes utilizados foram capazes de causar alterações metabólicas que permitiram verificar o efeito do treinamento.

O teste a campo proposto pode ser considerado uma ferramenta de avaliação de condicionamento de animais da raça Mangalarga Marchador.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCCMM. **Regulamento da XXVI Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marchador**. Belo Horizonte, Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador, 2007, 28p. (Resumo)

AINSWORTH, D. M. Lower airway function: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. **Equine Exercise Physiology – The Science of Exercise in the Athletic Horse**. Philadelphia: Elsevier, 2008. p.193-209.

BABUSCI, M.; LÓPEZ, E. F. Sistema cardiovascular. In: BOFFI F. M. **Fisiologia del Ejercicio em Equinos**. Buenos Aires: Inter-Médica, 2007. p.123-132.

BARLY W.; GEOR R. J.; HINCHCLIFF K. W.; KANEPS A. J. **Equine Sport Medicine and Surgery** - Basic and clinical sciences of the equine athlete. Philadelphia: Saunders Company, 2004. p. 7, 55, 56 e 771.

BAS A.; BAS, S.; MUÑOZ, A.; RUBIO, M. D.; CASTEJÓN, F. M. Definición e importancia del umbral aerobio en el caballo de deporte. **Med Vet**, vol. 17, n.10, p. 247-256, 2000.

BAYLY, W.; KLINE, K. A. Hematología y bioquímica. IN: BOFFI F. M. **Fisiologia del Ejercicio em Equinos**. Buenos Aires: Inter-Médica, 2007. p. 145-151.

BERGERO, D.; ASSENZA, A.; CAOLA, G. Contribution to our knowledge of the physiology and metabolism of endurance horses. **Livestock Production Science**, v. 92, p. 167-176, 2005.

BOFFI, F. M. Metabolismos energéticos y ejercicio. In: _____ **Fisiologia del Ejercicio em Equinos**. Buenos Aires: Inter-Médica, 2007. p. 3-15.

CARROLL, C. L.; HUNTINGTON, P. J. Body Condition Scoring and Weight Estimation of Horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 20, n. 1, p. 41-45, 1988.

CASTEJÓN, F.; RUBIO, M. D.; AGUERA, E. I. et al. Respuesta hematológica y plasmática al ejercicio en cinta rodante. In: LOPEZ, G. E. V. **Valoración morfofuncional e la selección de reproductores del Caballo de Pura Raza Española**. Córdoba: Caja Rural. 2007. p.169-196.

CLAYTON, H.M. **Conditioning sport horses**. Mason: Sport Horse Publications, 1991. 242p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE AGRICULTURA. CNA defende crescimento do agronegócio cavalo. Em 13/03/2010. Disponível em <<http://www.canaldoprodutor.com.br/comunicacao/noticias/cna-defende-crescimento-do-agronegocio-cavalo>>. Acesso em 19/08/2010.

COUROUCÉ, A. Field exercise testing for assessing fitness in French standardbred trotters. **The Veterinary Journal**, v.157, p.112-122,1999.

COUROUCÉ, A; CORDE, A. 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.59, p. 57–63, 2000.

DESMARÁS, E.; BOFFI, F. M. Termorregulación. In: BOFFI F. **Fisiologia del Ejercicio em Equinos**. Buenos Aires: Inter-Médica, 2007. p. 165-170.

EVANS, D. L. Training Thoroughbred racehorses. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The athletic horse**. Philadelphia: W. B. Saunders, 1994. p.393-397.

EVANS, D. **Training and Fitness in Athletic Horses**. Barton: RIRDC, 2000. 71p.

EVANS D. Exercise testing in the field. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. **Equine Exercise Physiology – The Science of Exercise in the Athletic Horse**. Philadelphia: Elsevier, 2008. p.13-27.

EVANS, D. I Simpósio de Fisiologia do Exercício em Equinos, Resumo de Palestras, Universidade de São Paulo, 22 e 23 de agosto de 2009.

FERLAZZO, A.; MEDICA, P.; FAZIO, E. Hormonas e ejercicio. In: BOFFI F. **Fisiologia del Ejercicio em Equinos**. Buenos Aires: Inter-Médica, 2007. p. 153-164.

FERRAZ, F. C. Fisiologia do exercício e a performance equina. In: I SEMANA ACADÊMICA DE ZOOTECNIA DA UFPR, 2007, Curitiba: UFPR.

FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA NETO, A. R.; D'ANGELIS, F. H. F.; LACERDA NETO, J. C.; QUEIROZ-NETO, A. 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.

FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA-NETO, A. R.; PEREIRA, M. C.; LINARDI, R. L.; LACERDA-NETO, J. C.; QUEIROZ-NETO, A. Influência do treinamento aeróbio sobre o cortisol e glicose plasmáticos em equinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.23-29, 2010.

FERREIRA, D.F. **Sisvar versão 4.2**. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

GOMÉZ, C.; PETRÓN, P.; ANDAUR, M. *et al.* Medición post-ejercicio de variables fisiológicas, hematológicas y bioquímicas en equinos de salto holsteiner. **Revista Científica**, FCV-LUZ, vol. XIV, n. 3, p. 244-253, 2004.

GOMIDE, L. M. W.; MARTINS, C. B.; OROZCO, C. A. F.; SAMPÃO, R.C.L.; BALDISSERA, T. B. V.; NETO, J. C. L. 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**, v. 142, p. 375-378, 2007.

GOTTLIEB-VEDI, M.; LINDHOLM, A. Comparison of standardbred trotters exercising on a treadmill and a race track with identical draught resistances. **The Veterinary Record**, vol. 17, p.525-528,1997.

HINCHCLIFF, K.W., LAUDERDALE, M.A., DUTSON, J., GEOR, R.J., LACOMBE, V.A. & TAYLOR, L.E. High intensity exercise conditioning increases accumulated oxygen deficit of horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, p. 9-16, 2002.

HINCHCLIFF, K. W.; GEOR, R. J. The horse as an athlete: a physiological overview.In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. **Equine Exercise Physiology – The Science of Exercise in the Athletic Horse**. Philadelphia: Elsevier, 2008. p. 2-11.

HODSON-TOLE, E. effects of treadmill inclination and speed on forelimb muscle activity and kinematics in the horse. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, vol. 3, n.2, p 61-72, 2006.

HODGSON, R. D. & ROSE, R. J. **The Athletic Horse** - principles and practice of equine medicine. Philadelphia: Saunders Company, 1994. p.19 e 49-60.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados agregados/IBGE sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. Disponível em:

[HTTP://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=73&z+p&o=22](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=73&z+p&o=22). Acesso em: novembro/2010.

JORDÃO, L. R. **Manejo nutricional e suplementação dietética com cromo em equinos Mangalarga Marchador em prova de marcha**. 2009. 101f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

JORDAO, L. R.; REZENDE, A. S. C.; BERGMAM, J. A. G.; MOURA, R. S.; MELO, M. M. ; COSTA, M.L.L. ; MOSS, P. C. B. ; AQUINO NETO, H. M. . Effect of feed at different times prior to exercise and chelated chromium supplementation on the athletic performance of Mangalarga Marchador mares. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v. 7, p. 133-140, 2011.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J.; BRUSS M. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5 ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

KINGSTON, J. K. Hematologic and serum biochemical responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. **Equine Exercise Physiology – The Science of Exercise in the Athletic Horse**. Philadelphia: Elsevier, 2008. p. 939-948.

KOWAL, R. J.; ALMOSNY, N. R. P.; CASCARDO, B.; SUMMA, R. P.; CURY, L. J. Avaliação dos valores hematológicos 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.25 – 31, 2006.

KUROSAWA, M.; NAGATA, S.; TAKEDA, F. et al. Plasma catecholamine, adrenocorticotropin and cortisol responses to exhaustive incremental treadmill exercise of the Thoroughbred horse. **Journal of Equine Science**, vol. 9, n. 1, p 9-18, 1998.

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

LINDNER, A. E.; BOFFI, F. M. Pruebas de ejercicio. In: BOFFI F. **Fisiologia del Ejercicio em Equinos**. Buenos Aires: Inter-Médica, 2007. p. 243-254.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício** – Energia, Nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1992. 510p.

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

McCONAGHY, F. Thermoregulation. In: ____ **The Athletic Horse**. 9.ed. Philadelphia: Saunders, 1994. p. 181-202.

MCCUTCHEON, L. J; GEOR, R. J. Thermoregulation and exercise-associated heat stress. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. **Equine Exercise Physiology** – The Science of Exercise in the Athletic Horse. Philadelphia: Elsevier, 2008. p.382-394.

MCKEEVER, K. H.; GORDON, M. E. Endocrine alterations in the equine athlete. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. **Equine Exercise Physiology** – The Science of Exercise in the Athletic Horse. Philadelphia: Elsevier, 2008. p.274-294.

MIRIAN, M. **Padronização de teste incremental de esforço máximo a campo para cavalos que pratiquem hipismo clássico**. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

MIRIAN, M.; BONOMO, C. C. M.; SALOMÃO, C. R.; CAROLI, A. M. C.; MICHIMA, L. E. S.; FERNANDES, W. R. Determinação do lactato – comparação entre fotometria de reflexão (Accutrend®) e UV enzimático. In: 9º CONFERÊNCIA ANUAL DA ABRAVEQ E 4º CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA FEI/CBH, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Abraveq, 2008.

MOTA, J. S.; ARAÚJO, K. V.; LEITE, G. G.; MASCARENHAS, A. G. Concentrações plasmáticas de cortisol e parâmetros sanguíneos, bioquímicos e fisiológicos em equinos sob dieta com diferentes níveis de fibra. **Revista da FZVA**, v.15, n.2, p. 107-125, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrients requirements of domestic horses. 6 ed . Washington, D. C.: National Academy of Science, 2007. 341p

OROZCO, C. A. G.; MARTINS, C. B.; D'ANGELIS, F. H. F.; FREITAS, E. V. V.; CHRISTOVÃO, F. G.; QUEIROZ NETO, A.; LACERDA NETO, J. C.. Efeito do exercício sobre variáveis hematológicas de equinos antes e após participação em prova de enduro de 40 km. **Ars Veterinária**, vol. 22, n.3, 179-183, 2006.

PALUDO, G.R.; McMANUS, C.; MELO, R.Q.; CARDOSO, A.G.; MELLO, F.P.S.; MOREIRA, M; FUCK, B.H. Efeito do estresse térmico e do exercício sobre parâmetros fisiológicos de cavalos do exército brasileiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1130-1142, 2002.

PEREIRA, R. V. G.; REZENDE, A. S. C.; MOSS, P. C. B.; SILVA, V. P.; CARVALHO, L. E.; JORDÃO, L. R.; LANA, A. M. Q.; SOARES, A. Evolução cardíaca em equinos Mangalarga Marchador durante e após a prova de marcha. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB/ABZ, 2008a.

PEREIRA, R. V. G.; REZENDE, A. S. C.; MOSS, P. C. B.; SILVA, V. P.; CARVALHO, L. E.; JORDÃO, L. R.; LANA, A. M. Q.; SOARES, A. Parâmetros sanguíneos de equinos Mangalarga Marchador suplementados com cromo e alimentados com concentrado em diferentes horários antes da prova de marcha. . In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB/ABZ, 2008b.

POOLE, D. C.; ERICKSON, H. H. Cardiovascular function and oxygen transport: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR, R. J.; KANEPS, A. J. **Equine Exercise Physiology**. Philadelphia: Saunders, 2008. p. 212-245.

PÖSÖ, A. R.; HYYPPÄ, S.; GEOR, R. J. Metabolic responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR, R. J.; KANEPS, A. J. **Equine Exercise Physiology**. Philadelphia: Saunders, 2008. p. 248 – 272.

PRATES, R.C. **Parâmetros fisiológicos de éguas Mangalarga Marchador em provas de marcha e alimentadas com dietas suplementadas com cromo**. 2007. 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

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

PRINCE, A.; GEOR, R.; HARRIS, P. et al. Compararison of the metabolic responses of trained Arabians and Thoroughbreds during high-and low-intensity exercise. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, p. 95-99, 2002.

REZENDE, A.S.C. Aditivos ou suplementos? **Mangalarga Marchador**, vol. 18, n. 59, p. 44 - 48, 2006.

ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. An overview of Performance and Sports Medicine. In: HODGSON, D. R. and ROSE, R. J. **The athletic horses: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Saunders, 1994. p.3 – 25.

SANTIAGO, J. M. **Avaliação do Treinamento de Equinos de Concurso Completo de Equitação**. 2010. 131 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SEEHerman, H. J., MORRIS, E., O'CALLAGHAN, M. W. The use sports medicine techniques in evaluating the problem equine athlete, **Veterinary Clinics of North America-Equine Practice**, v. 6, n.1, p.239-275, 1990.

SILVA, M. A. G. **Concentração de lactato, eletrólitos e hemogasometria em equinos não treinados e treinados durante testes de esforço progressivo**. 2008. 108f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.

SILVA, L.A.C.; SANTOS, S.A.; SILVA, R.A.S; McMANUS, C.; PETZOLD, H. Adaptação do cavalo pantaneiro ao estresse da lida diária de gado no pantanal, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 54, n. 206, p. 509-513, 2005.

SILVA, M. A. G.; MARTINS, C. B.; GOMIDE, L. M. W.; ALBERNAZ, R. M.; QUEIROZ-NETO, A.; LACERDA-NETO, J. C. Determinação de eletrólitos, gases sanguíneos, osmolaridade, hematócrito, hemoglobina, base titulável e anion gap no sangue venoso de equinos destreinados submetidos a exercício máximo e submáximo em esteira rolante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol. 61, n.5, p. 1021-1027, 2009.

THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos Cavalos**. 2 ed. São Paulo:Varela,1990. 561p.

THOMASSIAN, A. Medicina Esportiva Equina – da inspeção ao computador. CONGRESSO PAULISTA DE MEDICINA VETERINÁRIA, Resumo de palestras, 2004. 8p

THOMASSIAN, A.; WATANABE, M.J.; ALVES, A.L.G.; HUSSNI, C.A.;NICOLETTI, J.L.M.; FONSECA, B.P. Concentrações de lactato sanguíneo e determinação do V_4 de cavalos da raça árabe durante teste de exercício progressivo em esteira de alta velocidade. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, p. 63-68, 2005.

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

VAN ERCK, E; VOTION, D; SERTEYN, D; ART, T. Evaluation of oxygen consumption during field exercise test in standardbred trotters. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v. 4, p. 43-49, 2007.

VIEIRA, E. R; REZENDE, A. S. C.; LANA, A. M. Conhecendo a equideocultura mineira. **Revista Veterinária e Zootecnia em Minas**, p. 48-52, Out/Nov/Dez, 2011.

WATANABE, M. J.; THOMASSIAN, A.; TEIXEIRA NETO, F. J.; ALVES, A. L. G.; HUSSNI, C. A.; NICOLETTI, J. L. M. Alterações do pH, da PO₂ e da PCO₂ arteriais e da concentração de lactato sanguíneo de cavalos da raça Árabe durante exercício em

esteira de alta velocidade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.3, p.320-326, 2006.

7. ANEXOS

7.1. Análises de variância

7.1.1. Parâmetros basais

Hematimetria

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	2.248007	2.248007	6.078	0.0488
BLOCO	6	1.346186	0.224364	0.607	0.7206
erro	6	2.219243	0.369874		
Total corrigido	13	5.813436			
CV (%) =	8.44				
Média geral:	7.2078571	Número de observações:	14		

Hemoglobina

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	6.045714	6.045714	12.074	0.0132
BLOCO	6	9.247143	1.541190	3.078	0.0985
erro	6	3.004286	0.500714		
Total corrigido	13	18.297143			
CV (%) =	6.44				
Média geral:	10.9857143	Número de observações:	14		

Hematócrito

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	1.446429	1.446429	0.159	0.7041
BLOCO	6	95.098571	15.849762	1.739	0.2590
erro	6	54.678571	9.113095		
Total corrigido	13	151.223571			
CV (%) =	9.29				
Média geral:	32.4785714	Número de observações:	14		

Leucometria

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	19.920714	19.920714	22.449	0.0032
BLOCO	6	16.698571	2.783095	3.136	0.0950
erro	6	5.324286	0.887381		
Total corrigido	13	41.943571			
CV (%) =	9.35				
Média geral:	10.0785714	Número de observações:	14		

Proteínas totais

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	0.274400	0.274400	1.040	0.3472
BLOCO	6	1.777171	0.296195	1.123	0.4460
erro	6	1.583200	0.263867		

Total corrigido	13	3.634771		
CV (%) =	7.84			
Média geral:	6.5514286	Número de observações:	14	

Lactato

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	0.074314	0.074314	0.464	0.5211
BLOCO	6	1.626243	0.271040	1.693	0.2693
erro	6	0.960786	0.160131		
Total corrigido	13	2.661343			
CV (%) =	40.66				
Média geral:	0.9842857	Número de observações:	14		

Frequência cardíaca

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	92.571429	92.571429	17.673	0.0057
BLOCO	6	202.857143	33.809524	6.455	0.0195
erro	6	31.428571	5.238095		
Total corrigido	13	326.857143			
CV (%) =	6.41				
Média geral:	35.7142857	Número de observações:	14		

Frequência respiratória

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	41.142857	41.142857	10.800	0.0167
BLOCO	6	342.857143	57.142857	15.000	0.0022
erro	6	22.857143	3.809524		
Total corrigido	13	406.857143			
CV (%) =	8.76				
Média geral:	22.2857143	Número de observações:	14		

Temperatura retal

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	0.025714	0.025714	2.077	0.1996
BLOCO	6	0.197143	0.032857	2.654	0.1301
erro	6	0.074286	0.012381		
Total corrigido	13	0.297143			
CV (%) =	0.29				
Média geral:	37.8857143	Número de observações:	14		

Linfócitos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	185.785714	185.785714	3.272	0.1205
BLOCO	6	688.714286	114.785714	2.021	0.2064
erro	6	340.714286	56.785714		
Total corrigido	13	1215.214286			
CV (%) =	16.88				

Média geral: 44.6428571 Número de observações: 14

Neutrófilos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	178.571429	178.571429	3.006	0.1337
BLOCO	6	604.714286	100.785714	1.697	0.2684
erro	6	356.428571	59.404762		
Total corrigido	13	1139.714286			
CV (%) =	15.07				
Média geral:	51.1428571	Número de observações:	14		

Neutrófilos/Linfócitos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	0.576114	0.576114	3.272	0.1205
BLOCO	6	1.448586	0.241431	1.371	0.3556
erro	6	1.056386	0.176064		
Total corrigido	13	3.081086			
CV (%) =	33.76				
Média geral:	1.2428571	Número de observações:	14		

7.1.2. Parâmetros durante teste em esteira

Frequência cardíaca

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	1641.728571	1641.728571	12.357	0.0126
BLOCO	6	8696.085714	1449.347619	10.909	0.0052
erro 1	6	797.171429	132.861905		
VELOCIDADE	4	32770.514286	8192.628571	110.130	0.0000
TESTE*VELOCIDADE	4	188.342857	47.085714	0.633	0.6414
erro 2	48	3570.742857	74.390476		
Total corrigido	69	47664.585714			
CV 1 (%) =	6.06				
CV 2 (%) =	4.54				
Média geral:	190.1857143	Número de observações:	70		

Lactato

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	75.006451	75.006451	18.834	0.0049
BLOCO	6	85.465674	14.244279	3.577	0.0731
erro 1	6	23.894989	3.982498		
VELOCIDADE	4	970.495551	242.623888	86.522	0.0000
TESTE*VELOCIDADE	4	39.584506	9.896126	3.529	0.0133
erro 2	48	134.600823	2.804184		
Total corrigido	69	1329.047994			
CV 1 (%) =	37.37				
CV 2 (%) =	31.36				
Média geral:	5.3397143	Número de observações:	70		

Hematimetria

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
----	----	----	----	----	-------

TESTE	1	0.000173	0.000173	0.000	0.9920
BLOCO	6	4.973834	0.828972	0.521	0.7762
erro 1	6	9.544537	1.590756		
VELOCIDADE	4	15.627749	3.906937	8.664	0.0000
TESTE*VELOCIDADE	4	2.166377	0.541594	1.201	0.3226
erro 2	48	21.645114	0.450940		
Total corrigido	69	53.957784			
CV 1 (%) =	12.92				
CV 2 (%) =	6.88				
Média geral:	9.7587143	Número de observações:	70		

Hemoglobina

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	0.664463	0.664463	0.226	0.6512
BLOCO	6	21.060720	3.510120	1.195	0.4172
erro 1	6	17.624377	2.937396		
VELOCIDADE	4	31.172194	7.793049	7.652	0.0001
TESTE*VELOCIDADE	4	3.187280	0.796820	0.782	0.5422
erro 2	48	48.883246	1.018401		
Total corrigido	69	122.592280			
CV 1 (%) =	11.70				
CV 2 (%) =	6.89				
Média geral:	14.6460000	Número de observações:	70		

Hematócrito

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	134.691571	134.691571	6.312	0.0458
BLOCO	6	292.416857	48.736143	2.284	0.1691
erro 1	6	128.025429	21.337571		
VELOCIDADE	4	378.184857	94.546214	29.264	0.0000
TESTE*VELOCIDADE	4	15.493429	3.873357	1.199	0.3235
erro 2	48	155.077714	3.230786		
Total corrigido	69	1103.889857			
CV 1 (%) =	10.37				
CV 2 (%) =	4.03				
Média geral:	44.5585714	Número de observações:	70		

Leucometria

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	52.600891	52.600891	10.268	0.0185
BLOCO	6	79.400320	13.233387	2.583	0.1365
erro 1	6	30.737349	5.122891		
VELOCIDADE	4	18.972080	4.743020	5.686	0.0008
TESTE*VELOCIDADE	4	1.199851	0.299963	0.360	0.8361
erro 2	48	40.036389	0.834091		
Total corrigido	69	222.946880			
CV 1 (%) =	16.82				
CV 2 (%) =	6.79				
Média geral:	13.4560000	Número de observações:	70		

Proteínas Totais

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
----	----	----	----	----	-------

TESTE	1	12.055750	12.055750	162.623	0.0000
BLOCO	6	7.173400	1.195567	16.127	0.0018
erro 1	6	0.444800	0.074133		
VELOCIDADE	4	5.766306	1.441576	4.055	0.0065
TESTE*VELOCIDADE	4	0.810500	0.202625	0.570	0.6857
erro 2	48	17.064914	0.355519		

Total corrigido	69	43.315670			

CV 1 (%) =	3.80				
CV 2 (%) =	8.32				
Média geral:	7.1630000	Número de observações:	70		

Neutrófilos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TESTE	1	334.414286	334.414286	4.785	0.0713
BLOCO	6	3491.171429	581.861905	8.326	0.0104
erro 1	6	419.285714	69.880952		
VELOCIDADE	4	215.571429	53.892857	2.415	0.0616
TESTE*VELOCIDADE	4	148.657143	37.164286	1.666	0.1734
erro 2	48	1070.971429	22.311905		

Total corrigido	69	5680.071429			

CV 1 (%) =	20.71				
CV 2 (%) =	11.70				
Média geral:	40.3571429	Número de observações:	70		

Linfócitos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TESTE	1	526.628571	526.628571	12.383	0.0125
BLOCO	6	4101.571429	683.595238	16.074	0.0018
erro 1	6	255.171429	42.528571		
VELOCIDADE	4	244.485714	61.121429	2.520	0.0533
TESTE*VELOCIDADE	4	113.514286	28.378571	1.170	0.3359
erro 2	48	1164.400000	24.258333		

Total corrigido	69	6405.771429			

CV 1 (%) =	11.93				
CV 2 (%) =	9.01				
Média geral:	54.6571429	Número de observações:	70		

Neutrófilos/Linfócitos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TESTE	1	1.063956	1.063956	9.618	0.0211
BLOCO	6	20.324989	3.387498	30.621	0.0003
erro 1	6	0.663754	0.110626		
VELOCIDADE	4	1.190720	0.297680	3.336	0.0173
TESTE*VELOCIDADE	4	0.345166	0.086291	0.967	0.4343
erro 2	48	4.283514	0.089240		

Total corrigido	69	27.872099			

CV 1 (%) =	22.32				
CV 2 (%) =	20.05				
Média geral:	1.4898571	Número de observações:	70		

7.1.3. Parâmetros durante teste a campo

Frequência cardíaca

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	161.160714	161.160714	0.797	0.4064
BLOCO	6	5763.428571	960.571429	4.751	0.0398
erro 1	6	1213.214286	202.202381		
TEMPO	3	18991.482143	6330.494048	33.832	0.0000
TESTE*TEMPO	3	290.053571	96.684524	0.517	0.6734
erro 2	36	6736.214286	187.117063		
Total corrigido	55	33155.553571			
CV 1 (%) =	7.72				
CV 2 (%) =	7.43				
Média geral:	184.1607143	Número de observações:	56		

Lactato

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	0.106314	0.106314	7.099	0.0373
BLOCO	6	0.234275	0.039046	2.607	0.1343
erro 1	6	0.089861	0.014977		
VELOCIDADE	3	5.658300	1.886100	362.311	0.0000
TESTE*VELOCIDADE	3	0.009643	0.003214	0.617	0.6082
erro 2	36	0.187407	0.005206		
Total corrigido	55	6.285800			
CV 1 (%) =	18.40				
CV 2 (%) =	10.85				
Média geral:	0.6650000	Número de observações:	56		

Hematimetria

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	0.847716	0.847716	0.848	0.3927
BLOCO	6	15.505196	2.584199	2.585	0.1364
erro 1	6	5.999146	0.999858		
VELOCIDADE	3	4.137620	1.379207	13.197	0.0000
TESTE*VELOCIDADE	3	0.009105	0.003035	0.029	0.9936
erro 2	36	3.762400	0.104511		
Total corrigido	55	30.261184			
CV 1 (%) =	10.52				
CV 2 (%) =	3.40				
Média geral:	9.5030357	Número de observações:	56		

Hemoglobina

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	1.323788	1.323788	0.409	0.5463
BLOCO	6	39.461118	6.576853	2.030	0.2049
erro 1	6	19.434475	3.239079		
VELOCIDADE	3	11.978220	3.992740	46.778	0.0000
TESTE*VELOCIDADE	3	0.650077	0.216692	2.539	0.0718
erro 2	36	3.072779	0.085355		
Total corrigido	55	75.920455			
CV 1 (%) =	12.54				
CV 2 (%) =	2.04				
Média geral:	14.3466071	Número de observações:	56		

Hematócrito

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	26.744464	26.744464	1.496	0.2671
BLOCO	6	272.318571	45.386429	2.540	0.1407
erro 1	6	107.229286	17.871548		
VELOCIDADE	3	154.520536	51.506845	52.604	0.0000
TESTE*VELOCIDADE	3	5.707679	1.902560	1.943	0.1401
erro 2	36	35.249286	0.979147		
Total corrigido	55	601.769821			
CV 1 (%) =	9.73				
CV 2 (%) =	2.28				
Média geral:	43.4267857	Número de observações:		56	

Leucometria

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	47.896502	47.896502	8.506	0.0268
BLOCO	6	67.141546	11.190258	1.987	0.2120
erro 1	6	33.783761	5.630627		
VELOCIDADE	3	6.276934	2.092311	12.011	0.0000
TESTE*VELOCIDADE	3	1.131791	0.377264	2.166	0.1090
erro 2	36	6.271350	0.174204		
Total corrigido	55	162.501884			
CV 1 (%) =	19.43				
CV 2 (%) =	3.42				
Média geral:	12.2105357	Número de observações:		56	

Proteínas totais

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	0.666645	0.666645	2.080	0.1993
BLOCO	6	6.169418	1.028236	3.208	0.0909
erro 1	6	1.923068	0.320511		
VELOCIDADE	3	3.823777	1.274592	7.120	0.0007
TESTE*VELOCIDADE	3	1.503148	0.501049	2.799	0.0538
erro 2	36	6.444200	0.179006		
Total corrigido	55	20.530255			
CV 1 (%) =	7.93				
CV 2 (%) =	5.92				
Média geral:	7.1408929	Número de observações:		56	

Linfócitos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	274.571429	274.571429	6.254	0.0465
BLOCO	6	4189.857143	698.309524	15.905	0.0019
erro 1	6	263.428571	43.904762		
VELOCIDADE	3	115.500000	38.500000	1.356	0.2718
TESTE*VELOCIDADE	3	527.571429	175.857143	6.192	0.0017
erro 2	36	1022.428571	28.400794		
Total corrigido	55	6393.357143			
CV 1 (%) =	12.36				
CV 2 (%) =	9.94				
Média geral:	53.6071429	Número de observações:		56	

Neutrófilos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
----	----	----	----	----	-------

TESTE	1	138.285714	138.285714	2.727	0.1497
BLOCO	6	3909.500000	651.583333	12.851	0.0034
erro 1	6	304.214286	50.702381		
VELOCIDADE	3	101.285714	33.761905	1.051	0.3821
TESTE*VELOCIDADE	3	529.857143	176.619048	5.496	0.0032
erro 2	36	1156.857143	32.134921		
Total corrigido	55	6140.000000			
CV 1 (%) =	16.95				
CV 2 (%) =	13.50				
Média geral:	42.0000000	Número de observações:	56		

Neutrófilos/Linfócitos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TESTE	1	0.182857	0.182857	4.418	0.0803
BLOCO	6	5.224646	0.870774	21.040	0.0009
erro 1	6	0.248318	0.041386		
VELOCIDADE	3	0.150521	0.050174	1.291	0.2922
TESTE*VELOCIDADE	3	0.719157	0.239719	6.169	0.0017
erro 2	36	1.398921	0.038859		
Total corrigido	55	7.924421			
CV 1 (%) =	23.74				
CV 2 (%) =	23.01				
Média geral:	0.8567857	Número de observações:	56		

7.1.4. Picos e Recuperação Teste I

Hematimetria

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TIPO	1	0.026036	0.026036	0.142	0.7195
BLOCO	6	15.413914	2.568986	13.982	0.0027
erro 1	6	1.102434	0.183739		
TEMPO	4	96.424423	24.106106	83.924	0.0000
TIPO*TEMPO	4	1.237800	0.309450	1.077	0.3782
erro 2	48	13.787337	0.287236		
Total corrigido	69	127.991944			
CV 1 (%) =	5.55				
CV 2 (%) =	6.94				
Média geral:	7.7247143	Número de observações:	70		

Hemoglobina

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TIPO	1	0.451206	0.451206	1.117	0.3312
BLOCO	6	62.806949	10.467825	25.914	0.0005
erro 1	6	2.423634	0.403939		
TEMPO	4	210.581109	52.645277	107.803	0.0000
TIPO*TEMPO	4	2.523394	0.630849	1.292	0.2865
erro 2	48	23.440617	0.488346		
Total corrigido	69	302.226909			
CV 1 (%) =	5.48				
CV 2 (%) =	6.03				
Média geral:	11.5911429	Número de observações:	70		

Hematócrito

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TIPO	1	0.315571	0.315571	0.117	0.7439
BLOCO	6	630.185429	105.030905	38.955	0.0002
erro 1	6	16.177429	2.696238		
TEMPO	4	2344.123714	586.030929	112.727	0.0000
TIPO*TEMPO	4	33.015143	8.253786	1.588	0.1928
erro 2	48	249.537143	5.198690		
Total corrigido	69	3273.354429			
CV 1 (%) =	4.55				
CV 2 (%) =	6.32				
Média geral:	36.0671429	Número de observações:	70		

Leucometria

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TIPO	1	1.763316	1.763316	1.132	0.3283
BLOCO	6	109.205580	18.200930	11.685	0.0043
erro 1	6	9.345934	1.557656		
TEMPO	4	128.037337	32.009334	25.814	0.0000
TIPO*TEMPO	4	23.543863	5.885966	4.747	0.0026
erro 2	48	59.519200	1.239983		
Total corrigido	69	331.415230			
CV 1 (%) =	10.16				
CV 2 (%) =	9.07				
Média geral:	12.2810000	Número de observações:	70		

Proteínas Totais

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TIPO	1	1.139213	1.139213	6.242	0.0466
BLOCO	6	4.418597	0.736433	4.035	0.0569
erro 1	6	1.095077	0.182513		
TEMPO	4	10.029149	2.507287	21.777	0.0000
TIPO*TEMPO	4	2.474137	0.618534	5.372	0.0012
erro 2	48	5.526554	0.115137		
Total corrigido	69	24.682727			
CV 1 (%) =	6.17				
CV 2 (%) =	4.90				
Média geral:	6.9215714	Número de observações:	70		

Lactato

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TIPO	1	0.020571	0.020571	0.444	0.5300
BLOCO	6	0.144897	0.024150	0.521	0.7762
erro 1	6	0.278029	0.046338		
TEMPO	4	8.626494	2.156624	154.250	0.0000
TIPO*TEMPO	4	0.107243	0.026811	1.918	0.1227
erro 2	48	0.671103	0.013981		
Total corrigido	69	9.848337			
CV 1 (%) =	31.08				
CV 2 (%) =	17.07				
Média geral:	0.6925714	Número de observações:	70		

Frequência cardíaca

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
----	----	----	----	----	-------

TIPO	1	0.017601	0.017601	2.324	0.1783
BLOCO	6	0.137049	0.022841	3.015	0.1025
erro 1	6	0.045449	0.007575		
TEMPO	4	4.994051	1.248513	203.491	0.0000
TIPO*TEMPO	4	0.007806	0.001951	0.318	0.8645
erro 2	48	0.294503	0.006135		

Total corrigido	69	5.496459			

CV 1 (%) =	4.71				
CV 2 (%) =	4.24				
Média geral:	1.8461429	Número de observações:	70		

Frequência respiratória

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	0.340206	0.340206	12.602	0.0121
BLOCO	6	0.525214	0.087536	3.243	0.0890
erro 1	6	0.161974	0.026996		
TEMPO	4	3.883794	0.970949	76.793	0.0000
TIPO*TEMPO	4	0.437909	0.109477	8.659	0.0000
erro 2	48	0.606897	0.012644		

Total corrigido	69	5.955994			

CV 1 (%) =	10.47				
CV 2 (%) =	7.16				
Média geral:	1.5697143	Número de observações:	70		

Temperatura Retal

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	1.641691	1.641691	13.931	0.0097
BLOCO	6	3.305277	0.550880	4.675	0.0413
erro 1	6	0.707049	0.117841		
TEMPO	4	35.260066	8.815016	101.879	0.0000
TIPO*TEMPO	4	0.528694	0.132174	1.528	0.2091
erro 2	48	4.153160	0.086524		

Total corrigido	69	45.595937			

CV 1 (%) =	0.89				
CV 2 (%) =	0.76				
Média geral:	38.6045714	Número de observações:	70		

Linfócitos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	300.357143	300.357143	2.635	0.1557
BLOCO	6	3553.371429	592.228571	5.195	0.0325
erro 1	6	683.942857	113.990476		
TEMPO	4	5505.771429	1376.442857	34.860	0.0000
TIPO*TEMPO	4	94.571429	23.642857	0.599	0.6653
erro 2	48	1895.257143	39.484524		

Total corrigido	69	12033.271429			

CV 1 (%) =	22.99				
CV 2 (%) =	13.53				
Média geral:	46.4428571	Número de observações:	70		

Neutrófilos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	488.928571	488.928571	3.520	0.1097
BLOCO	6	3106.971429	517.828571	3.728	0.0671
erro 1	6	833.371429	138.895238		

TEMPO	4	5473.942857	1368.485714	34.102	0.0000
TIPO*TEMPO	4	139.428571	34.857143	0.869	0.4896
erro 2	48	1926.228571	40.129762		

Total corrigido	69	11968.871429			

CV 1 (%) =	24.03				
CV 2 (%) =	12.92				
Média geral:	49.0428571	Número de observações:	70		

Neutrófilos/linfócitos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	2.067441	2.067441	2.965	0.1359
BLOCO	6	9.171874	1.528646	2.192	0.1811
erro 1	6	4.184069	0.697345		
TEMPO	4	17.711234	4.427809	23.096	0.0000
TIPO*TEMPO	4	1.264423	0.316106	1.649	0.1774
erro 2	48	9.202143	0.191711		

Total corrigido	69	43.601184			

CV 1 (%) =	66.21				
CV 2 (%) =	34.71				
Média geral:	1.2612857	Número de observações:	70		

Cortisol

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	1887.321607	1887.321607	1.766	0.2321
BLOCO	6	13041.189643	2173.531607	2.034	0.2044
erro 1	6	6411.244643	1068.540774		
TEMPO	3	18209.599107	6069.866369	12.479	0.0000
TIPO*TEMPO	3	4002.601964	1334.200655	2.743	0.0573
erro 2	36	17511.051429	486.418095		

Total corrigido	55	61063.008393			

CV 1 (%) =	33.55				
CV 2 (%) =	22.64				
Média geral:	97.4196429	Número de observações:	56		

7.1.5. Picos e recuperação Teste II

Hematimetria

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	0.579670	0.579670	0.673	0.4435
BLOCO	6	5.887654	0.981276	1.139	0.4393
erro 1	6	5.170140	0.861690		
TEMPO	4	80.825106	20.206276	169.521	0.0000
TIPO*TEMPO	4	0.864980	0.216245	1.814	0.1415
erro 2	48	5.721434	0.119197		

Total corrigido	69	99.048984			

CV 1 (%) =	11.38				
CV 2 (%) =	4.23				
Média geral:	8.1587143	Número de observações:	70		

Hematócrito

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	0.021613	0.021613	0.001	0.9720
BLOCO	6	89.934477	14.989080	0.927	0.5353
erro 1	6	96.971277	16.161880		

TEMPO	4	1901.228480	475.307120	177.072	0.0000
TIPO*TEMPO	4	9.232309	2.308077	0.860	0.4948
erro 2	48	128.844731	2.684265		

Total corrigido	69	2226.232887			

CV 1 (%) =	11.31				
CV 2 (%) =	4.61				
Média geral:	35.5575714	Número de observações:	70		

Hemoglobina

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	1.003206	1.003206	0.525	0.4959
BLOCO	6	17.402949	2.900491	1.519	0.3123
erro 1	6	11.458034	1.909672		
TEMPO	4	177.725509	44.431377	124.003	0.0000
TIPO*TEMPO	4	0.928823	0.232206	0.648	0.6310
erro 2	48	17.198789	0.358308		

Total corrigido	69	225.717309			

CV 1 (%) =	11.19				
CV 2 (%) =	4.85				
Média geral:	12.3488571	Número de observações:	70		

Leucometria

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	19.588870	19.588870	4.073	0.0901
BLOCO	6	64.047249	10.674541	2.219	0.1774
erro 1	6	28.856620	4.809437		
TEMPO	4	145.685166	36.421291	30.829	0.0000
TIPO*TEMPO	4	14.085337	3.521334	2.981	0.0281
erro 2	48	56.706617	1.181388		

Total corrigido	69	328.969859			

CV 1 (%) =	20.06				
CV 2 (%) =	9.94				
Média geral:	10.9318571	Número de observações:	70		

Proteínas Totais

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	20.509316	20.509316	30.334	0.0015
BLOCO	6	9.702009	1.617001	2.392	0.1563
erro 1	6	4.056654	0.676109		
TEMPO	4	17.133471	4.283368	8.728	0.0000
TIPO*TEMPO	4	6.583734	1.645934	3.354	0.0168
erro 2	48	23.556994	0.490771		

Total corrigido	69	81.542179			

CV 1 (%) =	12.55				
CV 2 (%) =	10.69				
Média geral:	6.5521429	Número de observações:	70		

Lactato

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	0.505750	0.505750	3.452	0.1125
BLOCO	6	0.204100	0.034017	0.232	0.9506
erro 1	6	0.878980	0.146497		
TEMPO	4	7.490337	1.872584	98.353	0.0000

TIPO*TEMPO	4	0.308171	0.077043	4.046	0.0066
erro 2	48	0.913891	0.019039		

Total corrigido	69	10.301230			

CV 1 (%) =	61.63				
CV 2 (%) =	22.22				
Média geral:	0.6210000	Número de observações:	70		

Frequência cardíaca

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	0.105691	0.105691	7.638	0.0327
BLOCO	6	0.071634	0.011939	0.863	0.5688
erro 1	6	0.083029	0.013838		
TEMPO	4	5.548834	1.387209	206.298	0.0000
TIPO*TEMPO	4	0.076880	0.019220	2.858	0.0333
erro 2	48	0.322766	0.006724		

Total corrigido	69	6.208834			

CV 1 (%) =	6.37				
CV 2 (%) =	4.44				
Média geral:	1.8462857	Número de observações:	70		

Frequência respiratória

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	4888.928571	4888.928571	8.459	0.0270
BLOCO	6	3189.285714	531.547619	0.920	0.5391
erro 1	6	3467.571429	577.928571		
TEMPO	4	84175.657143	21043.914286	64.651	0.0000
TIPO*TEMPO	4	3393.142857	848.285714	2.606	0.0472
erro 2	48	15624.000000	325.500000		

Total corrigido	69	114738.585714			

CV 1 (%) =	33.21				
CV 2 (%) =	24.92				
Média geral:	72.3857143	Número de observações:	70		

Temperatura retal

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	0.622286	0.622286	1.096	0.3355
BLOCO	6	1.777429	0.296238	0.522	0.7759
erro 1	6	3.407714	0.567952		
TEMPO	4	68.413429	17.103357	105.592	0.0000
TIPO*TEMPO	4	0.407714	0.101929	0.629	0.6440
erro 2	48	7.774857	0.161976		

Total corrigido	69	82.403429			

CV 1 (%) =	1.93				
CV 2 (%) =	1.03				
Média geral:	38.9628571	Número de observações:	70		

Linfócitos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	100.800000	100.800000	1.497	0.2670
BLOCO	6	2482.971429	413.828571	6.146	0.0220
erro 1	6	404.000000	67.333333		
TEMPO	4	4373.514286	1093.378571	27.365	0.0000

TIPO*TEMPO	4	198.200000	49.550000	1.240	0.3066
erro 2	48	1917.885714	39.955952		

Total corrigido	69	9477.371429			

CV 1 (%) =	17.63				
CV 2 (%) =	13.58				
Média geral:	46.5428571	Número de observações:	70		

Neutrófilos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	123.557143	123.557143	1.651	0.2462
BLOCO	6	2329.342857	388.223810	5.189	0.0326
erro 1	6	448.942857	74.823810		
TEMPO	4	4494.628571	1123.657143	27.363	0.0000
TIPO*TEMPO	4	372.228571	93.057143	2.266	0.0758
erro 2	48	1971.142857	41.065476		

Total corrigido	69	9739.842857			

CV 1 (%) =	17.56				
CV 2 (%) =	13.01				
Média geral:	49.2714286	Número de observações:	70		

Neutrófilos/Linfócitos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	0.219520	0.219520	0.881	0.3841
BLOCO	6	4.938234	0.823039	3.304	0.0858
erro 1	6	1.494840	0.249140		
TEMPO	4	13.591520	3.397880	26.971	0.0000
TIPO*TEMPO	4	0.804537	0.201134	1.597	0.1905
erro 2	48	6.047183	0.125983		

Total corrigido	69	27.095834			

CV 1 (%) =	41.38				
CV 2 (%) =	29.42				
Média geral:	1.2062857	Número de observações:	70		

Cortisol

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc

TIPO	1	623.778750	623.778750	1.151	0.3245
BLOCO	6	21367.441786	3561.240298	6.572	0.0187
erro 1	6	3251.082500	541.847083		
TEMPO	3	38369.894821	12789.964940	43.657	0.0000
TIPO*TEMPO	3	488.281964	162.760655	0.556	0.6477
erro 2	36	10546.795714	292.966548		

Total corrigido	55	74647.275536			

CV 1 (%) =	18.86				
CV 2 (%) =	13.87				
Média geral:	123.4160714	Número de observações:	56		
