

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Avaliação ergoespirométrica de equinos em esteira e a
campo**

Marcia Torres Ramos

2015



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

**AVALIAÇÃO ERGOESPIROMÉTRICA DE EQUINOS EM ESTEIRA E
A CAMPO**

MARCIA TORRES RAMOS

Sob a Orientação do Professor
Fernando Queiroz de Almeida

e Co-orientação do Professor
Guilherme Camargo de Ferraz

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

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2015

636.1

R175a

T

Ramos, Marcia Torres, 1974-

Avaliação ergoespirométrica de equinos em esteira e a campo / Márcia Torres Ramos - 2015.

96 f.: il.

Orientador: Fernando Queiroz de Almeida.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Zootecnia.

Bibliografia: f. 56-63.

1. Equino - Teses. 2. Equino - Adestramento - Teses. 3. Teste de esforço - Aspectos fisiológicos - Teses. 4. Aparelho respiratório - Teses. 5. Equitação - Teses. I. Almeida, Fernando Queiroz de, 1959-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

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

MARCIA TORRES RAMOS

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ___ / ____ / ____

Fernando Queiroz de Almeida. Dr. UFRRJ

Antônio de Queiroz Neto. Dr. UNESP-Jaboticabal

Marcos Jun Watanabe. Dr. UNESP-Botucatu

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra

Aos meus pais, Claudio e Solange, pelo exemplo, amor e dedicação na educação dos filhos.

Aos meus irmãos, Marta e Nilo, e aos meus cunhados Eduardo e Gloria, pelo carinho e companheirismo.

Aos meus sobrinhos, Leticia, Laura e Luiz Fernando, meus amores, minha alegria.

Aos demais familiares e amigos pela torcida e por compreenderem minha ausência.

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos”
(Marcel Proust)

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Fernando Queiroz de Almeida, pelo exemplo de profissionalismo e dedicação me mostrando o caminho da ciência e contribuindo para o meu crescimento.

À minha grande amiga Chiara Oliveira, por ter me introduzido, acompanhado e auxiliado desde o primeiro contato com o universo da pesquisa.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da Universidade Estadual Paulista, ao Laboratório de Farmacologia e Fisiologia do Exercício Equino (LAFEQ), aos Professores Antônio Queiroz Neto e Guilherme Camargo de Ferraz, pelo apoio e uso do equipamento de espirometria.

À professora Vèronique Julliard, à Justine Fortier e aos demais colegas da AgroSup Dijon, pelo apoio e treinamento recebidos em Dijon.

À professora Cristiane Divan Baldani e aos colegas de sua equipe, por sua atenção, disponibilidade, e auxílio técnico nas análises sanguíneas.

Aos colegas da equipe do Laboratório de Avaliação do Desempenho de Equinos (LADEq), que auxiliaram na organização e execução desta pesquisa.

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

À Escola de Equitação do Exército, em especial ao Tenente Coronel Ataíde, e do CAPES, por participar e apoiar este trabalho.

Ao Major Lopes da Cruz, Capitão Rigueira, Capitão Carlos Eduardo, Capitão Fernandez, Capitão Rego Barros, Tenente Mendonça, Sargento Lima Gomes, Sargento Guedes e Sargento Júlio, os cavaleiros que foram pilares na realização deste trabalho.

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

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

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

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

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

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

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

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

(Antoine de Saint-Exupery)

RESUMO

RAMOS, Marcia Torres. **Avaliação ergoespirométrica de equinos em esteira e a campo.** 2015. 96p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

O objetivo desta pesquisa foi comparar testes ergoespirométricos realizados a campo e em esteira de alta velocidade. Foram usados quinze equinos da raça Brasileiro de Hipismo, em treinamento para Concurso Completo de Equitação, em delineamento experimental em dados pareados, com dois tratamentos (testes em esteira ergométrica e a campo) e 15 repetições (equinos). O teste incremental de velocidade em esteira ergométrica o equino realizou passo, por três minutos, à velocidade de 1,7 m/s, três minutos ao trote a 4 m/s com inclinação de 3,3% durante três minutos; seguido de galopes iniciando em 6 m/s com incrementos de velocidade de 1m/s a cada três minutos até 9m/s. O teste incremental de velocidade a campo, que foi realizado de forma contínua, consistiu inicialmente de passo a 1,7 m/s, por três minutos, seguido de três minutos ao trote a 4 m/s; a seguir galopes de três minutos com velocidade inicial de 6 m/s incrementada em 1m/s a cada três minutos até 8m/s. Foram observadas diferenças significativas nos valores de lactato plasmático entre o teste em esteira e a campo, a 8 m/s, de $5,5\pm 3,5$ e $6,9\pm 2,6$ mmol/L ($P=0,02957$). Não foram observadas diferenças estatísticas nos testes em esteira e a campo nos valores médios de V_{200} de $8,82\pm 1,19$ e $8,79\pm 1,37$ m/s, respectivamente. Os valores de V_{L2} e V_{L4} nos testes em esteira foram de $6,10\pm 1,32$ e $7,61\pm 1,24$ m/s. Não foi observada diferença significativa na frequência cardíaca entre os testes. A frequência respiratória variou entre testes, com diferença entre os testes em esteira e a campo nos momentos 1,7 e 6 m/s ($P=0,0010$ e $P=0,0325$). Houve diferença significativa no VT entre os testes ($P=0,0121$), e entre teste em esteira e a campo nas etapas de velocidades 4,0; 6,0; 7,0 e 8,0 m/s ($P=0,0017$, $P=0,0015$, $P=0,0022$, $P=0,0019$) com interação entre o teste e as velocidades avaliadas. Houve diferença nos valores absolutos de VE entre o teste e entre as velocidades, 1,7; 4,0; 7,0 e 8,0 m/s ($P=0,0022$, $P=0,0181$, $P=0,0085$, $P=0,0465$). Não foram observadas diferenças significativas entre teste em esteira e a campo para o consumo de oxigênio absoluto e relativo, produção de dióxido de carbono absoluto e relativo, e quociente respiratório. Os valores de lactato, pH, bicarbonato, dióxido de carbono total e excesso de base, diminuíram ao fim de ambos os testes. A ergoespirometria realizada durante testes de exercício incremental de velocidade em protocolo contínuo em esteira de alta velocidade e a campo foi eficaz na aferição de variáveis ventilatórias e respiratórias e perfeitamente exequível. As variáveis FC, V_{200} , VO_2 e VCO_2 , observadas nos testes em esteira de alta velocidade e a campo não apresentaram diferenças significativa entre testes, demonstrando que os testes envolveram a mesma demanda metabólica aeróbica e são, portanto equiparáveis. A avaliação através hemogasometria permitiu observação do equilíbrio ácido-base durante os testes, evidenciando a acidose metabólica decorrente do exercício executado e sua posterior compensação.

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

ABSTRACT

RAMOS, Marcia Torres. **Ergoespirometric evaluation of horses on the treadmill and in the field.** 2015. 96p. Dissertation (Master of Science in Animal Science). Animal Science Institute, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

The aim of this study was to compare ergoespirometric tests performed in the field and on the treadmill. Fifteen Brazilian Sport Horses were used, in training for Eventing, in a paired data with two treatments (treadmill and field tests) and 15 repetitions (horses). The incremental speed test on the treadmill consisted by walking for 3 minutes at 1.7 m/s, trotting for 3 minutes at 4 m/s, with 3.3% inclination, and gallops starting at 6 m/s with a 1 m/s increment of speed every 3 minutes until 9 m/s. The incremental speed test in the field was performed continuously and consisted by walking for 3 minutes at 1.7 m/s, trotting for 3 minutes at 4 m/s and gallops starting at 6 m/s with a 1 m/s increment of speed every 3 minutes until 8 m/s. Statistic differences were observed on the plasma lactate concentrations at 8 m/s, of 5.5 ± 3.5 e 6.9 ± 2.6 mmol/L ($P=0.02957$). No statistical differences were observed between treadmill and field tests on values of V_{200} , of 8.82 ± 1.19 e 8.79 ± 1.37 m/s, respectively. Values of V_{L2} and V_{L4} on treadmill tests were 6.10 ± 1.32 e 7.61 ± 1.24 m/s. There was no significant difference in heart rate between tests. Respiratory rate varied between tests, with differences between tests on a treadmill and the field at times 1.7 and 6 m/s ($P=0.0010$ e $P=0.0325$). There was a significant difference in V_T between tests ($P=0.0121$), and between treadmill and field tests on the 4.0; 6.0; 7.0 e 8.0 m/s ($P=0.0017$, $P=0.0015$, $P=0.0022$, $P=0.0019$) with interaction between the test and evaluated speeds. There were differences in the absolute values of VE between the test and between speeds 1.7; 4.0; 7.0 e 8.0 m/s ($P=0.0022$, $P=0.0181$, $P=0.0085$, $P=0.0465$). No differences were observed on the absolute or relative oxygen uptake, on the absolute or relative carbon dioxide production and on the respiratory quotient between treadmill and field tests. Values of plasma lactate, pH, bicarbonate, total carbon dioxide and base excess decreased with exercise tests. Ergospirometry performed on continuous incremental speed exercise test on the treadmill and in field was effective in measuring respiratory and ventilatory parameters and perfectly feasible. The variables HR, V_{200} , VO_2 and VCO_2 , observed in tests on a high-speed treadmill and in the field did not differ significantly between tests, demonstrating that the tests involved the same aerobic metabolic demand and are therefore comparable. Evaluation using blood gas analysis allowed observation of the acid-base balance during testing, indicating metabolic acidosis resulting from the exercise performed and the subsequent compensation.

Keyword: Effort tests, oxygen consumption, physiological variables.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.	Protocolo do teste incremental em esteira ergométrica.....	14
Tabela 2.	Protocolo do teste incremental a campo.....	15
Tabela 3.	Protocolo das coletas sanguíneas no Teste incremental em esteira.....	20
Tabela 4.	Protocolo de coletas sanguíneas do Teste incremental a campo.....	20
Tabela 5.	Valores individuais das variáveis Peso, V_{L2} , V_{L4} , V_{200} , valor pico de FC observado na etapa (FC_{pico}), valor pico de VO_2 observado na etapa (VO_{2pico}), valor do pico da concentração plasmática de lactato ($[La_{pico}]$) nos testes em esteira de alta velocidade, com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.....	24
Tabela 6.	Valores médios das variáveis hematológicas nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.....	25
Tabela 7.	Valores médios das variáveis FR e FC nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.....	26
Tabela 8.	Valores médios de V_T nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.....	26
Tabela 9.	Valores médios de V_E absoluto e relativo ao peso nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.....	27
Tabela 10.	Valores médios de VO_2 absoluto e relativo ao peso, nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.....	27
Tabela 11.	Valores médios de VCO_2 absoluto e relativo ao PV, nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.....	28
Tabela 12.	Valores médios do R nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.....	28
Tabela 13.	Análise de correlação entre $[Lac]$ (concentração de lactato plasmático), FR, V_T , V_E , $V_E/Peso$ (Volume Minuto relativo ao peso), FC, VO_2 , $VO_2/Peso$ (consumo de oxigênio relativo ao peso), VCO_2 , $VCO_2/Peso$ (produção de dióxido de carbono relativo ao peso) e R, nos testes em esteira (9 m/s) com 3,3% de inclinação.....	29
Tabela 14.	Análise de correlação entre $[Lac]$ (concentração de lactato plasmático), FR, V_T , V_E , $V_E/Peso$ (Volume Minuto relativo ao peso), FC, VO_2 , $VO_2/Peso$ (consumo de oxigênio relativo ao peso), VCO_2 , $VCO_2/Peso$ (produção de dióxido de carbono relativo ao peso) e R, nos testes a campo (8 m/s).....	31

Tabela 15	Valores médios das variáveis [Lac], pH, pCO ₂ , TCO ₂ , HCO ₃ ⁻ , BE, pO ₂ , sO ₂ , DIF, AG, iCa, Na, K, Cl ⁻ e temperatura retal nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, em equinos em treinamento de CCE.....	32
Tabela 16.	Valores médios das variáveis [Lac], pH, pCO ₂ , TCO ₂ , HCO ₃ ⁻ , BE, pO ₂ , sO ₂ , DIF, AG, iCa, Na, K, Cl ⁻ e temperatura retal nos testes a campo, de equinos em treinamento de CCE.....	33
Tabela 17.	Análise de correlação entre [Lac], V _{L2} , V _{L4} , V ₁₆₀ , V ₂₀₀ , pH, pH, pCO ₂ , TCO ₂ , HCO ₃ ⁻ , BE, pO ₂ , sO ₂ , DIF, AG, iCa, Na, K, Cl ⁻ nos testes em esteira (9 m/s) com 3,3% de inclinação.....	35
Tabela 18.	Análise de correlação entre [Lac], V ₁₆₀ , V ₂₀₀ , pH, pH, pCO ₂ , TCO ₂ , HCO ₃ ⁻ , BE, pO ₂ , sO ₂ , DIF, AG, iCa, Na, K, Cl ⁻ nos testes a campo (8 m/s).....	37
Tabela 19.	Valores médios das variáveis sorológicas nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.....	39
Tabela 20.	Valores aferidos de consumo de oxigênio em cada etapa de velocidade real ou convertida (m/s), valores relativos ao peso de consumo de oxigênio (mL/kg/min), de consumo máximo/pico de oxigênio (VO _{2max}) e sua respectiva velocidade de obtenção (Vel VO _{2max/pico}), dos testes de exercício em esteira e a campo em equinos de diferentes raças citados na literatura a partir de 2000.....	46
Tabela 21.	Valores aferidos de produção de dióxido de carbono (VCO ₂) relativos ao peso (mL/kg/min), em cada etapa de velocidade real ou convertida (m/s), dos testes de exercício em esteira e a campo em equinos de diferentes raças citados na literatura a partir de 2000.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Equino com Equimask [®] e silicone de vedação.....	16
Figura 2.	Colocação das turbinas na Equimask [®]	17
Figura 3.	Equino e cavaleiro preparados para o teste a campo.....	18
Figura 4.	Equino preparado para o teste em esteira de alta velocidade.....	18
Figura 5.	Equino realizando ergoespirometria a campo.....	19
Figura 6.	Comparação entre os valores médios de V_{160} e V_{200} nos testes em esteira com 3,3% de inclinação e a campo	25

LISTA DE ABREVIACOES

AG	“Anion Gap”
AST	Aspartato aminotransferase
ATP	Adenosina trifosfato
BE	Excesso de base
bpm	Batimentos por minuto
CCE	Concurso Completo de Equitação
Cl	íon cloro
CO ₂	Dióxido de Carbono
CK	Creatinaquinase
Cr-P	Fosfato de creatina
DIF	Diferença de íons fortes
DP	Desvio Padrão
FC	Frequência cardíaca
FC _{pico}	Pico da frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
g/dL	Gramas por decilitro
HCO ₃ ⁻	Bicarbonato
Ht	Hematócrito
iCa ⁺⁺	Cálcio ionizado
K	íon potássio
Kg	Quilogramas
LDH	Lactato desidrogenase
L/min	Litros por minuto
m	Metros
m/s	Metros por segundo
mg/dL	Miligrama por decilitro
mL/kg/min	Mililitros por quilograma por minuto
mmol/L	Milimol por litro
Na	íon sódio
O ₂	Oxigênio
pO ₂	Pressão parcial de oxigênio
pCO ₂	Pressão parcial de dióxido de carbono
R	Quociente respiratório
sO ₂	Saturação de oxigênio
T	Temperatura corporal
TCO ₂	Dióxido de Carbono total
VCO ₂	Produção de dióxido de carbono
V _E	Volume respiratório por minuto
VO ₂	Consumo de oxigênio
VO _{2max}	Consumo máximo de oxigênio

$VO_{2\text{pico}}$	Pico do consumo de oxigênio
V_T	Volume corrente
U/L	Unidades por litro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	02
2.1 O Concurso Completo de Equitação.....	02
2.2 O Sistema Respiratório dos Equinos.....	03
2.3 Respostas Fisiológicas dos Equinos ao Exercício.....	05
2.4 Testes de Esforço Físico em Equinos.....	09
2.5 Ergoespirometria em Equinos.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Local	14
3.2 Animais e Treinamento.....	14
3.3 Delineamento Experimental	14
3.4 Testes Incrementais.....	14
3.5 Preparo dos Animais para os Testes.....	15
3.6 Análise Espirométrica	16
3.7 Análises Hematológicas e Bioquímicas	19
3.8 Análises Estatísticas.....	21
4 RESULTADOS	23
5 DISCUSSÃO	40
6 CONCLUSÕES	55
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
8 ANEXOS	65

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o terceiro maior rebanho de equinos do mundo e o maior da América Latina, fomentando uma movimentação econômica de cerca de R\$ 7,3 bilhões por ano (MAPA, 2012). O complexo do Agronegócio do Cavalo é responsável pela geração de 640 mil empregos diretos, que somados aos indiretos podem atingir 3,2 milhões, e envolve mais de 30 segmentos de negócio. No que se refere às atividades esportivas equestres no Brasil, observou-se seu expressivo aumento nos últimos anos (LIMA et al., 2006).

Dentre as várias modalidades hípicas encontra-se o Concurso Completo de Equitação (CCE), competição de elevado grau de complexidade e exigência para o cavalo e o cavaleiro. Modalidade olímpica desde 1912, o CCE reúne três provas em três dias consecutivos, e encontra-se em plena expansão no Brasil e no mundo. O crescimento do interesse nesta modalidade impulsiona o aumento dos estudos em fisiologia esportiva dos equinos que a desempenham.

O equino, quando comparado a maioria dos outros mamíferos terrestres, possui uma notável capacidade aeróbica relativa ao seu peso (LAFORTUNA et al., 2003; POOLE, 2004), desenvolvida inicialmente pela necessidade de fuga dos predadores e incrementada pela plasticidade da sua musculatura esquelética, características selecionadas geneticamente com o objetivo do melhor desempenho em atividades físicas (ART & LEKEUX, 2005; VOTION et al., 2007).

Durante décadas as pesquisas em fisiologia do exercício forneceram evidências de que o sistema respiratório dos equinos pode ser um importante fator limitante do desempenho atlético (BAYLY et al. 1987; ART et al., 1990; HOGDSON et al. 1994). As disfunções respiratórias, ainda que subclínicas podem acarretar diminuição significativa na capacidade aeróbica dos equinos, evidenciando a importância do conhecimento de sua função e de suas peculiaridades (LEKEUX et al., 2014).

O consumo de oxigênio é um parâmetro representativo da eficiência e da coordenação entre os sistemas respiratório, cardiovascular e neuromuscular e tornou-se o teste padrão para a avaliação de capacidade aeróbica em humanos, fornecendo informações fisiológicas e metabólicas (POOLE, 2004). Em equinos o consumo de oxigênio é importante indicador da capacidade aeróbica, contribuindo na previsão do desempenho atlético sendo estudado há mais de duas décadas com o auxílio da ergoespirometria, usualmente em condições de laboratório (CASTEJÓN, 2008).

A capacidade de obtenção de mensurações da respiração em tempo real durante a totalidade de um teste de esforço, independentemente de sua duração ou velocidade de execução, produz informações necessárias para a avaliação do desempenho de equinos, tanto por fisiologistas como por clínicos (RAMSEYER et al., 2010).

A possibilidade de se aferir as adaptações cardiorrespiratórias ao treinamento e capacidade atlética em reais condições de campo, abre novas perspectivas no acompanhamento de equinos de esporte (VOTION et al., 2006). Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar os parâmetros cardiorrespiratórios e metabólicos de equinos através da ergoespirometria e hemogasometria e comparar os resultados ergoespirométricos e metabólicos dos equinos nos testes em esteira de alta velocidade e a campo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Concurso Completo de Equitação

O Concurso Completo de Equitação (CCE) é considerado a competição equestre mais completa, exigindo do cavaleiro destreza, controle e conhecimento da sua montaria, e do equino um excelente treinamento, inteligência, habilidade no salto e capacidade de adaptação às mais diversas condições durante a competição (FEI, 2012). Com origem na Europa, o CCE teve sua primeira competição oficial em 1902, na França, tornando-se rapidamente popular também na América do Norte e Oceania. Em 1912 tornou-se esporte olímpico nos Jogos Olímpicos de Estocolmo, podendo ser disputado individualmente ou por equipe.

Também conhecido como o "triatlo" equestre, o CCE é realizado em dias consecutivos nos quais o conjunto cavalo-cavaleiro disputa as provas de adestramento, "cross-country" e saltos. A primeira prova, o adestramento, disputado em arena de 60 metros de comprimento por 20 metros de largura, tem por objetivo avaliar a harmonia entre o cavaleiro e o equino na execução de movimentos específicos (reprise). Na segunda prova, o "cross-country", o conjunto precisa saltar obstáculos rústicos em pista de grama, dentro de tempo determinado e com menor número de faltas, demonstrando assim, força, agilidade e capacidade de se adaptar às mais variadas condições de terreno. A última etapa do CCE, a prova de salto, na qual se observa potência, flexibilidade e obediência do equino, é realizada em percurso de 11 a 15 obstáculos (FEI, 2012).

As competições de CCE oficiais são classificadas em níveis ou estrelas (*), sendo a competição de uma estrela a menos exigente e a prova de quatro estrelas a mais exigente. Os equinos podem participar em competições de CCE a partir dos seis anos, e usualmente competem em nível de iniciantes antes de competir em provas de uma, duas, três ou quatro estrelas. Existem, ainda, as competições em formato longo, o Concurso Completo Internacional e o formato curto, o Concurso Combinado Nacional ou Internacional (SCHAFFER, 2014).

Durante a última década ocorreram inúmeras modificações nas três disciplinas englobadas no CCE. As etapas de "steeplechase" e "roads and tracks" foram removidas do segundo dia de competição devido ao alto risco quedas relacionadas à fadiga, afecções metabólicas ou ortopédicas dos equinos. Essa modificação acarretou o aumento da exigência técnica do adestramento, das pistas de salto e do "cross-country" (ROHDE, 2013).

Estudos em fisiologia do exercício de equinos de CCE demonstram diversas alterações bioquímicas e hidroeletrolíticas após as provas de "cross-country", como perdas de fluidos e eletrólitos resultante da sudorese, e a acidose metabólica devido ao acúmulo de lactato no sangue (MARLIN et al., 1995; WILLIAMSON et al., 1996). Para que se possa atingir o condicionamento físico desejado em uma modalidade equestre com demandas bastante altas, métodos de treinamento apropriados devem ser desenvolvidos e empregados (SERRANO et al., 2002).

Estudos desenvolvidos por Santiago (2010) e Azevedo (2012) com equinos da raça Brasileiro de Hipismo (BH) de CCE, comparando protocolos de testes de exercícios e competições e testes de exercício a campo e em esteira de alta velocidade, respectivamente, evidenciaram as grandes demandas metabólicas desta modalidade equestre, bem como a necessidade de adequação dos protocolos de treinamento e avaliação do desempenho aos equinos participantes de CCE.

2.2 O Sistema Respiratório dos Equinos

O Sistema respiratório é dividido funcionalmente em porção condutora, porção respiratória e sistema de bombeamento. A porção condutora é formada pelas narinas e passagens nasais, faringe, laringe e traqueia. A porção respiratória é formada pela porção final da traqueia, que dá origem aos brônquios principais direito e esquerdo, que adentram os pulmões direito e esquerdo, que sucessivamente se dividem em brônquios mais estreitos, bronquíolos, bronquíolos terminais e alvéolos. Os músculos diafragma, intercostais internos e externos e abdominais constituem o sistema de bombeamento (LEKEUX et al., 2014).

Sua função preponderante é na inspiração extrair oxigênio (O_2) do meio ambiente na inspiração e na expiração eliminar dióxido de carbono (CO_2) e água (HOLCOMBE, 2006; CITTAR, 2007; LEKEUX et al., 2014). Dentre outras não menos importantes funções do sistema respiratório, encontram-se também a termorregulação, a regulação do equilíbrio ácido-base, a olfação e a fonação (LEKEUX et al., 2014).

Os principais processos envolvidos na troca gasosa pulmonar são a ventilação, a perfusão, a relação entre a ventilação e a perfusão, a difusão, o transporte dos gases, a mecânica da respiração e o controle da respiração (LEKEUX et al., 2014).

A ventilação pulmonar consiste no processo de troca da mistura gasosa contida nas vias respiratórias por ar atmosférico (CITTAR, 2007). Durante um ciclo respiratório normal, o volume de ar inalado e exalado pelo equino é denominado volume corrente (V_T). O volume de ar que ainda pode ser inspirado após a movimentação do V_T , é o volume de reserva inspiratória. Da mesma forma, a quantidade de ar que ainda pode ser expirada após a exalação do V_T , constitui o volume de reserva expiratório. O somatório de todos os volumes supracitados resulta na capacidade pulmonar vital. Sabe-se também que determinado volume de ar permanece nos pulmões mesmo após a expiração mais forçada - o volume residual e, que somado a todos os outros volumes pulmonares constitui a capacidade pulmonar total (REECE, 2006). Entre 50 e 70% do ar inspirado fica retido nas vias aéreas de condução, onde não há hematose propriamente dita, e denomina-se espaço morto anatômico. O espaço morto alveolar, ainda que usualmente muito pequeno, é formado pelos alvéolos que estão ventilados, mas não perfundidos devido a uma fraca relação ventilação/perfusão. O somatório do espaço morto anatômico e do espaço morto alveolar denomina-se espaço morto fisiológico (CITTAR, 2007).

A distribuição da ventilação alveolar não é uniforme, mesmo em equinos saudáveis em repouso. Os principais fatores responsáveis por esse fenômeno são o fato de que as mudanças da pressão intrapleural não são uniformes por toda a caixa torácica, sendo mais negativa dorsalmente devido à gravidade. Desta forma os alvéolos mais distendidos e menos complacentes, recebendo menos ar durante a inspiração. Além disso, o ar inalado encaminha-se preferencialmente para áreas com menor resistência e maior complacência alveolar. Esta assincronia da ventilação pulmonar não causa impacto negativo na hematose quando em baixa frequência respiratória. No entanto, em equinos com doenças respiratórias, levando a assincronia ventilatória significativa, ou durante o exercício, quando eleva-se de maneira marcante a frequência respiratória, este fenômeno pode ser bastante prejudicial à capacidade de troca gasosa, minorando o desempenho atlético (LEKEUX et al., 2014).

A artéria pulmonar é a responsável pelo suprimento sanguíneo dos pulmões, e a distribuição do sangue obedece às diferenças de pressão entre a artéria pulmonar e a veia pulmonar, além da resistência vascular. A resistência vascular pulmonar é bastante baixa, quando comparada com a resistência da circulação sistêmica, e conseqüentemente a pressão também é mais baixa. A resistência vascular pulmonar é distribuída entre vasos pré e pós

capilares. Por esta peculiaridade, e juntamente com a baixa resistência vascular, a pressão nos capilares pulmonares continua pulsátil (LEKEUX et al., 2014).

A relação ventilação/perfusão (V/P) é o quociente entre a ventilação alveolar e o volume de sangue que circula pelo leito vascular pulmonar a cada segundo (CITTAR, 2007), e depende desta razão a eficiência das trocas gasosas. Em equinos em repouso a V/P não é influenciada pela gravidade, porém durante o exercício, com o aumento de cerca de 25% de aumento da diferença da pressão arterial-alveolar do oxigênio, a gravidade passa a exercer influência (FRANKLIN et al., 2012; LEKEUX et al., 2014).

A difusão é um processo passivo no qual o O₂ passa dos alvéolos para o sangue capilar, e o CO₂ passa na direção oposta. A taxa de difusão é influenciada por diversos fatores: gradiente de pressão dos gases entre o alvéolo e o capilar, propriedades físicas dos gases, superfície disponível para a troca e espessura da membrana respiratória (LEKEUX et al., 2014).

A maior parte do oxigênio captado nos pulmões é transportado ligado à hemoglobina. A fração encontrada dissolvida no plasma determina a pO₂ arterial. O volume de oxigênio no sangue é principalmente determinado pela concentração de hemoglobina e por sua saturação pelo O₂ (sO₂). Durante repouso, com pressões arteriais de O₂ de cerca de 70 mmHg, a hemoglobina está próxima dos 95% de sua saturação. Durante o exercício, com o aumento das demandas metabólicas, as pressões arteriais e teciduais de O₂ diminuem. Além disso há aumentos da temperatura corporal, da concentração dos íons hidrogênio e da pCO₂, contribuindo para a diminuição da afinidade da oxihemoglobina pelo O₂, resultando na liberação do O₂ e sua difusão para os tecidos, que ocorre por diferença no gradiente de pressão (LEKEUX et al., 2014).

O CO₂ produzido nos tecidos difunde-se por menor gradiente de concentração para o plasma onde a maior parte entra nas hemácias e é rapidamente hidratado na presença da enzima anidrase carbônica, formando o ácido carbônico, que se dissocia rapidamente em íons hidrogênio e bicarbonato. O bicarbonato que se acumula na hemácia é trocado através da membrana pelo cloreto plasmático em um processo conhecido como desvio do cloreto (CARLSON et al., 1995). Nos pulmões o bicarbonato é rapidamente convertido em CO₂, e exalado. Cerca de 80% do CO₂ é transportado como HCO₃⁻. Somente cerca de 5% deste CO₂ encontra-se dissolvido no plasma, e essa fração determina o pCO₂ (LEKEUX et al., 2014).

Para que ocorra a ventilação nos pulmões é necessário que volumes de ar sejam deslocados para dentro e para fora das vias aéreas, através da expansão ou da compressão dos pulmões. Um ciclo respiratório normal é formado por uma inspiração e uma expiração. Durante o repouso, o tórax aumenta de volume na inspiração pela contração do diafragma e pelo movimento das costelas cranialmente e bilateralmente. Na expiração os músculos do sistema de bombeamento previamente contraídos se relaxam, havendo o retorno do tórax e do abdome a posição prévia (ART & BAYLY, 2014). O número de ciclos respiratórios por minuto denomina-se frequência respiratória (FR) e esta, quando multiplicada pelo V_T, resulta no volume respiratório por minuto (V_E). Em equinos atletas saudáveis em repouso os valores médios observados de V_T, FR e V_E são de cerca de 5,6 L, 14 respirações por minuto (rpm) e 80 L/min, respectivamente (LEKEUX et al., 2014).

As exigências de trocas gasosas variam de acordo com as demandas metabólicas. A respiração dos equinos é principalmente controlada pelo sistema nervoso central de acordo com as informações sobre as trocas gasosas e padrão locomotor. Um complexo sistema controla as modificações da taxa respiratória e da profundidade da ventilação alveolar e é constituído principalmente de três elementos: o controle central encefálico, que coordena a informação; os receptores da informação, quais sejam quimiorreceptores e receptores

pulmonares; e os órgãos executores, que são os músculos da respiração (CITTAR, 2007). Alterações no pH, na pressão parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$) e de oxigênio ($p\text{O}_2$) arteriais são soberanos no controle ventilatório em equinos durante repouso (BAYLY et al., 1995; LEKEUX et al., 2014).

No que diz respeito à influência do padrão locomotor na respiração dos equinos, Butler et al. (1993) observaram que durante cânter e galope os equinos não variam a frequência respiratória (FR) e a frequência de passo independentemente, mantendo entre elas razão de 1:1, demonstrando forte acoplamento respiratório-locomotor. Inicialmente foram sugeridos como causadores deste fenômeno, o impacto da chegada dos membros anteriores no solo, causando a compressão do tórax, a teoria do pistão visceral e a flexão da coluna (BRAMBLER & CARRIER, 1983). Posteriormente ficou evidenciada a maior importância da flexão da coluna como mecânica principal de conexão entre a respiração e a locomoção dos equinos durante o galope (YOUNG & ALEXANDER, 1992; FRANKLIN et al., 2012).

Durante exercício moderado a resposta ventilatória é eficaz na eliminação do CO_2 , mantendo o equilíbrio ácido-base do sangue. Entretanto, em exercícios intensos, o equino retém CO_2 por hipoventilação levando à hipercapnia acompanhada de acidose respiratória (BAYLY et al., 1989; FRANKLIN et al., 2012).

Nos equinos o sistema respiratório tem importante participação na termorregulação do organismo. O aumento da produção energética durante o exercício resulta no aumento da temperatura corporal. A maior parte da energia produzida é dissipada sob a forma de calor, sendo cerca de 70% através da evaporação do suor e 23 % através da respiração (HOGDSON et al., 1994; JENKINSON et al., 2006).

Em condições de repouso o calor metabólico é utilizado para manutenção da temperatura corporal (HOGDSON et al., 1994). A temperatura corpórea reflete o balanço entre a produção de calor e a sua eliminação. O mecanismo fisiológico primário para a dissipação do calor durante o exercício envolve o aumento do débito cardíaco, da circulação cutânea e da produção de suor. Em exercícios intensos, de alta velocidade e curta duração, a temperatura se eleva constantemente durante todo o exercício, causando acúmulo de uma grande quantidade de calor metabólico que será dissipado principalmente durante a recuperação pós exercício. Nos exercícios leves a moderados de longa duração, a ativação dos mecanismos de dissipação do calor atenua gradativamente a elevação da temperatura corporal, permitindo que o equilíbrio entre a produção e a dissipação do calor corpóreo seja atingida (McCUTCHEON & GEOR, 2014).

2.3 Respostas Fisiológicas dos Equinos ao Exercício

Ao início do exercício físico o equino apresenta diversas respostas fisiológicas que visam a melhora na capacidade de transporte do oxigênio (FRANKLIN et al., 2012). O aumento do consumo do oxigênio reflete o aumento da utilização do oxigênio pelos tecidos, bem como o aumento da sua captação (HOLCOMBE, 2006).

Com o estímulo inicial da atividade física a atividade parassimpática diminui e aumentam a atividade simpática e a circulação das catecolaminas, acarretando a elevação da frequência cardíaca (FC). Em equinos saudáveis os valores da FC em repouso variam de aproximadamente 28 a 45 bpm, podendo atingir valores entre 120 e 210 bpm em testes de exercício submáximo em esteira de alta velocidade. Durante exercícios moderados a intensos a frequência cardíaca é considerada um indicador confiável da carga de trabalho (BABUSCI

& LÓPEZ, 2007). Gramkow & Evans (2006) estudando equinos Puro Sangue Inglês (PSI) durante corridas em pistas planas reportaram FC máxima de 222 bpm.

O V_{200} , isto é, a velocidade na qual o equino alcança a FC de 200 bpm, é uma outra variável utilizada para o monitoramento da capacidade cardiovascular dos equinos de desporto (COUROUCÉ, 2000) e está fortemente relacionada com a capacidade de desempenho atlético competitivo destes animais (LELEU et al., 2006).

Valette et al. (1992) compararam testes de exercício em equinos das raças Anglo-árabe e Sela Francesa, em treinamento para CCE, e observaram valores de V_{200} de $10,8 \pm 0,8$ m/s para testes a campo, e de $10,7 \pm 0,7$ m/s em esteira de alta velocidade com inclinação de 3,5%, minimizando a diferença entre testes. Santiago (2010) utilizando protocolo de teste de esforço progressivo em esteira de alta velocidade com equinos observou valores médios de V_{200} de 9,1 e 8,5m/s, em equinos de CCE das categorias novos e experientes, respectivamente.

Segundo Garcia (2012), que realizou avaliação de protocolo de treinamento para equinos da raça Mangalarga Marchador através de teste de exercício e ergoespirometria em esteira de alta velocidade, foi observado que os valores médios de V_{200} aumentaram significativamente após seis semanas de treinamento: de 6,4 m/s no teste inicial para 7,4 m/s no teste final.

O transporte do oxigênio captado até os tecidos é determinado pelo aumento da frequência cardíaca, aumentando o volume sistólico, e pelo aumento da concentração de hemoglobina e de sua saturação. Levando-se em consideração que ao início do exercício ocorre vasta liberação de catecolaminas, aumentando a FC e causando uma esplenocontração que aumenta entre 30 e 50% a concentração de hemácias na corrente sanguínea, pode-se dizer que este mecanismo incrementa de maneira marcante a concentração de hemoglobina no sangue (HOLCOMBE, 2006).

Ao início do exercício ocorre um rápido movimento de fluido e proteína do espaço intersticial para o leito vascular, visando uma redistribuição sanguínea para atender ao aumento do débito cardíaco e a necessidade de maior retorno venoso. A esplenocontração também provê uma quantidade de plasma à circulação central. O conseguinte aumento da pressão arterial média causa uma segunda movimentação de fluidos, eletrólitos e uma pequena quantidade de proteínas e para o espaço intersticial, sendo direcionados para os músculos, para a produção de suor ou retornando para o compartimento vascular (CUNILLERAS & McKEEVER, 2014).

O calor metabólico produzido pelos equinos durante o exercício é eliminado principalmente através da sudorese e da evaporação do suor. Em exercícios leves, representados por valores absolutos de consumo de oxigênio (VO_2) de cerca de 25 L/min, o incremento na temperatura corpórea é de aproximadamente $0,25^\circ\text{C}/\text{min}$. Nos exercícios de alta intensidade, com valores absolutos de VO_2 de cerca de 80 litros/min, o incremento na temperatura corpórea é de aproximadamente $0,80^\circ\text{C}/\text{min}$ (McCUTCHEON & GEOR, 2014).

Nos equinos o suor é hipertônico, podendo, se comparado ao plasma, ser 10 vezes mais concentrado em potássio e duas vezes mais concentrado em cloro (MURIEL, 2007). Em exercícios de intensidade submáxima por tempo prolongado a perda hídrica provocada pela sudorese pode chegar representar 4% da água corporal total (LINDINGER et al., 2004). A água e os eletrólitos, tais como sódio (Na), cloro (Cl), cálcio (Ca) e potássio (K), são de suma importância para a manutenção das funções fisiológicas, como a transmissão do impulso nervoso, a contração muscular e o transporte de O_2 (ASSENZA et al., 2014). A sudorese prolongada pode acarretar perdas importantes de água e eletrólitos levando ao comprometimento da atividade celular e do desempenho físico (LINDINGER & ERCKER, 1995; CUNILLERAS & McKEEVER, 2014).

Todos os sistemas de produção de energia são acionados ao início do exercício, e contribuem sequencialmente, em superposição, para atender à demanda energética do exercício (CAPUTO et al., 2009). A contribuição relativa das vias aeróbia e anaeróbia para a produção de energia, assim como a fonte de energia, depende não só do tipo, intensidade e duração do exercício, mas também do nível de treinamento e da nutrição do equino (VOTION et al., 2007).

As fibras musculares possuem apenas pequenas reservas locais de oxigênio (O_2). Há também reservas na hemoglobina e pequenas quantidades de oxigênio em fluidos corpóreos. Esses estoques podem prover oxigênio por apenas alguns segundos uma vez que o exercício tenha início, ficando a fosforilação oxidativa rapidamente dependente do adequado aporte do oxigênio pelo sistema cardiorrespiratório (EATON, 1994).

Durante o exercício a glicose é quebrada em piruvato através da glicólise anaeróbia para a produção de energia. Na presença de oxigênio o piruvato ingressa no Ciclo de Krebs, dando continuidade à produção energética (McARDLE et al., 2002). Em atividades físicas de intensidades crescentes, quando o aporte de oxigênio à célula é insuficiente, ocorre o acúmulo exponencial do lactato e dos íons hidrogênio (H^+), contribuindo para o aparecimento da fadiga precoce pela diminuição do pH sanguíneo e mitigando a capacidade de contração muscular (BAYLY & KLINE, 2007; PÖSÖ et al., 2008).

A via metabólica glicolítica de produção de energia realiza a combustão parcial de carboidratos produzindo o piruvato que, na ausência de oxigênio, é transformado em lactato (McARDLE et al., 2002). Segundo Muñoz et al. (1999) o bom desempenho dos equinos está ligado à relação entre as suas capacidades oxidativas e glicolítica individuais. O lactato sanguíneo ou plasmático constitui variável de fácil aferição, mesmo em condições de campo e está correlacionada à intensidade do exercício (COUROUCÉ, 1999). Segundo Lindner (2010a) a variável derivada do lactato que melhor reflete a capacidade competitiva de equinos de corrida de trote é a V_{L4} , ou seja, a velocidade na qual é atingida a concentração de 4 mmol/L de lactato plasmático. A V_{L2} , a velocidade na qual a concentração de lactato plasmático é de 2 mmol/L, e a V_{L4} são índices funcionais que permitem a avaliação o condicionamento de um equino, sendo positivamente correlacionado com a capacidade física (MUÑOZ et al., 1997).

Valette et al. (1992), avaliaram equinos de CCE através de testes de exercício incremental de velocidade com etapas de galope de 7,5; 8,3; 9,2 e 10 m/s, e intervalos de 2 minutos entre etapas. Foram observados a campo valores de V_{L4} de $9,8 \pm 0,5$ m/s e em esteira de alta velocidade, com inclinação de 3,5%, valores de V_{L4} de $9,7 \pm 0,5$ m/s, demonstrando que a inclinação minimizou as diferenças nas respostas fisiológicas entre testes.

Durante exercícios de alta intensidade as demandas metabólicas dos equinos representada pela VO_2 e VCO_2 aumentam em mais de 30 vezes, quando comparadas às condições de repouso (AINSWORTH, 2008).

Equinos exercitando-se a níveis que excedem 65% do VO_{2max} , apresentam hipoxemia ($pO_2 < 85$ mmHg), e hipercapnia ($pCO_2 > 45$ mmHg). As principais causas destes fenômenos são as limitações de difusão pulmonar dos gases e a hipoventilação (HOLCOMBE, 2006; FRANKLIN et al., 2012). Ainda que tenham marcante hiperventilação ao início do exercício físico, quando comparado com a frequência respiratória em repouso, a resposta ventilatória dos equinos não é suficiente para suprir suas demandas metabólicas. Inicialmente Bayly et al. (1989) relataram o acoplamento respiratório-locomotor como principal causa da hipoventilação durante o galope causando ventilação alveolar insuficiente. Posteriormente, observou-se que em exercícios extenuantes, apesar de não haver adicional elevação da ventilação, as pressões inspiratórias e expiratórias continuam a elevar-se, juntamente com o

esforço respiratório, levando a colapso dinâmico das vias aéreas associado às altas pressões expiratórias (BAYLY et al., 1999). Além disso, com o aumento do débito cardíaco ao início do exercício, ocorre o aumento da velocidade do fluxo sanguíneo na artéria pulmonar, diminuindo o tempo de trânsito das hemácias nos capilares, levando à oxigenação inadequada do sangue arterial (POOLE & JONES, 2012).

Exercícios de alta intensidade produzem alterações importantes no equilíbrio ácido-base, provenientes das alterações observadas na musculatura esquelética em situação de demanda metabólica alta, devido à uma série de reações bioquímicas e físico-químicas associadas principalmente à produção de energia pela via anaeróbia. Como produto da utilização intensa desta via metabólica, observa-se o acúmulo de lactato e a depleção de potássio (K^+), ambos intracelulares, bem como o aumento na produção do CO_2 (BAYLY et al., 2006; LINDINGER, 2014). Desta forma, em exercícios intensos ocorre rápido efluxo de equivalentes ácidos dos músculos produzindo acidose metabólica sistêmica (McKEEVER & LEHNHARD, 2014).

Deve-se considerar que as mudanças no estado ácido-base de equinos durante exercício físico podem ser de difícil interpretação, uma vez que as principais variáveis alteram-se simultaneamente e em direções opostas. Por sua complexidade a avaliação de alterações do equilíbrio ácido-base requer um método que não seja somente focado nas variáveis dependentes, como pH e bicarbonato, mas também leve em consideração as alterações das variáveis independentes (VIU et al., 2010).

Segundo abordagem tradicional, a aferição do equilíbrio ácido-base é realizada levando-se em conta a relação entre os valores plasmáticos do pH, do pCO_2 e do HCO_3^- , variáveis úteis na identificação da origem dos distúrbios enquanto metabólicos ou respiratórios em sua natureza, mas insuficientes para identificação das origens físico-químicas dos desequilíbrios. Numa outra abordagem utiliza-se o modelo físico-químico considerando além das variáveis dependentes $[H^+]$ e $[HCO_3^-]$, também três variáveis independentes: a diferença de íons fortes (DIF), a concentração de tampões fracos, principalmente as proteínas plasmáticas, e a pressão parcial de CO_2 (pCO_2). A DIF é representada pela soma das concentrações dos cátions e ânions de ácido e base fortes segundo a fórmula: $[DIF] = ([Na^+] + [K^+]) - ([Cl^-] + [lactato^-])$, e em equinos atletas pode ser utilizada na avaliação do controle ácido-base sanguíneo durante o exercício (VIU et al., 2010; LINDINGER, 2014).

Dentre as alterações usualmente observadas durante o exercício estão a diminuição do pH e das concentrações sanguíneas de bicarbonato (HCO_3^-), além do aumento das concentrações plasmáticas de lactato (BAYLY et al., 2006). O aumento marcante do lactato sanguíneo observado em exercícios de intensidade máxima leva à diminuição da DIF, acarretando uma acidose metabólica (LINDINGER, 2014).

Foreman et al. (2004) e Ferraz et al. (2010), estudaram respectivamente equinos durante competição de CCE e durante treinamento de polo, e observaram diminuição dos valores de pH sanguíneo e do bicarbonato (HCO_3^-). Essas modificações podem tornar-se mais severas com o aumento da intensidade do esforço físico.

O “anion gap”, que estima os ânions e cátions não mensuráveis no sangue, eleva-se juntamente com a diminuição do pH, do bicarbonato e da concentração total de dióxido de carbono (tCO_2) caracterizam a acidose metabólica. A aferição do “anion gap” pode ser utilizada como indicador indireto da concentração do lactato durante o exercício (VIU et al., 2010).

Oliveira (2014) avaliou equinos de CCE alimentados com dietas com diferentes teores de proteína bruta e observou que valores sanguíneos venosos de pH, PCO_2 , HCO_3^- e TCO_2 mensurados imediatamente após os testes de esforço em esteira de alta velocidade não foram

alterados em função dos teores de proteína nas dietas, reportando valores médios de $7,3\pm 0,6$; $57,9\pm 7,6$ mm Hg; $28,1\pm 72,0$ mmol/L; $29,9\pm 1,8$ mmol/L, respectivamente.

Em recente estudo realizado visando avaliação de parâmetros fisiológicos de equinos em iniciação esportiva do CCE através de testes em esteira de alta velocidade, Miranda (2014) realizou comparação de valores hemogasométricos venosos aferidos em repouso com valores aferidos imediatamente após o teste de exercício. Foi observado aumento significativo da pressão parcial do oxigênio, que em repouso era $33,0\pm 2,8$ mmHg, e após o exercício apresentou valores de $41,0\pm 5,9$ mmHg. A pressão parcial do CO₂ não diferiu entre testes, apresentando valores de $46,2\pm 3,7$ mmHg e $47,8\pm 2,5$ mmHg, respectivamente, antes e após o teste. A saturação do oxigênio também não apresentou diferença significativa entre os momentos de coleta, sendo $63,0\pm 6,2\%$ antes e $58,0\pm 10,3\%$ após os testes de exercício. Os valores de pH, HCO₃⁻, BE e TCO₂, apresentaram diminuição significativa após o exercício. Para estas variáveis aferiu-se em repouso valores de $7,40\pm 0,03$; $28,60\pm 1,47$ mmol/L; $4,0\pm 1,50$ mmol/L e $30,00\pm 1,60$ mmol/L, respectivamente. Após o teste de exercício, estas variáveis apresentaram valores de $7,26\pm 0,06$; $21,00\pm 2,64$ mmol/L; $-5,0\pm 3,67$ mmol/L e $22,00\pm 2,76$ mmol/L.

2.4 Testes de Esforço Físico em Equinos

Os testes de esforço físico possibilitam a avaliação dos principais sistemas orgânicos envolvidos na produção e utilização da energia durante o exercício, trazendo informações sobre o potencial atlético do equino, avaliando seu condicionamento físico ou investigando anormalidades ligadas à diminuição do desempenho (ROSE & HODGSON, 1994). Para tanto, as informações obtidas em um teste de esforço devem prover valores para análise com as características de repetibilidade, objetividade e validade, permitindo a padronização dos resultados (LINDNER & BOFFI, 2007).

De acordo com Evans (2007) os testes de esforço físico podem ser realizados em esteira ergométrica ou a campo, havendo vantagens e desvantagens em ambos. Nos testes em esteira o acesso ao equino é facilitado (BAYLY et al., 2006; EVANS, 2007), permitindo a coleta de amostras de sangue durante a execução do exercício. Como principais desvantagens, além da necessidade de adaptação à esteira, observam-se diferenças na locomoção e nos resultados obtidos de algumas variáveis, quando comparadas às avaliações a campo (EVANS, 2007). Segundo Fraipont et al., (2012) os testes a campo podem prover informação valiosa sobre as variáveis fisiológicas dos equinos durante o exercício, permitindo que as avaliações sejam feitas em ambientes similares aos de treinamento e competição e levando em consideração o efeito do cavaleiro.

Couroucé et al. (1999), comparando testes de esforço físico, em esteira de alta velocidade e a campo, em equinos de trote, observaram valores inferiores de FC e menor concentração plasmática de lactato nos testes em esteira, ainda que realizados nas mesmas velocidades. Novamente comparando testes de esforço físico em esteira de alta velocidade e a campo em estudo com equinos de trote, Couroucé et al., (2000) compararam três diferentes inclinações na esteira de alta velocidade, quais sejam 0, 2 e 4%. Os testes realizados em esteira com inclinação de 0 e 4% evidenciaram diferenças significativas entre testes em esteira e testes a campo para as variáveis V₂₀₀, V_{L2} e V_{L4}. Nos testes cuja inclinação foi de 2% quando as mesmas variáveis foram analisadas. Desta forma evidenciou-se que, para obtenção de valores similares de lactato sanguíneo e frequência cardíaca, em suas variáveis V_{L4} e V₂₀₀,

é necessária a inclinação da esteira de alta velocidade, calculada por análise de regressão em 2,4%.

Valette et al. (1992), comparando protocolos de teste em esteira ergométrica e a campo, com intervalos de recuperação de 2 minutos entre os galopes, reportaram que a inclinação da esteira ergométrica em 3,5% minimizou as diferenças nas respostas fisiológicas entre testes, entretanto foi observado no teste em esteira galões de maior comprimento caracterizando diferenças na locomoção.

Van Erck et al. (2007), desenvolveram estudo utilizando equinos de trote visando a comparação de testes de exercício a campo e em esteira de alta velocidade com inclinação de 4%, utilizou protocolo incremental de velocidade com períodos de recuperação a trote entre as etapas de galope. Nos testes a campo e nos testes em esteira, os valores máximos aferidos de concentração sanguínea de lactato, VO_2 e FC, foram $6,5 \pm 1,6$ e $6,9 \pm 3,3$ mmol/L; $139,9 \pm 8,9$ e $139,9 \pm 13,4$ mL/kg/min; 220 ± 20 e 220 ± 20 bpm, respectivamente. Estes valores foram obtidos nas velocidades $12,56 \pm 0,32$ m/s nos testes a campo e $9,9 \pm 0,24$ m/s nos testes em esteira, evidenciando maior carga de trabalho, provavelmente imposta pela inclinação da esteira. Esta suposição também está respaldada pelos valores médios de V_{200} e do V_{L4} obtidos nos testes a campo ($9,2 \pm 0,3$ e $9,2 \pm 0,8$ m/s, respectivamente) em comparação com testes em esteira ($8,4 \pm 0,5$ e $8,4 \pm 1,1$ m/s, respectivamente).

Azevedo (2012) realizou estudo utilizando oito equinos de CCE em testes a campo e em esteira de alta velocidade com inclinação de 3,3%, com o objetivo de comparar os testes de exercício incremental de velocidade. Verificou-se que os testes de exercício incremental de velocidade apresentavam a mesma intensidade quando realizados em esteira ou a campo, resultando em valores similares de V_2 (6,54 e 5,84m/s), V_4 (8,04 e 7,78m/s) e de V_{200} (8,82 e 8,65m/s).

Fortier et al. (2015) avaliaram as respostas cardiorrespiratórias de equinos de trote durante dois diferentes protocolos para testes de exercício contínuo, com diferentes incrementos de velocidade, diferentes velocidades iniciais e diferentes tempos de duração das etapas. A velocidade inicial do protocolo 1 foi de 4,2 m/s com etapas de 3 minutos e incrementos de velocidade de 1,4 m/s por etapa. O protocolo 2 iniciou-se a 6,4 m/s e sofreu incrementos de velocidade de 0,8 m/s a cada dois minutos. A comparação entre os protocolos de protocolos resultou em valores de pico de VO_2 maiores no protocolo 1 do que no teste 2 ($116,6 \pm 11,5$ e $88,9 \pm 10,2$ mL/min/kg, respectivamente), da mesma maneira que valores de pico de FC mais altos no protocolo 1 do que no protocolo 2 (217 ± 5 e 209 ± 3 bpm, respectivamente). Além de mais simples implementação, o protocolo 1 possibilitou uma melhor correlação entre a FC e o VO_2 , demonstrando-se mais aplicável aos equinos para a avaliação do dispêndio energético.

2.5 Ergoespirometria em Equinos

A ergoespirometria é um procedimento diagnóstico não invasivo que afere a respiração e o metabolismo de maneira contínua durante um teste de exercício, permitindo, desta forma a avaliação das capacidades cardiorrespiratória e metabólica. A introdução rotineira da ergoespirometria como ferramenta de diagnóstico clínico do desempenho humano data de 1929, mas somente na década de 1950 foi desenvolvido um equipamento que preenchia todas as exigências científicas (HOLLMANN & PRINZ, 1997). Em equinos, estudos ergoespirométricos das respostas respiratórias ao exercício têm sido desenvolvidos em condições de laboratório, mais frequentemente desde a década de 1980, com o auxílio de

esteiras de alta velocidade (ROSE & EVANS, 1988; SEEHERMANN et al., 1990; ROSE & EVANS, 2006). Somente na última década a necessidade de se realizar avaliações em ambiente similar ao utilizado para treinamentos e competições levou à adaptação de equipamentos portáteis de ergoespirometria de uso humano, para a utilização em equinos em condições de campo (ART et al., 2006).

A ergoespirometria pode ser realizada através de diferentes técnicas e com diferentes equipamentos. Evans & Rose (1988) utilizaram a técnica de coleção em balão, que se caracterizava pela utilização de máscara, conectada a válvulas inspiratórias e expiratórias unidirecionais que possibilitava a coleta do ar expirado através de um balão. Este tipo de equipamento apresentava desvantagens bastante importantes, quais sejam, o peso da máscara, o espaço morto do equipamento e o desconforto induzido pela alta resistência do fluxo de ar. Bayly et al. (1987), avaliaram a técnica de fluxo aberto, que utiliza máscara coletora acoplada a um longo tubo flexível, conectado à uma câmara de mistura de gases e posteriormente a um medidor de vazão, conectado a ventiladores, e enviados a um espirômetro. Esta técnica propicia mensurações precisas de VO_2 e VCO_2 com pouco desconforto do equino, mas tem como principal desvantagem a dificuldade de mensurações contínuas dos volumes ventilatórios.

Art et al. (1990) usaram a técnica de respiração a respiração através de máscara leve conectada aos tubos de circulação com sensores ultrassônicos de fluxo de ar e espectrofotômetro de massa na direção das narinas, aferindo adequadamente respostas ventilatórias e trocas gasosas. Inicialmente as três técnicas eram usadas somente em avaliações em esteira de alta velocidade. Art et al. (2006) produziram estudo de validação para a utilização em equinos de um equipamento portátil desenvolvido para humanos, adaptado através do desenvolvimento de uma máscara (Equimask[®]) e de cálculos para a adequação dos valores aferidos. Este equipamento de aferição respiração a respiração tem a vantagem da portabilidade, e se aplica à utilização em condições de campo. Suas maiores desvantagens são o aumento da resistência do ar causado pelo tamanho das aberturas nasais e discrepâncias descritas na aferição do VCO_2 .

Mensurações de ventilação e de gases durante o exercício têm fundamental importância na avaliação da função respiratória e da capacidade atlética do equino, já que diversos estudos reportam a ocorrência de hipoventilação com hipoxemia e hipercapnia durante exercícios de intensidade máxima (BAYLY et al., 1989; HOLCOMBE, 2006; FRANKLIN et al., 2012).

A ventilação pulmonar sofre elevação durante o exercício de maneira a suprir as demandas metabólicas do equino. Segundo Art et al. (1990) estudando equinos Puro Sangue Inglês de corridas, o V_E em condições de repouso é de cerca de 100 L/min e, durante exercício intenso sofre aumento importante, para cerca de 1800 L/min. Para tanto ocorre a elevação da FR, variando de 10-15 rpm para 120-148 rpm e do V_T de 5 para 15L, em repouso e galope, respectivamente. Durante exercício submáximo a V_T eleva-se linearmente até atingir um platô em exercício extenuante.

Cottin et al. (2010) em estudo utilizando equinos da raça árabe em treinamento para a modalidade de enduro equestre, observaram valores de V_T de $11,0 \pm 3,1$; $10,7 \pm 0,5$ e $11,7 \pm 0,4$ L para as atividades desempenhadas durante teste de esforço incremental nas velocidades 4,3; 7,0 e 9,3 m/s, respectivamente. Ainda, considerando-se as mesmas velocidades de execução, foram observados valores de V_E absoluto de $722,2 \pm 140,5$; $1211 \pm 63,9$ e $1450,6 \pm 72,4$ L/min; e de frequência respiratória de $71,8 \pm 25,8$; $113,6 \pm 3,2$ e $123,5 \pm 3,8$ rpm.

O consumo de oxigênio (VO_2) representa a taxa de utilização do oxigênio pelas mitocôndrias na musculatura, e em um equino em repouso varia entre 4 e 5 mL/min/kg peso

(HOLCOMBE, 2006). O VO_2 eleva-se linearmente conforme o exercício aumenta de intensidade até alcançar o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), considerado como a totalidade da capacidade aeróbica da musculatura. Um aumento na intensidade do exercício não significará aumento no VO_{2max} (LEKEUX et al., 2014; VOTION et al., 2006; EVANS, 2009).

Castejón-Riber et al. (2012), realizando estudo comparativo entre equinos das raças Árabe e Andaluz não treinados observaram que os equinos da raça Andaluz submetidos à ergoespirometria em esteira de alta velocidade apresentaram, à velocidade de 8m/s, valores de VO_2 e VCO_2 relativos ao peso mais baixos ($85,62\pm 18,90$ e $88,36\pm 50,80$ mL/kg/min, respectivamente), apesar de volume corrente e ventilação por minuto (V_E) mais elevados, e um menor tempo em exercício até fadiga. Estes achados indicam a menor eficiência no uso metabólico do O_2 e confirmam o menor potencial aeróbio da raça Andaluz, quando comparados a equinos da raça Árabe, que em velocidade idêntica, apresentaram valores de VO_2 e VCO_2 relativos ao peso de $106,9\pm 12,97$ e $92,97\pm 42,28$ mL/kg/min.

Garcia et al. (2015) avaliando treinamento e desempenho atlético de éguas da raça Mangalarga Marchador em esteira de alta velocidade através da ergoespirometria observaram que valores de VO_{2max} apresentaram incremento significativo em função do protocolo de treinamento utilizado, com valores médios de 25,4 L/min no primeiro teste e 28,8 L/min no teste realizado após seis semanas de treinamento.

A aferição do VO_{2max} em condições de campo com o equipamento K4b² representa conhecido desafio, já que o tamanho das aberturas e turbinas poderia implicar em aumento da resistência respiratória durante exercícios máximos (FRANKLIN et al., 2012). Em estudo precursor, equinos de trote foram submetidos e exercício incremental de velocidade visando avaliar a viabilidade da aferição do VO_{2max} a campo quando comparado a testes em esteira de alta velocidade. Ambos os testes apresentaram valores similares para as variáveis V_{L4} e V_{200} , VO_{2max} , frequência cardíaca máxima (FC_{max}) e concentração máxima de lactato plasmático. As diferenças observadas nos testes a campo foram na estratégia respiratória, representada por V_T maiores e FR menores, e na maior velocidade necessária para atingir o VO_{2max} (Van ERCK et al., 2006).

Segundo Van Erck et al. (2007) em estudo de ergoespirometria a campo em exercício incremental com períodos de recuperação a trote entre as etapas de galope, reportaram que o tipo de teste aplicado pode não ter sido apropriado para o alcance do VO_{2max} , já que outras variáveis, como a velocidade e o lactato sanguíneo, também foram consideradas abaixo do esperado para um teste máximo. A partir deste achado, Goachet et al. (2011) propuseram um teste incremental contínuo a campo, composto de etapas de três minutos em velocidades crescentes até a fadiga, quando foi observado que na maioria dos animais, a formação do platô na frequência cardíaca, indicando FC_{max} , altas concentrações de lactato sanguíneo, de 20.4 ± 3.7 mmol/L e a incapacidade dos equinos em manter-se em alta velocidade, indicando que a carga máxima de trabalho havia sido atingida. Neste estudo foi reportado que um dos animais apresentou durante a última etapa do teste de esforço, o consumo de oxigênio em um platô compatível com o observado na obtenção do VO_{2max} .

O VCO_2 reflete a taxa de eliminação do CO_2 liberado durante a produção de energia que se difundirá na corrente sanguínea e será eliminado pelos pulmões (REECE, 2006). Em equinos de trote durante repouso observam-se valores de $2,38\pm 0,70$ mL/min/kg. Em atividade física intensa, na mais alta velocidade atingida durante teste de exercício físico (10,6 \pm 0,3 m/s), observou-se valores relativos ao peso no pico de VCO_2 de $131,1\pm 18,4$ mL/min/kg (FORTIER et al., 2015).

O quociente respiratório (R) representa a relação entre a produção do dióxido de carbono (VCO_2) e o VO_2 e, em equinos em repouso é de cerca de 0,81 (LEKEUX et al., 2014). Outrossim, considerando-se que as trocas gasosas medidas a nível pulmonar refletem a troca gasosa resultante do catabolismo de determinado nutriente na célula, durante exercício constante, o R pode apontar qual tipo de nutriente está sendo preferencialmente utilizado para a produção de energia (GEOR, 2001).

Com o objetivo de aferir o dispêndio energético de equinos de enduro em exercício submáximo contínuo, Goachet & Julliand (2014) em recente estudo reportaram valores de consumo de oxigênio relativos ao peso durante o galope em velocidade de 6,2m/s de 54,1 mL/min/kg e de produção de dióxido de carbono de 43,0 mL/min/kg, resultando em um R de 0,80 que caracteriza exercício predominantemente aeróbio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido no Laboratório de Avaliação do Desempenho de Equinos, situado na Escola de Equitação do Exército (EsEqEx), Deodoro, Rio de Janeiro.

3.2 Animais e Treinamento

Foram utilizados 15 equinos da raça Brasileiro de Hipismo (BH), 11 machos castrados e 4 fêmeas, com idade entre 6 e 11 anos, e com peso médio de 510 ± 29 Kg. Durante o período experimental os animais encontravam-se em treinamento diário na modalidade de CCE, dos cursos de instrutores e monitores da Escola de Equitação do Exército.

Os animais realizaram atividades físicas seis dias por semana, com duração diária de 40 a 60 minutos em exercícios em pista de areia e grama. O trabalho semanal consistia em média de 30% ao passo, 30% ao trote, 10% a galope e 30% em saltos. Quinzenalmente eram realizados exercícios de galope intenso em pista de grama.

3.3 Delineamento Experimental

O ensaio foi organizado em delineamento experimental em dados pareados, com dois tratamentos (testes em esteira ergométrica e a campo) e 15 repetições (equinos).

3.4 Testes Incrementais

Os equinos foram submetidos a testes de exercício incremental de velocidade em esteira ergométrica de alta velocidade (Galopper 5500 - Sahinco®) e a teste incremental de velocidade a campo em pista de areia.

Nos testes em esteira ergométrica, cujo protocolo foi adaptado de Castejón et al. (1995a), os equinos realizaram passo, por três minutos, à velocidade de 1,7 m/s, seguidos de três minutos ao trote a 4 m/s com inclinação de 3,3%. Em seguida a velocidade foi aumentada em 1m/s a cada três minutos até a velocidade de 9m/s (Tabela 1).

As velocidades das etapas do galope durante os testes de exercício foram similares às praticadas nas diferentes categorias do CCE, quais sejam a Iniciação, a Preliminar e a 1*, com velocidades médias determinadas por regulamento de aproximadamente 7,50 m/s, 7,83 m/s e 8,60 m/s, respectivamente (FEI, 2012).

Tabela 1. Protocolo do teste incremental em esteira ergométrica.

Etapa	Velocidade (m/s)	Velocidade (m/min)	Duração (min)	Inclinação (%)	Distância (m)	Andamento
1	1,7	108	3	0	324	Passo
2	4,0	240	3	3,3	720	Trote
3	6,0	360	3	3,3	1080	Galope
4	7,0	420	3	3,3	1260	Galope
5	8,0	480	3	3,3	1440	Galope
6	9,0	540	3	3,3	1620	Galope

Os testes em esteira de alta velocidade contaram com uma etapa a mais de velocidade que os testes a campo, de 9 m/s, na tentativa da aferição do VO_{2max} e a distância percorrida pelos equinos foi de 6.444 metros.

O teste incremental de velocidade a campo foi executado de forma contínua, conforme realizado por Goachet et al. (2011), Goachet & Julliard (2014) e Fortier et al. (2015). Quando os testes a campo são realizados com intervalos para recuperação entre etapas, objetivando a coleta de amostras, podem subestimar valores das variáveis fisiológicas e ergoespirométricas utilizadas para avaliação do desempenho (Van ERCK et al., 2007), já que após o fim do galope e durante a recuperação, os equinos realizam hiperventilação como parte da regulação da temperatura corporal e em razão da necessidade de compensação da acidose metabólica causada pelo exercício (LEKEUX et al., 2014). Desta forma, sendo o principal objetivo deste estudo a avaliação ergoespirométrica, não foram realizadas coletas de amostras sanguíneas entre as etapas nos testes a campo, impossibilitando, assim, a aferição algumas variáveis sanguíneas. Os testes a campo foram realizados em picadeiro externo com pista de areia e com cerca de 320m de perímetro, tendo como velocidade máxima estabelecida de 8 m/s para maior segurança do conjunto cavalo-cavaleiro e do equipamento de ergoespirometria. Os cavaleiros foram instruídos a manter as mesmas etapas de velocidade e duração do teste em esteira, de maneira constante e auxiliados por GPS com velocidade em tempo real. Ainda, o circuito percorrido foi demarcado com cones para auxiliar o cavaleiro no traçado e na transição entre etapas de diferentes velocidades.

O teste a campo consistiu de uma etapa inicial ao passo, por três minutos, à velocidade de 1,7 m/s, seguido de três minutos ao trote a 4 m/s; a seguir a velocidade foi aumentada em 1m/s a cada três minutos até a velocidade de 8m/s (Tabela 2), percorrendo uma distância total de 4.824 metros.

Tabela 2. Protocolo do teste incremental a campo.

Etapa	Velocidade (m/s)	Velocidade (m/min)	Duração (min)	Distância (m)	Andamento
1	1,7	108	3	324	Passo
2	4,0	240	3	720	Trote
3	6,0	360	3	1080	Galope
4	7,0	420	3	1260	Galope
5	8,0	480	3	1440	Galope

3.5 Preparo dos animais para os testes

Os animais foram submetidos à adaptação à esteira e à máscara (Equimask[®]) 15 dias antes da realização do ensaio experimental. Nos dias de teste os animais receberam alimentação cinco horas antes da sua realização. Nos testes em esteira os equinos tiveram a região do sulco jugular preparada assepticamente e a veia jugular externa esquerda cateterizada (Intracath[®] 14G - BD). O catéter foi fixado à pele por meio de cola de cianoacrilato e a ele foi conectado tubo extensor de 120 cm, previamente heparinizado com solução de cloreto de sódio (NaCl 0,9%) e heparina sódica (20 UI/mL).

O monitoramento da frequência cardíaca foi realizado com frequencímetro cardíaco (Polar[®] Equine) e nos testes a campo, também foram monitoradas distância percorrida e a velocidade através de sistema de GPS (Global Positioning System - Garmin[®] 310XT - Kansas, USA).

Nos testes a campo, foi colocada a cabeçada do equipamento nos animais, tendo sido o “Hackamore” substituído por um bridão visando melhor domínio do equino por seu cavaleiro (GOACHET et al., 2011).

3.6 Análise Espirométrica

As análises espirométricas se deram através de equipamento portátil para mensuração metabólica com base em análise de gases “respiração a respiração” e espirometria de fluxo, (Cosmed K4b2[®] - COSMED, Itália), acoplada à Equimask[®], máscara plástica que visa dar estabilidade e limitar o espaço morto, restrito a cerca de 1000mL, cedido pelo Laboratório de Farmacologia e Fisiologia do Exercício (LAFEq) da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus Jaboticabal. Para garantir que o sistema estivesse hermeticamente fechado foi utilizada vedação de silicone com banda elástica, de maneira a cobrir a região do mento, se sobrepondo à máscara, e ao redor do bridão (Figura 1).



Figura 1. Equino com Equimask[®] e silicone de vedação.

A Equimask[®] possui duas aberturas circulares na direção das narinas, nas quais foram acopladas as duas turbinas bidirecionais com 7cm de diâmetro. À turbina da direita foram acoplados o leitor optoeletrônico, para captação da sua rotação, possibilitando a mensuração de fluxo respiratório, e o fio de coleta de ar expirado (Nafion - Perma Pure[®]), propiciando a coleta dos gases expirados (Figura 2).



Figura 2. Colocação das turbinas na Equimask®.

Os fios foram, então, conectados à unidade portátil na qual os gases expirados foram analisados para o consumo de oxigênio (VO_2) e a produção de dióxido de carbono (VCO_2), e o fluxo foi mensurado para a obtenção dos valores da frequência respiratória (FR) e do volume corrente (V_T). Os valores aferidos de V_T , FR, VO_2 e VCO_2 , foram usados para o cálculo do volume respiratório por minuto (V_E) e do quociente respiratório (R). O V_T e o V_E foram multiplicados por 20 para que o alcance do medidor de fluxo de humanos fosse adaptado para equinos (ART et al., 2006).

No cavaleiro foram colocados o colete para apoio da unidade portátil e de sua bateria (Figura 3).

Na Figura 4, observa-se equino preparado para o teste em esteira de alta velocidade.



Figura 3. Equino e cavaleiro preparados para o teste a campo.



Figura 4. Equino preparado para o teste em esteira de alta velocidade.

Previamente ao início de cada um dos testes do experimento o equipamento foi calibrado com ar ambiente e mistura de gases para calibração contendo 16% de O₂ e 5% de CO₂ (ART et al., 2006; VOTION et al., 2006).

Os dados foram recuperados usando o “software” da K4b². As respostas cardiorrespiratórias foram filtradas para a obtenção de médias a cada 5 segundos e as curvas foram ajustadas com um índice de 3 pontos (DUFFIELD et al. 2004).

Os resultados obtidos correspondem aos valores médios aferidos durante o último minuto de cada etapa do teste.

Na Figura 5, observa-se equino durante a realização do teste a campo.



Figura 5. Equino realizando ergoespirometria a campo.

3.7 Análises Hematológicas e Bioquímicas

Nos testes realizados em esteira de alta velocidade as amostras de sangue foram coletadas através do sistema de cateterização da veia jugular externa. As coletas foram realizadas com o animal em repouso, antes do início do teste, nos 15 segundos finais de cada etapa do teste e imediatamente após o término do teste (no momento da parada do equino), aos 10 minutos, às 3, 6, 24 e 36 horas (Tabela 3).

Nos testes a campo, amostras de sangue foram coletadas na veia jugular externa, diretamente em tubos com sistema de vácuo (Vacutainer® - BD), antes e imediatamente após os testes e, aos 10 minutos e, às 3, 6, 24 e 36 horas após o término do teste (Tabela 4).

Tabela 3. Protocolo das coletas sanguíneas no teste incremental em esteira.

Análise	Etapas teste (m/s)							Tempo pós-teste				
	Antes	1,7	4,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10 min	3 h	6 h	24 h	36 h
Hematócrito	X	X	X	X	X	X	X	X				
Proteína plasmática total	X	X	X	X	X	X	X	X				
Lactato plasmático	X	X	X	X	X	X	X	X				
Glicose plasmática	X	X	X	X	X	X	X	X				
CK	X								X	X	X	X
AST	X								X	X	X	X
LDH	X								X	X	X	X
Hemogasometria venosa	X						X	X				

Tabela 4. Protocolo das coletas sanguíneas do teste incremental a campo.

Análise	Teste		Tempo pós-teste				
	Antes	8 m/s	10 min	3 h	6 h	24 h	36 h
Hematócrito	X	X	X				
Proteína plasmática total	X	X	X				
Lactato plasmático	X	X	X				
Glicose plasmática	X	X	X				
CK	X			X	X	X	X
AST	X			X	X	X	X
LDH	X			X	X	X	X
Hemogasometria venosa	X	X	X				

As amostras destinadas às análises bioquímicas foram centrifugadas a 503 G, por 10 minutos e aliqüotadas e congeladas. O hemograma foi realizado em contador automático de células (ABC VET - HoribaABX Diagnostics®). As análises bioquímicas séricas de creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH) foram realizadas em equipamento automatizado de bioquímica (A15 - Biosystems®), utilizando kits comerciais (Biosystems®). As análises bioquímicas de lactato e glicose plasmáticos foram realizadas utilizando kits comerciais (Biosystems®) em espectrofotômetro BTS 130.

Análise hemogasométrica venosa - as amostras de sangue para a análise da hemogasometria venosa foram coletadas em seringas sem anticoagulante, diretamente da veia jugular externa ou através do sistema de acesso venoso (catéter e tubo extensor), imediatamente ao final do exercício, no momento da parada do equino. Para a análise hemogasométrica foi utilizado equipamento portátil (I-Stat - Roche®) e cartuchos CG8+ através dos quais se pode obter resultados de pH, pressão parcial de CO₂ (pCO₂), dióxido de carbono total (tCO₂), bicarbonato (HCO₃⁻), excesso de base (BE), pressão parcial de O₂ (pO₂), saturação de O₂ (sO₂), cálcio ionizado (iCa), sódio (Na), potássio (K), glicose, hematócrito e hemoglobina. No momento da coleta de sangue para análise hemogasométrica os animais tiveram a temperatura retal aferida para calibração do equipamento.

3.8 Análises Estatísticas

Os resultados das concentrações de lactato plasmático obtidos no teste incremental em esteira foram ajustados à equação de regressão exponencial para estimativas do V_{L2} e V_{L4} . Os valores da frequência cardíaca dos equinos em galope nos testes incremental em esteira e a campo foram submetidos à análise de regressão linear para estimativa da velocidade na qual o equino atinge 160 bpm (V_{160}) e da velocidade na qual o equino atinge 200 bpm (V_{200}).

Os resultados fisiológicos, hematológicos, bioquímicos e espirométricos foram submetidos a análise de correlação de Spearman nos testes em esteira e à campo e, nos resultados espirométricos dos animais entre os testes.

Os resultados foram avaliados nos testes de Lilliefors e de Cochran e Bartlett para normalidade e homogeneidade. Os resultados das variáveis espirométricas, do V_{L2} , V_{L4} , V_{160} e V_{200} dos animais foram submetidos a análise de variância para dados pareados, com 2 tratamentos e 15 repetições, segundo o modelo:

$$Y_{ij} = m + T_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = é o valor observado da variável estudada, no tratamento i ($i = 1, 2$) e o erro e_{ij} ;

m = média geral (de todas as observações) do experimento;

T_i = é o efeito do teste i ($i = 1, 2$) (teste em esteira ergométrica e a campo);

e_{ij} = é um componente do erro aleatório, associado à j -ésima repetição ($j = 1 \dots 15$) do i -ésimo tratamento ($i = 1, 2$), associado à observação Y_{ij} .

Análise de variância

Fonte de Variação	GL
Teste	1
Repetição (Animal)	14
Resíduo	16

Os resultados das variáveis de hemogasometria e ergoespirometria foram submetidos à análise de variância em parcelas sub-divididas com os testes na parcela e velocidade dos animais na sub-parcela, segundo o modelo:

$$Y_{ij} = m + T_i + M_j + M^*T_k + e_{ij}$$

Y_{ij} = é o valor observado da variável estudada, no tratamento i ($i = 1, 2$) e o erro e_{ij} ;

m = média geral (de todas as observações) do experimento;

T_i = é o efeito do teste i ($i = 1, 2$) (teste em esteira ergométrica e a campo);

M_j = é o efeito do momento de coleta das variáveis ergoespirométricas j ($j = 1 \dots 5$) (etapas de velocidades 1,7 m/s; 4,0 m/s; 6,0 m/s; 7,0 m/s; 8,0 m/s);

M^*T_k = é o efeito da interação entre o teste e o momento de coletas;

e_{ij} = é um componente do erro aleatório, associado à j -ésima repetição ($j = 1 \dots 15$) do i -ésimo tratamento ($i = 1, 2$), associado à observação Y_{ij}

Análise de variância

Fonte de Variação	GL
Teste	1
Erro A	28
Momento	4
Momento*Teste	4
Erro B	70
Resíduo	42

As médias foram comparadas pelo teste de Wilcoxon, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram procedidas no programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG.

4 RESULTADOS

Observam-se marcantes diferenças individuais entre os valores das variáveis fisiológicas V_{L2} , V_{L4} , V_{200} , FC_{pico} , VO_{2pico} e $[La_{pico}]$ nas etapas de velocidade de 9 m/s dos testes em esteira de alta velocidade, com 3,3% de inclinação, e de 8 m/s nos testes a campo, dos equinos utilizados no presente experimento (Tabela 5).

O equino 5 apresentou valor de $[La_{pico}]$ de 19,22 mmol/L no teste em esteira bastante acima da média dos animais de 9,42 mmol/L, tendo com valores de V_{L2} e V_{L4} menores que a média dos animais. Este comportamento não foi observado no teste a campo. Vale ressaltar que este equino, no teste em esteira demonstrou pico de VO_2 indicativo de VO_{2max} , o que não ocorreu no teste a campo. Para a variável V_{200} , nos testes em esteira de alta velocidade nos testes a campo, também foram aferidos valores menores que a média do grupo. Também, o equino 11 apresentou valores de $[La_{pico}]$ no teste em esteira bastante acima da média dos animais, porém os valores de V_{L2} e V_{L4} permaneceram similares à média dos animais.

Da mesma forma, os equinos 9 e 14 apresentaram valores de $[La_{pico}]$ no teste em esteira bastante acima da média dos animais com valores de V_{L2} e V_{L4} menores que a média dos animais, contudo o mesmo comportamento do $[La_{pico}]$ foi observado no teste a campo.

As velocidades médias aferidas durante as etapas do teste a campo foram de $1,67 \pm 0,03$ m/s para a etapa de 1,7 m/s; $3,91 \pm 0,05$ m/s para a etapa de 4,0 m/s; $6,17 \pm 0,13$ m/s para a etapa de 6,0 m/s; $6,95 \pm 0,13$ m/s para a etapa de 7,0 m/s e $8,00 \pm 0,12$ m/s para a etapa de 8,0 m/s.

Nos testes em esteira de alta velocidade, a 9 m/s, foram observados valores médios do pico da concentração plasmática de lactato ($[La]_{pico}$) de $9,42 \pm 4,35$ mmol/L; e de V_{L2} e V_{L4} de $6,10 \pm 1,32$ m/s e $7,61 \pm 1,24$ m/s, respectivamente. Nos testes a campo, na velocidade de 8 m/s, os valores médios do pico de lactato plasmático foram $6,86 \pm 2,56$ mmol/L.

As análises de correlação revelaram correlações positivas entre o pico de lactato observado no teste em esteira, em velocidade de 9 m/s, com as proteínas plasmáticas totais ($r = 0,49$), de sódio ($r = 0,68$), potássio ($r = 0,66$), cloretos ($r = 0,46$), de glicose ($r = 0,44$) e FC ($r = 0,65$). Também foram observadas correlações negativas entre o pico de lactato e V_{L2} ($r = -0,91$), V_{L4} ($r = -0,95$), V_{160} ($r = -0,67$), V_{200} ($r = -0,632$), pH ($r = -0,819$), BE ($r = -0,710$), HCO_3^- ($r = -0,658$) e TCO_2 ($r = -0,62$).

Nos testes a campo, com o pico das concentrações de lactato observadas a velocidade de 8 m/s, correlações positivas observadas foram entre sódio ($r = 0,58$), VCO_2 absoluto e relativo ao peso ($r = 0,65$ e $r = 0,611$, respectivamente) e R ($r = 0,50$). As correlações negativas foram entre pH ($r = -0,67$), pO_2 ($r = -0,48$), BE ($r = -0,63$), HCO_3^- ($r = -0,57$), TCO_2 ($r = -0,56$) e o sO_2 ($r = -0,53$).

Nos testes em esteira os equinos apresentaram valor médio do pico de FC (FC_{pico}) de $203 \pm 15,10$ bpm, enquanto nos testes a campo FC (FC_{pico}) foi de 195 ± 13 bpm. Os valores médios de V_{200} dos testes em esteira e testes a campo foram respectivamente $8,82 \pm 1,19$ e $8,79 \pm 1,37$ m/s.

Nos testes em esteira e a campo, os equinos apresentaram valor médio do pico de VO_2 absoluto (VO_{2pico}) de $58,69 \pm 8,76$ L/min e $44,72 \pm 12,53$ L/min.

Tabela 5. Valores individuais das variáveis peso, V_{L2} , V_{L4} , V_{200} , valor pico de FC observado na etapa (FC_{pico}), valor pico de VO_2 observado na etapa (VO_{2pico}), valor do pico da concentração plasmática de lactato ($[La_{pico}]$) nos testes em esteira de alta velocidade, com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.

Animal	Peso Kg	Teste em esteira (9m/s)							Teste a campo (8m/s)				
		V_{L2} m/s	V_{L4} m/s	V_{200} m/s	FC_{pico} bpm	$[La_{pico}]$ mmol/L	VO_{2pico} L/min	VO_{2pico} mL/min/kg	V_{200} m/s	FC_{pico} bpm	$[La_{pico}]$ mmol/L	VO_{2pico} L/min	VO_{2pico} mL/min/kg
1	450	7,33	8,75	10,52	185	5,48	62,31	138,47	8,5	201	4,96	36,59	81,31
2	497	5,42	7,23	9,23	205	8,58	55,26	118,18	11,5	188	6,13	47,95	96,48
3	503	6,55	7,85	10,41	190	9,09	62,57	124,39	9,6	180	5,63	45,36	90,18
4	519	7,25	8,64	9,00	203	6,30	60,36	118,03	7,4	211	7,94	53,44	102,97
5	480	4,85	6,04	6,47	207	19,22	64,60	134,58	7,6	195	8,16	47,48	98,92
6	498	7,43	9,04	9,81	176	5,12	49,75	99,90	11,4	170	4,43	49,00	98,39
7	492	6,15	7,37	7,52	226	11,18	45,32	92,11	7,3	218	7,82	40,67	82,66
8	505	6,98	8,72	7,89	217	5,82	53,29	109,52	7,4	205	3,92	50,74	100,48
9	514	3,13	5,05	7,69	217	13,80	62,14	120,89	7,9	201	9,06	46,26	90,00
10	531	7,23	8,62	9,52	192	5,92	70,08	131,98	8,6	192	4,11	46,27	87,14
11	523	6,04	7,22	8,07	216	12,06	55,66	103,79	7,8	207	8,48	67,74	129,52
12	555	6,11	7,55	9,06	200	9,56	41,36	76,60	9,2	191	6,71	50,54	91,06
13	480	6,41	8,04	8,17	220	6,58	59,17	125,62	9,7	190	7,89	48,95	101,98
14	545	3,64	5,49	8,68	212	16,52	54,30	102,45	8,3	205	13,50	28,51	52,31
15	553	6,94	8,56	10,31	184	6,08	71,55	129,39	9,7	178	4,10	11,27	75,93
Médias	510	6,10	7,61	8,8	203	9,42	58,69	115,03	8,8	195,47	6,86	44,72	91,96
DP	29	1,32	1,24	1,2	15	4,35	8,76	17,37	1,4	13,19	2,56	12,54	16,64

Na velocidade de 8 m/s foi observada diferença significativa entre as concentrações médias de lactato plasmático e glicose plasmática entre teste em esteira e teste a campo. Nas variáveis hematócrito e proteínas plasmáticas totais não foi observada diferença significativa entre os testes (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios das variáveis hematológicas nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.

Velocidade da etapa	8 m/s		P valor
Variável	Teste esteira	Teste campo	
Lactato plasmático (mmol/L)	5,5 ± 3,5b	6,86 ± 2,6a	0,02957
Glicose plasmática (mg/dL)	91,8 ± 19,8a	77,25 ± 15,6b	0,02560
Hematócrito (%)	50,3 ± 4,0	51,7 ± 4,1	ns
Proteínas plasmáticas totais (g/dL)	7,6 ± 0,4	7,61 ± 0,4	ns

Médias nas linhas, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

Não foram observadas diferenças significativas nas variáveis V_{160} e V_{200} entre testes em esteira e a campo. Os valores médios observados da variável V_{160} foram $5,7 \pm 1,5$ e $5,6 \pm 1,0$ m/s, nos testes em esteira e a campo, respectivamente. Os valores médios observados da variável V_{200} foram $8,8 \pm 1,2$ e $8,8 \pm 1,4$ m/s, nos testes em esteira e a campo, respectivamente (Figura 6).

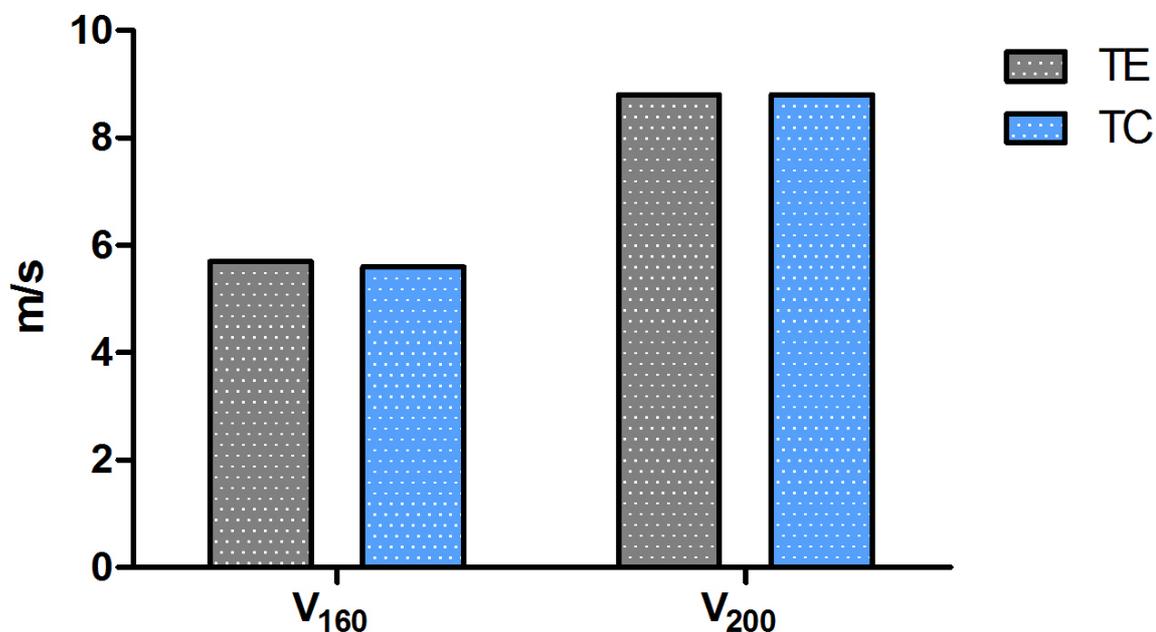


Figura 6. Comparação entre os valores médios de V_{160} e V_{200} nos testes em esteira, com 3,3% de inclinação, e a campo.

Nos testes em esteira foram observadas correlações positivas entre V_{200} e V_{L2} ($r = 0,59$) e V_{L4} ($r = 0,57$), além de correlação negativa com a concentração de pico do lactato ($r = -0,63$). Nos testes a campo foram observadas correlações positivas entre a V_{200} e pH ($r = 0,579$) e BE (0,499), bem como correlações negativas com Na ($r = -0,526$) e K ($r = -0,555$).

Para a variável FR houve diferença ($P=0,0310$) entre os testes, não tendo sido observada interação entre o teste e as velocidades avaliadas. Nas velocidades 1,7 e 6 m/s foram observadas diferenças significativas ($P=0,0010$ e $P=0,0325$) entre testes em esteira e teste a campo (Tabela 7).

Não foi observada diferença significativa na FC entre os testes, entretanto houve interação ($P=0,0061$) entre os testes e as velocidades avaliadas. Somente foi observada diferença significativa entre os testes em esteira e teste a campo na velocidade 8 m/s ($P=0,0217$).

Tabela 7. Valores médios das variáveis FR e FC nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.

Variável	Velocidade (m/s)	Teste esteira	Teste campo	P valor Momento/teste
FR (rpm)	1,7	44,2 ± 10,7d	57,4 ± 13,3b	0,0010
	4,0	59,5 ± 11,6c	66,0 ± 13,4b	ns
	6,0	85,7 ± 21,1b	97,7 ± 13,1a	0,0325
	7,0	95,5 ± 18,3ab	101,5 ± 13,8a	ns
	8,0	101,0 ± 13,1ab	106,31 ± 9,51a	ns
FC (bpm)	1,7	88,0 ± 21,31	86,3 ± 11,2	ns
	4,0	135,6 ± 22,24	126,2 ± 10,2	ns
	6,0	163,3 ± 19,27	164,7 ± 11,3	ns
	7,0	175,7 ± 19,24	175,8 ± 12,6	ns
	8,0	185,3 ± 15,51	192,3 ± 13,3	ns

Médias nas linhas entre os testes, diferem entre si pelo teste de Wilcoxon ($P<0,05$).

Medias nas colunas seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Wilcoxon ($P<0,05$).

Houve diferença significativa no V_T entre os testes ($P=0,0121$), e entre teste em esteira e teste a campo nas etapas de velocidades 4,0 m/s, 6,0 m/s, 7,0 m/s e 8,0 m/s ($P=0,0017$, $P=0,0015$, $P=0,0022$, $P=0,0019$, respectivamente). Foi observada interação entre o teste e as velocidades avaliadas (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios de V_T nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.

Variável	Velocidade (m/s)	Teste esteira	Teste campo	P valor TE x TC	Interação T x Vel	P valor
V_T (L)	1,7	9,1 ± 2,6b	9,5 ± 2,1b			ns
	4,0	17,4 ± 3,9a	13,8 ± 2,9a			0,0017
	6,0	17,7 ± 4,1a	14,3 ± 3,1a	0,0121	0,0023	0,0015
	7,0	18,2 ± 4,3a	15,3 ± 3,3a			0,0022
	8,0	18,8 ± 2,3a	16,3 ± 2,2a			0,0019

Médias nas linhas entre os testes, diferem entre si pelo teste de Wilcoxon ($P<0,05$).

Medias nas colunas seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Wilcoxon ($P<0,05$).

Considerando-se os valores absolutos de V_E , não observou-se diferença significativa entre testes, havendo, entretanto, interação entre o teste e as velocidades avaliadas. A cada uma das velocidades, quais sejam 1,7 m/s, 4,0 m/s, 7,0 m/s e 8,0 m/s, observou-se diferença estatística ($P=0,0022$, $P=0,0181$, $P=0,0085$, $P=0,0465$, respectivamente) (Tabela 9).

Nos valores relativos ao peso de V_E , observou-se diferença significativa entre os testes ($P=0,0140$) e interação entre o teste e as velocidades ($P<0,001$), além de diferença significativa entre as velocidades 1,7 m/s ($P=0,0047$), 4,0 m/s ($P=0,0531$), 6,0 m/s ($P=0,0221$), 7,0 m/s ($P=0,0025$) e 8,0 m/s ($P=0,0147$).

Tabela 9. Valores médios de V_E absoluto e relativo ao peso nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.

Variável	Velocidade (m/s)	Teste esteira	Teste campo	P valor TE x TC	Interação T x Vel	P valor
V_E (L/min)	1,7	376,7 ± 139,4d	521,1 ± 78,6d	ns	<0,001	0,0022
	4,0	999,5 ± 177,7c	875,3 ± 124,9c			0,0181
	6,0	1434,1 ± 188,8b	1364,1 ± 167,0b			ns
	7,0	1672,3 ± 157,8ab	1513,3 ± 165,4ab			0,0085
	8,0	1847,7 ± 154,8ab	1713,7 ± 199,8ab			0,0465
V_E (mL/kg/min)	1,7	737,8 ± 271,1d	979,1 ± 175,8c	0,0140	<0,001	0,0047
	4,0	1968,7 ± 361,1c	1646,1 ± 287,6b			0,0053
	6,0	2896,3 ± 348,2b	2670,1 ± 305,6a			0,0221
	7,0	3292,7 ± 328,7ab	2858,0 ± 454,9a			0,0025
	8,0	3641,5 ± 367,4ab	3234,2 ± 524,6a			0,0147

Médias nas linhas entre os testes diferem entre si pelo teste de Wilcoxon ($P<0,05$).

Medias nas colunas seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Wilcoxon ($P<0,05$).

Não foram observadas diferenças significativas entre teste em esteira e teste a campo ou entre as velocidades para as variáveis consumo de oxigênio absoluto e relativo (Tabela 10).

Tabela 10. Valores médios de VO_2 absoluto e relativo ao peso, nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.

Variável	Velocidade (m/s)	Teste esteira	Teste campo	P valor TE x TC	Interação T x Vel	P valor
VO_2 (L/min)	1,7	7,9 ± 2,9c	8,3 ± 3,8b	ns	ns	ns
	4,0	17,2 ± 7,8c	15,1 ± 8,0b			ns
	6,0	32,4 ± 9,6b	27,6 ± 11,3a			ns
	7,0	37,5 ± 11,2ab	34,1 ± 11,5a			ns
	8,0	47,2 ± 11,1ab	39,9 ± 11,9a			ns
VO_2 (mL/kg/min)	1,7	15,6 ± 5,7c	16,1 ± 7,3c	ns	ns	ns
	4,0	33,7 ± 15,1c	29,6 ± 15,7c			ns
	6,0	64,1 ± 19,5b	54,2 ± 22,5b			ns
	7,0	74,0 ± 22,9ab	67,0 ± 23,0ab			ns
	8,0	93,0 ± 22,7ab	78,3 ± 23,4ab			ns

Médias nas linhas entre os testes diferem entre si pelo teste de Wilcoxon ($P<0,05$).

Medias nas colunas seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Wilcoxon ($P<0,05$).

Entre os testes, não foram observadas diferenças significativas nas variáveis VCO₂ absoluto e relativo, bem como não foram observadas interações entre os testes e a velocidade para as mesmas. Na velocidade de 6,0 m/s foi observada diferença significativa tanto nos valores absolutos de VCO₂, como nos valores relativos ao peso (Tabela 11).

Tabela 11. Valores médios de VCO₂ absoluto e relativo ao peso, nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.

Variável	Velocidade (m/s)	Teste esteira	Teste campo	P valor TE x TC	Interação T x Vel	P valor
VCO ₂ (L/min)	1,7	7,8 ± 3,0c	7,5 ± 3,6d	ns	ns	ns
	4,0	14,1 ± 6,3c	14,0 ± 7,4cd			ns
	6,0	28,2 ± 10,4b	22,0 ± 12,2bcd			0,0355
	7,0	32,8 ± 10,9ab	29,1 ± 12,9abc			ns
	8,0	43,7 ± 13,1ab	38,9 ± 14,1ab			ns
VCO ₂ (mL/kg/min)	1,7	15,3 ± 5,9c	14,6 ± 6,7d	ns	ns	ns
	4,0	27,7 ± 12,0c	27,4 ± 14,6cd			ns
	6,0	55,7 ± 21,1b	43,1 ± 24,1bcd			0,0355
	7,0	64,7 ± 22,3ab	57,0 ± 25,6abc			ns
	8,0	86,2 ± 26,9ab	75,8 ± 26,7ab			ns

Médias nas linhas entre os testes, diferem entre si pelo teste de Wilcoxon (P<0,05).

Medias nas colunas seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Wilcoxon (P<0,05).

Não foram observadas diferenças significativas entre teste em esteira e teste a campo ou entre as velocidades para a variável de quociente respiratório (Tabela 12).

Tabela 12: Valores médios do R nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.

Variável	Velocidade (m/s)	Teste esteira	Teste campo	P valor TE x TC	Interação T x Vel	P valor
R	1,7	1,01 ± 0,15	0,95 ± 0,22	ns	ns	ns
	4,0	0,85 ± 0,16	0,96 ± 0,23			ns
	6,0	0,86 ± 0,13	0,83 ± 0,30			ns
	7,0	0,88 ± 0,15	0,87 ± 0,29			ns
	8,0	0,92 ± 0,11	1,00 ± 0,28			ns

Médias nas linhas entre os testes, diferem entre si pelo teste de Wilcoxon (P<0,05).

Nos testes em esteira foi observada correlação positiva entre o [Lac] e a FC (r = 0,654); entre a FR e V_E (r = 0,539), V_E/Peso (r = 0,636), VO₂ (r = 0,493), VO₂/Peso (r = 0,550), VCO₂/Peso (r = 0,532); entre o V_E e V_E/Peso (r = 0,796), VO₂ (r = 0,789), VO₂/Peso (r = 0,686), VCO₂ (r = 0,532), VCO₂/Peso (r = 0,511); entre V_E/Peso e VO₂ (r = 0,729), VO₂/Peso (r = 0,750), VCO₂ (r = 0,661), VCO₂/Peso (r = 0,736); entre o VO₂ e VO₂/Peso (r = 0,964), VCO₂ (r = 0,868), VCO₂/Peso (r = 0,793); entre VO₂/Peso e VCO₂ (r = 0,886), VCO₂/Peso (r = 0,843); entre VCO₂ e VCO₂/Peso (r = 0,950), R (r = 0,664) e entre VCO₂/Peso e R (r = 0,764). A correlação negativa foi entre FR e V_T (r = -0,496) (Tabela 13).

Tabela 13. Análise de correlação entre [Lac] (concentração de lactato plasmático), FR, V_T, V_E, V_E/Peso (Volume Minuto relativo ao peso), FC, VO₂, VO₂/Peso (consumo de oxigênio relativo ao peso), VCO₂, VCO₂/Peso (produção de dióxido de carbono relativo ao peso) e R, nos testes em esteira (9 m/s) com 3,3% de inclinação.

	[Lac]	FR	V _T	V _E	VE/Peso	FC	VO ₂	VO ₂ /Peso	VCO ₂	VCO ₂ /Peso	R
[Lac]	1,000										
FR	0,079	1,000									
V _T	0,214	-0,496*	1,000								
V _E	0,407	0,539*	0,321	1,000							
V _E /Peso	0,229	0,636*	0,193	0,796*	1,000						
FC	0,654*	-0,232	0,243	0,068	-0,125	1,000					
VO ₂	-0,089	0,493*	0,239	0,789*	0,729*	-0,225	1,000				
VO ₂ /Peso	-0,211	0,550*	0,146	0,686*	0,750*	-0,286	0,964*	1,000			
VCO ₂	-0,107	0,436	0,129	0,532*	0,661*	-0,221	0,868*	0,886*	1,000		
VCO ₂ /Peso	-0,089	0,532*	0,061	0,511*	0,736*	-0,279	0,793*	0,843*	0,950*	1,000	
R	-0,029	0,332	-0,032	0,114	0,439	-0,107	0,339	0,421	0,664*	0,764*	1,000

Significância * 0,05

Nos testes a campo foi observada correlação positiva entre o [Lac] e a FC ($r = 0,489$), VCO_2 ($r = 0,650$), $VCO_2/Peso$ ($r = 0,611$), R ($r = 0,500$); entre o V_T e V_E ($r = 0,779$); entre o V_E e $V_E/Peso$ ($r = 0,575$); entre $V_E/Peso$ e VCO_2 ($r = 0,464$), $VCO_2/Peso$ ($r = 0,529$), R ($r = 0,475$); entre FC e VCO_2 ($r = 0,639$), VO_2 e $VO_2/Peso$ ($r = 0,964$), VCO_2 ($r = 0,868$), VCO_2/P ($r = 0,586$); entre VO_2 e $VO_2/Peso$ ($r = 0,968$), VCO_2 ($r = 0,557$), $VCO_2/Peso$ ($r = 0,621$); entre $VO_2/Peso$ e VCO_2 ($r = 0,514$), $VCO_2/Peso$ ($r = 0,611$); entre VCO_2 e $VCO_2/Peso$ ($r = 0,975$), R ($r = 0,625$) e entre $VCO_2/Peso$ e R ($r = 0,546$). Não foram observadas correlações negativas (Tabela 14).

Tabela 14. Análise de correlação entre [Lac] (concentração de lactato plasmático), FR, V_T, V_E, V_E/Peso (Volume Minuto relativo ao peso), FC, VO₂, VO₂/Peso (consumo de oxigênio relativo ao peso), VCO₂, VCO₂/Peso (produção de dióxido de carbono relativo ao peso) e R, nos testes a campo (8 m/s)

	[Lac]	FR	V _T	V _E	V _E /Peso	FC	VO ₂	VO ₂ /Peso	VCO ₂	VCO ₂ /Peso	R
[Lac]	1,000										
FR	0,204	1,000									
V _T	-0,071	-0,339	1,000								
V _E	0,029	0,168	0,779*	1,000							
V _E /Peso	0,104	0,421	0,300	0,575*	1,000						
FC	0,489*	0,200	-0,250	-0,139	0,182	1,000					
VO ₂	0,157	-0,007	0,179	0,100	0,200	0,318	1,000				
VO ₂ /Peso	0,168	0,107	0,168	0,129	0,193	0,293	0,968*	1,000			
VCO ₂	0,650*	0,193	0,107	0,214	0,464*	0,639*	0,557*	0,514*	1,000		
VCO ₂ /Peso	0,611*	0,239	0,161	0,279	0,529*	0,586*	0,621*	0,611*	0,975*	1,000	
R	0,500*	0,007	0,114	0,296	0,475*	0,371	-0,132	-0,179	0,625*	0,546*	1,000

Significância * 0,05

Nos testes em esteira de alta velocidade foram observadas diferenças significativas entre os momentos, nas variáveis de hemogasometria aferidas em repouso, ao final do teste e 10 minutos após o final do teste de exercício (Tabela 15).

Tabela 15. Valores médios das variáveis [Lac], pH, pCO₂, TCO₂, HCO₃⁻, BE, pO₂, sO₂, DIF, AG, iCa, Na, K, Cl⁻ e temperatura retal nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, em equinos em treinamento de CCE.

Variável	Teste em esteira (9 m/s)			P valor
	Repouso	Final do teste	10' após	
pH	7,40 ± 0,01a	7,26 ± 0,09b	7,34 ± 0,08ab	<0,001
HCO ₃ (mmol/L)	31,39 ± 2,93a	25,71 ± 4,43b	24,30 ± 5,60c	<0,001
pCO ₂ (mmHg)	49,38 ± 2,55b	58,29 ± 9,32a	43,18 ± 6,49b	<0,001
TCO ₂ (mmol/L)	33,07 ± 3,77a	27,27 ± 4,53b	24,40 ± 6,61b	<0,001
pO ₂ (mmHg)	33,67 ± 3,85c	41,80 ± 6,82b	57,67 ± 8,27a	<0,001
sO ₂ (%)	62,33 ± 10,04b	58,87 ± 12,84b	80,73 ± 5,98a	<0,001
BE (mmol/L)	6,00 ± 2,07a	-0,80 ± 5,33b	-2,00 ± 7,49c	<0,001
DIF (mmol/L)	44,46 ± 11,22	44,43 ± 10,32	47,93 ± 12,30	ns
AG	13,70 ± 10,11c	28,14 ± 8,51b	30,74 ± 18,04a	<0,001
[Lac] (mmol/L)	0,60 ± 0,19c	9,42 ± 4,20a	5,96 ± 4,22b	<0,001
Na (mEq/L)	136,87 ± 0,92b	140,60 ± 1,92a	137,13 ± 2,26b	<0,001
K (mEq/L)	3,80 ± 0,23b	4,93 ± 1,45a	3,88 ± 0,19b	<0,001
iCa (mEq/L)	1,78 ± 0,04a	1,54 ± 0,07b	1,46 ± 0,09c	<0,001
Cl (mEq/L)	95,58 ± 11,12	91,67 ± 8,66	87,13 ± 14,27	ns
T (°C)	37,00 ± 0,00	39,57 ± 0,53	39,87 ± 0,64	<0,001

Médias nas linhas entre os testes diferem entre si pelo teste de Wilcoxon (P<0,05).

Medias nas colunas seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Wilcoxon (P<0,05).

Os valores sanguíneos de Lac, pH, HCO₃, TCO₂ e BE diminuíram após os testes de esforço em esteira de alta velocidade, com valores de repouso de 7,26±0,09, 25,71±4,43 mmol/L, 27,27±4,53 mmol/L e -0,80±5,33mmol/L, respectivamente. Os valores de pCO₂ e pO₂ aumentaram ao fim do teste, sendo 58,29±9,32 e 41,80±6,82 mmHg. Os valores de sO₂ não apresentaram variação entre os valores de repouso e os valores ao fim do teste de 62,33±10,04 e 58,87±12,84 % respectivamente.

Dez minutos após o fim dos testes observou-se aumento das variáveis pH (7,34±0,08), pO₂ (57,67±8,27 mmHg) e sO₂ (80,73±5,98 %) e diminuição das variáveis HCO₃ (23,15±6,32 mmol/L), pCO₂ (43,18±6,49 mmHg), TCO₂ (24,40±6,61 mmol/L) e BE (-2,00±7,49 mmol/L).

Foram observadas diferenças estatísticas nos eletrólitos no sangue total aferidos nos momentos repouso ao final do teste em esteira e 10 minutos após o final do teste em esteira, com exceção do cloreto, que não apresentou diferença estatística.

Os íons sódio e potássio apresentaram aumento ao final do teste de exercício, com valores de 140,60±1,92 e 4,93±1,45 mEq/L, respectivamente, enquanto o íon cálcio diminuiu (1,54±0,07 mEq/L).

As amostras coletadas 10 minutos após o fim do exercício apresentaram diminuição dos íons sódio, potássio e cálcio, com valores de $137,13 \pm 2,26$; $3,88 \pm 0,19$ e $1,46 \pm 0,09$ mEq/L, respectivamente.

Nos testes a campo foram observadas diferenças estatísticas nas variáveis de hemogasometria aferidas nos momentos repouso, ao final do teste e 10 minutos após o final do teste, a exceção do sO_2 , que não apresentou diferença significativa entre os momentos (Tabela 16).

Tabela 16. Valores médios das variáveis [Lac], pH, pCO_2 , TCO_2 , HCO_3^- , BE, pO_2 , sO_2 , DIF, AG, iCa, Na, K, Cl^- e temperatura retal nos testes a campo, de equinos em treinamento de CCE.

Variável	Teste a campo (8 m/s)			P valor
	Repouso	Final do teste	10' após	
pH	$7,40 \pm 0,01a$	$7,30 \pm 0,04b$	$7,38 \pm 0,04a$	<0,001
$HCO_3^-(mmol/L)$	$31,39 \pm 2,93a$	$26,88 \pm 2,67b$	$27,21 \pm 2,87b$	<0,001
pCO_2 (mmHg)	$49,38 \pm 2,55b$	$55,73 \pm 5,38a$	$47,11 \pm 5,83b$	<0,001
$TCO_2(mmol/L)$	$33,07 \pm 3,77a$	$28,40 \pm 2,61b$	$28,53 \pm 2,88b$	<0,001
$pO_2(mmHg)$	$33,67 \pm 3,85b$	$39,93 \pm 5,05a$	$44,53 \pm 4,88a$	<0,001
sO_2 (%)	$62,33 \pm 10,04$	$60,60 \pm 8,70$	$70,93 \pm 8,22$	ns
BE (mmol/L)	$6,00 \pm 2,07a$	$0,87 \pm 3,11c$	$2,53 \pm 3,25b$	<0,001
DIF (mmol/L)	$44,46 \pm 11,22$	$48,22 \pm 8,41$	$40,83 \pm 8,41$	ns
AG	$13,70 \pm 10,46c$	$28,19 \pm 9,45a$	$17,49 \pm 6,53b$	<0,001
[Lac] (mmol/L)	$0,60 \pm 0,19c$	$6,86 \pm 2,56a$	$3,86 \pm 2,67b$	<0,001
Na (mEq/L)	$136,87 \pm 0,92c$	$141,40 \pm 1,30a$	$138,53 \pm 1,30b$	<0,001
K (mEq/L)	$3,80 \pm 0,23b$	$5,37 \pm 0,39a$	$4,03 \pm 0,46b$	<0,001
iCa (mEq/L)	$1,78 \pm 0,04a$	$1,55 \pm 0,06b$	$1,50 \pm 0,06c$	<0,001
Cl (mEq/L)	$95,58 \pm 11,12$	$91,69 \pm 9,04$	$97,86 \pm 7,66$	ns
T (°C)	$37,00 \pm 0,00$	$38,87 \pm 0,40$	$39,49 \pm 0,49$	<0,001

Médias nas linhas entre os testes, diferem entre si pelo teste de Wilcoxon ($P < 0,05$).

Medias nas colunas seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Wilcoxon ($P < 0,05$).

Os valores sanguíneos de pH, HCO_3^- , TCO_2 e BE diminuíram após os testes de esforço em esteira de alta velocidade, com valores de repouso de $7,30 \pm 0,04$, $26,88 \pm 2,67$ mmol/L, $28,40 \pm 2,61$ mmol/L e $0,87 \pm 3,11$ mmol/L, respectivamente.

Os valores de pCO_2 e pO_2 aumentaram ao fim do teste, sendo $55,73 \pm 5,38$ e $39,93 \pm 5,05$ mmHg. Os valores de sO_2 não apresentaram variação significativa entre os momentos do teste.

Dez minutos após o fim dos testes observou-se aumento das variáveis pH ($7,38 \pm 0,08$), pO_2 ($44,53 \pm 4,88$ mmHg) e BE ($2,53 \pm 3,25$ mmol/L), assim como a diminuição da variável pCO_2 ($47,11 \pm 5,83$ mmHg). As variáveis HCO_3^- ($27,21 \pm 2,87$ mmol/L) e TCO_2 ($28,53 \pm 2,88$ mmol/L) mantiveram-se com valores sem alteração significativa.

Foram observadas diferenças estatísticas nos eletrólitos no sangue total aferidos nos momentos repouso, final do teste e 10 minutos após o final do teste, com exceção do cloreto, que não apresentou diferença estatística.

Os íons sódio e potássio apresentaram aumento ao final do teste de exercício, com valores de $141,40 \pm 1,30$ e $5,37 \pm 0,39$ mEq/L, respectivamente, enquanto o íon cálcio diminuiu ($1,55 \pm 0,06$ mEq/L).

Nas amostras coletadas 10 minutos após o fim do exercício observou-se diminuição dos íons sódio, potássio e cálcio, com valores de $138,53 \pm 1,30$; $4,03 \pm 0,46$ e $1,50 \pm 0,06$ mEq/L, respectivamente.

Nos testes em esteira foi observada correlação positiva entre o [Lac] e os íons Na ($r = 0,680$), K ($r = 0,666$) e Cl ($r = 0,467$); entre V_{L2} e V_{L4} ($r = 0,979$), V_{160} ($r = 0,679$), V_{200} ($r = 0,596$), pH ($r = 0,813$), BE ($r = 0,649$), HCO_3 ($r = 0,593$) e TCO_2 ($r = 0,565$); entre V_{L4} e V_{160} ($r = 0,664$), V_{200} ($r = 0,571$), pH ($r = 0,820$), BE ($r = 0,707$), HCO_3 ($r = 0,661$) e TCO_2 ($r = 0,635$); entre V_{160} e V_{200} ($r = 0,900$), pH ($r = 0,808$) e sO_2 ($r = 0,601$); entre V_{200} e pH ($r = 0,817$) e sO_2 ($r = 0,488$); entre pH e BE ($r = 0,519$) e sO_2 ($r = 0,495$); entre pCO_2 e TCO_2 ($r = 0,453$); entre pO_2 e sO_2 ($r = 0,808$); entre BE e HCO_3 ($r = 0,979$), TCO_2 ($r = 0,968$) e iCa ($r = 0,683$); entre HCO_3 e TCO_2 ($r = 0,988$) e iCa ($r = 0,638$); entre TCO_2 e iCa ($r = 0,636$); entre Na e K ($r = 0,610$); entre K e Cl ($r = 0,570$). Observou-se correlação negativa entre [Lac] e V_{L2} ($r = -0,914$), V_{L4} ($r = -0,954$), V_{160} ($r = -0,668$), V_{200} ($r = -0,632$) e pH ($r = -0,819$); entre V_{L2} e Na ($r = -0,561$), K ($r = -0,551$); entre V_{L4} e Na ($r = -0,597$), K ($r = -0,567$); entre V_{160} e pCO_2 ($r = -0,582$), Na ($r = -0,786$), K ($r = -0,567$); entre V_{200} e pCO_2 ($r = -0,557$), Na ($r = -0,814$), K ($r = -0,560$); entre pH e pCO_2 ($r = -0,500$), Na ($r = -0,768$), K ($r = -0,556$); entre pCO_2 e sO_2 ($r = -0,700$) e entre sO_2 e Na ($r = -0,549$), K ($r = -0,697$) (Tabela 17).

Tabela 17. Análise de correlação entre [Lac], V_{L2}, V_{L4}, V₁₆₀, V₂₀₀, pH, p_H, pCO₂, TCO₂, HCO₃⁻, BE, pO₂, sO₂, DIF, AG, iCa, Na, K, Cl⁻ nos testes em esteira (9 m/s) com 3,3% de inclinação.

	[Lac]	V _{L2}	V _{L4}	V ₁₆₀	V ₂₀₀	pH	pCO ₂	pO ₂	BE	HCO ₃	TCO ₂	sO ₂	Na	K	iCa	Cl
[Lac]	1,000															
V _{L2}	-0,914*	1,000														
V _{L4}	-0,954*	0,979*	1,000													
V ₁₆₀	-0,668*	0,679*	0,664*	1,000												
V ₂₀₀	-0,632*	0,596*	0,571*	0,900*	1,000											
pH	-0,819*	0,813*	0,820*	0,808*	0,817*	1,000										
pCO ₂	0,264	-0,254	-0,204	-0,582*	-0,557*	-0,500*	1,000									
pO ₂	-0,150	0,066	0,100	0,184	0,079	0,003	-0,345	1,000								
BE	-0,710*	0,649*	0,707*	0,328	0,267	0,519*	0,294	-0,104	1,000							
HCO ₃	-0,658*	0,593*	0,661*	0,216	0,164	0,428	0,415	-0,119	0,979*	1,000						
TCO ₂	-0,619*	0,565*	0,635*	0,184	0,120	0,398	0,453*	-0,102	0,968*	0,988*	1,000					
sO ₂	-0,431	0,383	0,408	0,601*	0,488*	0,495*	-0,700*	0,808*	0,007	-0,069	-0,084	1,000				
Na	0,680*	-0,561*	-0,597*	-0,786*	-0,814*	-0,768*	0,413	-0,220	-0,432	-0,338	-0,312	-0,549*	1,000			
K	0,666*	-0,551*	-0,581*	-0,567*	-0,560*	-0,556*	0,332	-0,524*	-0,385	-0,352	-0,294	-0,697*	0,610*	1,000		
iCa	-0,382	0,405	0,373	0,274	0,377	0,364	0,242	-0,145	0,683*	0,638*	0,636*	-0,094	-0,365	-0,329	1,000	
Cl	0,467*	-0,438	-0,411	-0,177	-0,009	-0,111	0,223	-0,435	-0,237	-0,245	-0,197	-0,366	0,111	0,570*	0,018	1,000

Significância * 0,05

Nos testes a campo foi observada correlação positiva entre o [Lac] e os íons Na ($r = 0,581$); entre V_{160} e V_{200} ($r = 0,454$) e pH ($r = 0,483$); entre V_{200} e pH ($r = 0,579$), BE ($r = 0,499$) e iCa ($r = 0,461$); entre pH e BE ($r = 0,600$); entre pCO_2 e HCO_3 ($r = 0,593$), TCO_2 ($r = 0,612$); entre pO_2 e sO_2 ($r = 0,934$); entre BE e HCO_3 ($r = 0,965$) e TCO_2 ($r = 0,952$); entre HCO_3 e TCO_2 ($r = 0,982$) e entre Na e K ($r = 0,458$). Observou-se correlação negativa entre [Lac] e pH ($r = 0,670$), pO_2 ($r = -0,488$), BE ($r = -0,632$), HCO_3 ($r = -0,571$), TCO_2 ($r = -0,565$) e sO_2 ($r = -0,537$); entre V_{160} e pO_2 ($r = -0,462$); entre V_{200} e Na ($r = -0,526$), K ($r = -0,555$); entre pH e Na ($r = -0,521$), K ($r = -0,444$); entre BE e Na ($r = -0,830$), K ($r = -0,514$); entre HCO_3 e Na ($r = -0,792$), K ($r = -0,487$) e entre TCO_2 e Na ($r = -0,782$), K ($r = -0,509$) (Tabela 18).

Tabela 18. Análise de correlação entre [Lac], V₁₆₀, V₂₀₀, pH, pCO₂, TCO₂, HCO₃⁻, BE, pO₂, sO₂, DIF, AG, iCa, Na, K, Cl⁻ nos testes a campo (8 m/s).

	[Lac]	V ₁₆₀	V ₂₀₀	pH	pCO ₂	pO ₂	BE	HCO ₃	TCO ₂	sO ₂	Na	K	iCa	Cl
[Lac]	1,000													
V ₁₆₀	-0,275	1,000												
V ₂₀₀	-0,371	0,454*	1,000											
pH	-0,670*	0,483*	0,579*	1,000										
pCO ₂	-0,081	-0,404	-0,177	-0,398	1,000									
pO ₂	-0,488*	-0,462*	0,089	0,068	0,161	1,000								
BE	-0,632*	0,220	0,499*	0,600*	0,424	0,069	1,000							
HCO ₃	-0,571*	0,125	0,395	0,428	0,593*	0,115	0,965*	1,000						
TCO ₂	-0,565*	0,068	0,369	0,418	0,612*	0,146	0,952*	0,982*	1,000					
sO ₂	-0,537*	-0,225	0,238	0,240	0,009	0,934*	0,117	0,145	0,167	1,000				
Na	0,581*	-0,257	-0,526*	-0,521*	-0,273	-0,156	-0,830*	-0,792*	-0,782*	-0,213	1,000			
K	0,293	-0,097	-0,555*	-0,444*	-0,186	-0,291	-0,514*	-0,487*	-0,509*	-0,344	0,458*	1,000		
iCa	-0,305	0,108	0,461*	0,228	0,003	0,078	0,395	0,378	0,332	0,073	-0,306	0,005	1,000	
Cl	-0,032	-0,036	-0,207	0,259	-0,227	0,052	-0,107	-0,141	-0,161	0,025	0,274	-0,302	-0,377	1,000

Significância * 0,05

As concentrações séricas de AST e CK não foram influenciadas pelos testes. As concentrações séricas de CK apresentaram valores crescentes em função do tempo após os testes ergoespirométricos, com a maior concentração 6 horas após o teste. Houve diferença ($P=0,0045$) nos valores das concentrações séricas da enzima LDH, entre os testes em esteira e os testes a campo, e as concentrações séricas apresentaram valores crescentes em função do tempo após os testes com maiores valores 6 horas após os testes (Tabela 19).

Tabela 19. Valores médios das variáveis sorológicas nos testes em esteira de alta velocidade com 3,3% de inclinação, e a campo, de equinos em treinamento de CCE.

Variável	Teste	Basal	10 min	3h	6h	24h	36h	Média	P valor teste
AST (UI/L)	TE	236,3 ± 42,5	228,7 ± 34,4	230,8 ± 35,2	232,9 ± 38,8	252,3 ± 42,4	249,5 ± 40,4	238,42 ± 10,0	ns
	TC	236,3 ± 42,5	245,6 ± 48,8	238,3 ± 43,2	238,5 ± 43,4	230,9 ± 37,2	249,4 ± 29,1	239,83 ± 6,6	
	Média	236,3 ± 0,0	237,2 ± 10,2	234,5 ± 5,7	235,7 ± 3,2	241,6 ± 3,7	249,5 ± 8,0		
CK (UI/L)	TE	165,5 ± 34,8	188,3 ± 38,4	225,4 ± 48,2	248,1 ± 68,8	195,6 ± 48,3	204,6 ± 82,5	204,6 ± 29,0	ns
	TC	165,5 ± 34,8	201,1 ± 37,9	204,6 ± 49,6	203,8 ± 46,4	170,9 ± 43,2	169,5 ± 30,5	185,9 ± 19,0	
	Média	165,5 ± 0,0	194,7 ± 0,4	215,0 ± 1,0	225,9 ± 15,8	183,2 ± 3,6	187,0 ± 36,8		
LDH (UI/L)	TE	308,4 ± 127,6a	339,7 ± 100,5b	331,3 ± 82,4b	363,1 ± 92,7b	398,2 ± 117,7b	370,0 ± 74,4b	351,8 ± 31,8	0,0045
	TC	308,4 ± 127,6a	467,3 ± 106,0a	466,3 ± 78,1a	471,0 ± 82,8a	441,8 ± 80,4a	407,3 ± 120,3a	427,0 ± 62,9	
	Média	308,4 ± 0,0	403,5 ± 3,9	398,8 ± 3,1	417,0 ± 7,0	420,0 ± 26,4	388,7 ± 32,4		

Médias nas linhas, seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

5 DISCUSSÃO

No presente estudo foram observadas diferenças das concentrações plasmáticas de lactato e glicose nos equinos nos testes a campo e em esteira, ambas aferidas logo após a etapa de 8 m/s. Nos testes a campo os valores médios das concentrações de lactato plasmático foram maiores, de 6,9 mmol/L, enquanto que os valores médios das concentrações de glicose foram menores do que os observados nos testes em esteira, de 5,5 mmol/L e 91,8 mg/dL, respectivamente. Contrariamente ao observado no presente estudo, Ferraz et al. (2008) reportam que ao início de testes de exercício de velocidade incremental, houve significativa diminuição da concentração plasmática de glicose, seguido por incremento desta concentração juntamente com o aumento da intensidade do exercício. Azevedo (2012) observou valores médios de glicose plasmática maiores ao final dos testes de exercício em esteira, de $109,98 \pm 15,58$ mg/dL. No teste a campo reportou o valor médio de $101,62 \pm 7,32$ mg/dL, porém sem diferença significativa entre os testes.

Com a observação de maior produção de lactato durante o teste a campo, pode-se supor que o esforço físico foi mais intenso, provavelmente inferido pelo piso de areia profunda presente no picadeiro. Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan & Barneveld (1995) comparou, através de aferição da FC e das concentrações de lactato, testes de exercício em esteira de alta velocidade com incrementos de velocidade e inclinação, na tentativa de equiparar à carga de trabalho dos exercícios realizados em pista de areia firme. Os autores reportaram que os testes realizados a campo foram mais exigentes do que os testes realizados em esteira de alta velocidade em inclinação, à mesma velocidade. Observaram, ainda que o aumento em 10% na velocidade foi mais eficiente do que a inclinação da esteira entre 1 e 2%, em equiparar os valores das variáveis fisiológicas aferidas aos valores dos testes a campo.

Os valores médios de pico de lactato plasmático foram aferidos na última etapa dos testes de exercício. Nos testes em esteira, em velocidade 9 m/s, a média dos valores do pico da concentração plasmática de lactato $[La]_{pico}$ observada foi de $9,4 \pm 4,4$ mmol/L. Nos testes a campo, em velocidade de 8 m/s, a média dos valores de $[La]_{pico}$ foi de $6,9 \pm 2,6$ mmol/L.

Fortier et al. (2015) avaliaram as respostas cardiorrespiratórias de equinos de trote durante dois diferentes protocolos para testes de exercício contínuo. Num primeiro protocolo, o teste 1, a velocidade inicial foi de 4,2 m/s com etapas de 3 minutos e incrementos de 1,4 m/s. Num segundo protocolo, o teste 2, iniciou-se a à velocidade de 6,4 m/s e os incrementos foram de 0,8 m/s a cada dois minutos. Os valores observados de $[La]_{pico}$ foram de $15,8 \pm 4,0$ mmol/L para o teste 1 e $16,3 \pm 6,2$ mmol/L para o teste 2, em velocidades máximas de respectivamente $10,6 \pm 0,3$ m/s e $10,7 \pm 0,7$ m/s. Segundo Wickler et al. (2003), avaliando a transição trote-galope de equinos durante exercício em esteira de alta velocidade em superfície plana, o trote em velocidades máximas, similares às mínimas velocidades possíveis de galope, apresenta maiores demandas metabólicas.

Van Erck et al. (2007) comparando testes de exercício em equinos de trote em esteira e a campo observaram valores maiores de pico de lactato em testes a campo, de $7,3 \pm 3,0$ mmol/L, que em esteira de alta velocidade de $6,5 \pm 1,6$ mmol/L, tendo sido a máxima velocidade atingida a campo de 11,9 m/s, significativamente superior à velocidade inferida durante testes em esteira, de 9,7 m/s.

Gomide et al. (2006) avaliaram equinos participantes de competição de CCI 3* e observaram valores médios de pico da concentração de lactato após a prova de $11,6 \pm 0,8$

mmol/L. Estes valores foram aferidos após exercício intenso com 40 esforços (saltos) em 5.415 m de distância percorrida em velocidade média de 9,5 m/s, demonstrando que exercício realizado foi de mais alta intensidade.

Os valores de V_{L2} e V_{L4} aferidos nos testes em esteira são similares aos valores observados por Oliveira et al. (2014) estudando equinos da raça Brasileiro de Hipismo em treinamento para a modalidade de CCE, submetidos a testes de exercício em esteira de alta velocidade com inclinação de 3,3%, que observou valores de $6,6 \pm 1,6$ m/s para a V_{L2} e de $8,4 \pm 1,0$ m/s para a V_{L4} . Azevedo (2012), comparando os testes em esteira e os testes a campo, em equinos de CCE, utilizando protocolo de velocidade incremental, observou nos testes em esteira, com inclinação de 3,3%, valores médios de V_{L2} e V_{L4} de $5,8 \pm 1,2$ e $7,8 \pm 1,1$ m/s, respectivamente. Os autores supracitados utilizaram equinos da mesma raça e em treinamento para Concurso Completo de Equitação e relataram valores similares aos observados no presente estudo.

Van Erck et al. (2007) comparando testes de avaliação física de equinos de trote em esteira com 4% de inclinação e a campo observaram que os valores de V_{L4} obtidos em esteira de alta velocidade foram significativamente mais baixos do que os obtidos a campo, de $8,4 \pm 1,1$ e $9,2 \pm 0,8$ mmol/dL, respectivamente.

Os valores de V_{L4} reportados por Valette et al. (1992) em equinos em treinamento de CCE foram mais altos do que os aferidos no presente estudo. Os menores valores aferidos no presente experimento podem ser reflexo das diferenças individuais do desempenho entre os equinos, já que três dos 15 equinos utilizados (equinos 5, 9 e 14), apresentam valores individuais de V_{L2} e de V_{L4} bastante aquém dos valores médios do grupo, repercutindo na diminuição dos valores médios finais.

Por sua praticidade, o V_{L4} foi durante alguns anos o indicador adotado para identificar o limiar aeróbio-anaeróbio em equinos, ou seja, a intensidade máxima do exercício onde a produção e o consumo do lactato estão equilibrados. A Máxima Fase Estável de Lactato (MAFEL) é considerada padrão ouro na identificação individual da intensidade do exercício acima da qual ocorre aumento exponencial na concentração sanguínea de lactato. Lindner (2010b), em estudo desenvolvido com o objetivo de elucidar em qual velocidade a concentração de lactato estaria mais próxima da MAFEL observou que, durante testes de exercício em esteira de alta velocidade com inclinação de 3%, a $V_{L1,5}$ foi o indicador mais próximo do limiar aeróbio-anaeróbio, enquanto nos testes a campo a variável mais próxima da MAFEL foi o V_{L2} .

Apesar de apontarem a necessidade de ajuste nos protocolos dos testes de exercício, Soares et al. (2014) estudando diferentes métodos de aferição do limiar anaeróbio individual, observaram altas correlações entre V_{L2} , V_{L4} , V_{LACMIN} e a MAFEL.

A V_{L4} pode, portanto, ser considerada como um parâmetro para aferição da capacidade física dos equinos, apesar de não representar o limiar aeróbio-anaeróbio em equinos (LINDNER & BOFFI, 2007; LINDNER, 2010b). Esta variável também é utilizada em avaliações dos efeitos do treinamento além de ser descrita relacionada a resultados em competições esportivas em equinos de trote (COUROUCÉ et al., 1997; LELEU et al., 2005; LINDNER, 2010a) e de enduro (FRAIPONT et al., 2012).

Garcia (2012) avaliando éguas marchadoras em exercícios em esteira de alta velocidade obteve valores de V_{L2} e V_{L4} de 4,9 e 6,0 m/s em teste prévio ao treinamento, respectivamente, e posteriormente ao treinamento valores de 6,0 e 6,5 m/s para a V_{L2} e V_{L4} , respectivamente. Após o treinamento, os valores de V_{L2} aumentaram significativamente e são similares aos dos equinos treinados avaliados no presente estudo. Os valores de V_{L4} aumentaram, mas são mais baixos do que os observados no presente estudo. O treinamento

realizado foi descrito como estritamente aeróbio, e tendo, portando, como consequência o aumento do poder oxidativo do organismo.

Além da V_{L2} e da V_{L4} , a variável V_{200} também é considerada representativa da capacidade de desempenho em equinos de trote (COUROUCÉ et al., 1997; LELEU et al., 2005), e no presente trabalho apresentaram-se positivamente correlacionadas. Os valores médios de V_{200} observados no presente estudo foram de 8,82 e 8,79 m/s nos testes em esteira e nos testes a campo, respectivamente, e semelhantes estatisticamente.

Fraipont et al. (2012) relacionando variáveis fisiológicas ao desempenho atlético de equinos de enduro qualificados pelos resultados obtidos previamente ao estudo, observaram valores significativamente maiores de V_{200} entre os animais de melhor desempenho, com valores médios de $11,9 \pm 0,9$ m/s em teste a campo, e de $10,8 \pm 1,1$ m/s nos testes em esteira. Nos equinos de pior desempenho foram observados valores de V_{200} de $9,6 \pm 1,3$ m/s em teste a campo e $9,3 \pm 0,1$ m/s, em esteira. Valette et al. (1992) estudando equinos em treinamento para CCE observaram valores de V_{200} de $10,8 \pm 0,8$ m/s para testes a campo, e de $10,7 \pm 0,7$ m/s em esteira de alta velocidade com 3,5% de inclinação, valores maiores que os do presente estudo.

No presente estudo os menores valores de V_{200} aferidos são menores do que os reportados pelos autores citados anteriormente, possivelmente devido às diferenças de idade, raça, modalidade esportiva e estado do treinamento.

Valores similares aos do presente estudo foram reportados por colegas trabalhando com equinos Brasileiro de Hipismo em treinamento e/ou competição na modalidade de CCE. Santiago (2010) observou valores de V_{200} de 9,1 m/s para equinos novos e de 8,5 m/s para os competidores; e Azevedo (2012) reportou valores de V_{200} de $8,8 \pm 1,1$ m/s em teste a campo, e de $8,7 \pm 1,4$ m/s em testes em esteira de alta velocidade com inclinação de 3,3%.

Segundo Munsters et al. (2013), o valor da V_{L4} individual constitui parâmetro mais confiável de aferição de preparo físico em equinos, independentemente do nível de competição, do que outros valores de variáveis fisiológicas, como a V_{200} individual, mais indicativos de esforço máximo e corriqueiramente usado para o planejamento do treinamento.

Não foram observadas diferenças significativas entre os valores médios do hematócrito aferido ao final de etapa de 8 m/s de velocidade, nos testes em esteira de alta velocidade e a campo. Os valores de hematócrito descritos neste estudo são similares aos valores médios de 52,8%, observados por Muñoz et al. (1997) avaliando equinos da raça Andaluz em testes de exercício incremental a campo, e de $55 \pm 1,7\%$ e $56,6 \pm 1,3\%$ reportado por Foreman (2004) avaliando equinos em categorias iniciante e intermediário, após competição de CCE.

Os valores médios da concentração de proteínas plasmáticas totais aferidos ao final de etapa de 8 m/s de velocidade neste estudo, não apresentaram diferenças significativas nos testes em esteira de alta velocidade e a campo. Após o teste de exercício incremental de velocidade em equinos Brasileiro de Hipismo de CCE, Miranda (2014) reportou valores médios de concentração de proteínas plasmáticas totais de $7,2 \pm 0,5$ mg/dL, similares aos relatados no presente estudo.

Foi observada diferença significativa nos valores médios da FR dos equinos entre os testes, assim como nas velocidades de 1,7 e 6 m/s, entre os testes a campo e em esteira. Estudo realizado por Butler et al. (1993) reportaram não haver influência significativa da inclinação da esteira no mecanismo respiratório dos equinos em exercício em esteira de alta velocidade, observada através da medida do comprimento do galão aferido a 8 m/s tanto em esteira plana ($4,2 \pm 0,1$ m) como em esteira inclinada a 4° ($4,1 \pm 0,1$ m). Este achado corrobora a inexistência de diferenças significativas de FR dos equinos realizando testes a campo e em esteira com inclinação de 3,3%, nas etapas de galope de 7 e 8 m/s de velocidade, observadas

no presente estudo. Pode-se considerar, então, que provavelmente as diferenças observadas entre os testes deste estudo sejam provenientes de influência dos fatores ambientais nos testes a campo.

Segundo Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan & Clayton (1999) muitos fatores ambientais podem interferir em testes a campo, principalmente o clima e piso sobre o qual o equino trabalha. Vale ressaltar que o período experimental ocorreu durante o inverno, com o experimento a campo sendo realizado sistematicamente no início da manhã, com temperaturas amenas equivalentes às temperaturas do interior do laboratório onde ocorreram os testes em esteira. Os equinos foram montados por cavaleiro com peso médio entre 65 e 75 Kg, usando selaria similar, com o intuito de minimizar possíveis diferenças.

Os testes a campo foram realizados em picadeiro de areia imprimindo, portanto diferenças significativas na locomoção dos equinos. Andrade (2014) estudando cinemática de equinos Brasileiro de Hipismo em treinamento para a modalidade CCE reportou que não somente a velocidade, mas também o comprimento das passadas dos equinos durante exercício em esteira foram maiores do que quando o exercício foi realizado em picadeiro de areia.

Além disso, observou-se, durante a execução deste experimento que ao início do teste, durante o passo (1,7 m/s) e ao início do galope (6 m/s) os equinos apresentaram maior excitação, e ocasionalmente realizaram andamento menos regulares, tanto na esteira quanto no campo, o que, juntamente com as diferenças impressas pelo piso de areia nos testes a campo, poderiam ser responsáveis pelas diferenças observadas na FR entre os testes.

Com o aumento da velocidade durante o galope não foi observado marcante aumento da FR, mas supõe-se o alongamento do galão. Para tanto pode-se observar que incrementos nos valores de FR durante o passo e o trote são bastante marcantes, enquanto que nas etapas de galope, não são. No que diz respeito às etapas de diferentes velocidades de galope, as diferenças de FR são mais brandas, justificadas pelo acoplamento respiratório-locomotor. Ainda que não haja diferenças significativas entre os testes em esteira e a campo, nota-se tendência dos testes a campo apresentarem frequências respiratórias mais elevadas.

Diferentes estratégias respiratórias individuais durante alguns testes em esteira de alta velocidade e a campo foram observadas neste estudo. Um equino (número 8) apresentou o padrão de uma respiração para cada dois galões (2:1) durante todo o galope, somente no teste em esteira. Um equino (número 11) apresentou o padrão de uma respiração para cada dois galões (2:1) durante todo o galope, somente no teste a campo. Um equino (número 2) apresentou o padrão de uma respiração para cada dois galões em ambos os testes, durante todo o galope. Vale observar que o desempenho dos dois equinos supracitados nos testes em esteira e a campo, de acordo com as variáveis fisiológicas aferidas, foi bastante similar às médias do grupo. Bramble & Carrier (1983) reportaram que um dos equinos em seu estudo sobre acoplamento respiratório-locomotor em mamíferos, apresentava transitoriamente, durante eventos que duravam cerca de 4 a 8 galões, acoplamento 2:1, conforme observado no presente estudo, ou 3:1.

Segundo Butler et al. (1993), a grande maioria dos equinos galopa mantendo o acoplamento respiratório-locomotor, e com o aumento da velocidade, ocorre o aumento o comprimento dos galões, juntamente com o aumento do volume corrente (V_T), viabilizando o aumento do VO_2 durante o exercício. Os autores apontam, ainda que os equinos não variam a FR independentemente da frequência de passadas, mas em velocidade constante podem variar o V_T independentemente do comprimento do galão, de acordo com as demandas metabólicas.

No presente estudo foram observadas diferenças significativas nos valores médios de volume corrente (V_T) entre os testes. Da mesma forma, foi observada interação entre os testes

e as etapas de velocidade. Quão maiores as velocidades utilizadas, tanto nos testes a campo como nos testes em esteira, maiores os valores médios de V_T .

Butler et al. (1993) avaliaram equinos da raça PSI, com média de peso de 470 ± 31 kg, durante o galope a 8 m/s em esteira de alta velocidade no plano e com inclinação de 10%. Os valores de V_T reportados por estes pesquisadores, de respectivamente $11,9 \pm 0,8$ L e $14,9 \pm 0,91$ L, são menores do que os valores reportados no presente estudo. Castejón-Riber et al. (2012), comparou avaliação ergoespirométrica inclinada a 4% de equinos da raça Árabe e da raça Andaluz, com média de peso de $486 \pm 1,37$ Kg e $578,3 \pm 48,75$ Kg, respectivamente. Os valores médios de V_T reportados foram $10,51 \pm 1,19$; $11,55 \pm 1,77$; $11,49 \pm 2,10$ L para as velocidades de 6,0; 7,0 e 8,0 m/s nos equinos Árabes. Já os equinos Andaluzes apresentaram valores médios de V_T para as mesmas velocidades de $14,80 \pm 2,62$; $15,08 \pm 4,06$ e $15,56 \pm 5,28$ L. Estes achados corroboram com resultados observados no presente estudo e com Art et al. (1990), que observaram que durante o galope o V_T e aumenta linearmente com a velocidade.

Os valores médios do V_T nas diferentes etapas de velocidade, a exceção da etapa de 1,7 m/s, apresentaram-se significativamente mais elevados nos testes em esteira de alta velocidade, possivelmente influenciados pelo maior comprimento da passada no galope. Butler et al. (1993) observaram que o comprimento das passadas aumenta conforme aumenta a velocidade da execução do exercício. Da mesma maneira, no presente estudo observa-se que a FR sofre nenhum (testes a campo), ou pequeno aumento (testes em esteira) com o aumento das velocidades durante galope, indicando que este aumento da velocidade seria viabilizado pelo alongamento das passadas.

Barrey et al. (1993), estudando equinos de Sela Francesa durante exercício em esteira de alta velocidade e a campo, reportaram que a frequência das passadas durante o galope foi significativamente maior a campo. Em concordância, nos testes a campo em piso de areia realizados por Andrade (2014), foram observadas diferenças importantes no comprimento do galão durante galope a 6 m/s, sendo reportados maiores passadas dos equinos avaliados na esteira (3,361m) em relação aos equinos avaliados em picadeiro de areia (2,128m).

Butler et al. (1993), também reportam que o aumento do V_T está relacionado ao aumento do VO_2 , de maneira que, em velocidade constante, com VO_2 constante, o V_T ficará constante apesar do aumento da velocidade ou do tamanho do galão. Já um aumento de VO_2 , ainda que em velocidade constante, aumentará o V_T até atingir um platô. É importante ressaltar que o aumento do VO_2 é viabilizado pelo aumento do V_T durante o exercício e que este aumento causa substancial incremento no trabalho respiratório. Portanto, durante exercício extenuante fatores como a mecânica da respiração, a demanda energética dos músculos respiratórios ou a fadiga dos músculos respiratórios, podem limitar a ventilação a níveis mais baixos do que os necessários para satisfazer a demanda energética da locomoção, levando à hipoxemia arterial e à hipercapnia (ART et al., 1990).

Com o aumento dos valores médios do V_T durante o exercício, aumentam consequentemente os valores médios de volume respiratório minuto (V_E), já que V_E representa a razão entre o V_T e a FR, e pode ser expresso em valores absolutos (L/min) ou em valores relativos ao peso (mL/kg/min) (LEKEUX et al., 2014).

Os valores médios absolutos do V_E observados nos testes de exercício do presente trabalho aumentaram com o incremento da intensidade do exercício, conforme o comportamento esperado da variável (ART et al., 1990).

Os valores médios absolutos de V_E não apresentaram diferença significativa entre testes, mas foi observada interação entre o teste e as velocidades. Castejón et al. (2012) avaliaram a capacidade atlética de equinos da raça Andaluz em teste de exercício em esteira de alta velocidade semelhante ao utilizado no presente estudo, observando valores V_E

absoluto de 1.525 ± 205 L/min a 6 m/s; 1.586 ± 521 L/min a 7 m/s e 1.724 ± 606 L/min a 8 m/s. Os valores supracitados são similares aos valores aos aferidos neste estudo.

Os valores de absolutos de V_E reportados por Butler et al. (1993) na etapa de 8 m/s são, de 1341 ± 88 L/min em esteira sem inclinação, e de 1729 ± 104 L/min em esteira com inclinação de 10%, demonstram o aumento da intensidade do exercício induzido por esta inclinação da esteira.

Para o desempenho atlético bem sucedido é necessária a perfeita integração dos sistemas respiratório, cardiovascular e musculoesquelético, para prover adequado suprimento de oxigênio para a musculatura, visando produção energética durante o exercício. O consumo de oxigênio (VO_2), e mais especificamente o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), considerado em humanos como o teste padrão para avaliação de atletas (McARDLE et al., 2002), reflete a capacidade aeróbica do equino e seu potencial de desempenho atlético (VOTION et al., 2006; Van ERCK et al., 2007; FRANKLIN et al., 2012).

No presente estudo os valores médios de consumo de oxigênio, absoluto e relativo ao peso, aferidos ao final de cada etapa de velocidade nos testes em esteira de alta velocidade e a campo, não apresentaram diferença significativa, demonstrando que os testes envolveram a mesma demanda do metabolismo aeróbico. Também não foi observada interação nas respostas das variáveis entre testes ou entre os testes e as velocidades. Ademais, observa-se o aumento significativo do VO_2 com o aumento da intensidade do exercício. Segundo Holcombe (2006) a elevação do VO_2 em resposta às crescentes intensidades de exercício ocorre em consequência de: maiores extrações de O_2 viabilizado pelo aumento do V_T ; maior distribuição do O_2 , em consequência do aumento do débito cardíaco e da concentração de hemoglobina no sangue; e da maior utilização do O_2 pelas mitocôndrias da musculatura esquelética visando atender às demandas metabólicas.

Ao contrário do observado no presente experimento, Van Erck et al. (2007) realizaram ergoespirometria em equinos de trote em esteira de alta velocidade com inclinação de 4% e a campo, e observou que os valores de VO_2 para todos os equinos utilizados no experimento foram mais altos quando obtidos em esteira de alta velocidade do que a campo. Os autores observaram que possivelmente a inclinação da esteira a 4% promoveu maior carga de trabalho aos equinos quando comparado à situação de campo, com o “sulky” atrelado e o piloto.

Watanabe et al. (2009) avaliaram equinos da raça Árabe, durante teste de exercício incremental contínuo até fadiga em esteira de alta velocidade, observando valores médios crescentes de VO_2 de 32,21; 59,21; 75,58 e 87,48 mL/min/kg para as etapas de 1,8; 4,0; 6,0 e 8,0 m/s de velocidade e dois minutos de duração, similares aos obtidos no presente estudo.

Conforme reportado por Fortier et al. (2015) os protocolos utilizados durante ergoespirometria podem influenciar nos resultados obtidos durante os testes de exercício em equinos de trote. Em seu estudo foram testados dois protocolos. No protocolo 1, iniciado a 4,2 m/s com etapas de 3 minutos e incrementos de velocidade de 1,4 m/s por etapa, foram verificadas respostas de pico cardiorrespiratórias mais elevadas, sendo por isso apontado como protocolo mais adequado para a aferição do dispêndio energético. No protocolo 2, com velocidade inicial de 6,4 m/s e incrementos de velocidade de 0,8 m/s a cada dois minutos, notou-se melhor correlação entre FC e VO_2 em função da velocidade.

Desta forma entende-se que diferentes protocolos resultam, principalmente, em diferentes valores das variáveis cardiorrespiratórias durante as diferentes etapas do exercício (Tabelas 20 e 21).

Tabela 20. Valores aferidos de consumo de oxigênio em cada etapa de velocidade real ou convertida (m/s), valores relativos ao peso de consumo de oxigênio (mL/kg/min), de consumo máximo/pico de oxigênio (VO_{2max}) e sua respectiva velocidade de obtenção (Vel VO_{2max/pico}), dos testes de exercício em esteira e a campo em equinos de diferentes raças citados na literatura a partir de 2000.

Equinos	Velocidade (m/s)									VO _{2max}	Vel VO _{2max}	Autores
	1,7	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0			
.....Teste a campo.....												
Sela	22,30	49,10	-	83,20	-	-	116,90	-	-	-	-	Hanák et al. (2001)
Militares	-	40,20	67,00	75,80	-	-	-	-	-	-	-	Votion et al. (2006)
Trote	-	-	-	-	-	-	-	-	-	156,70	12,56	Van Erck et al. (2006)
Trote	-	-	-	-	-	-	-	-	-	139,90	11,90	Van Erck et al. (2007)
Árabe	-	35,90	42,00	-	50,20	-	60,20	63,30	78,20	-	-	Cottin et al. (2008)
Árabe	10,10	32,00	44,60	54,10	-	-	-	-	-	-	-	Goachet & Julliand (2014)
Trote	-	-	-	-	-	-	-	-	-	111,60	-	Fortier et al. (2015)
.....Teste em esteira.....												
PSI	6,2	62,60	99,30	-	139,50	-	-	-	152,60	152,60	10,9	Katz et al. (2005)
Pônei	6,3	44,90	61,00	-	84,10	-	-	-	92,00	92,00	8,2	Katz et al. (2005)
Militar	-	44,50	-	-	99,10	90,50	-	-	-	-	-	Votion et al. (2006)
Sela	18,22	37,99	-	-	76,33	95,31	110,24	115,10	-	-	-	Art et al. (2006)
Trote	-	-	-	-	-	-	-	-	-	148,10	9,9	Van Erck et al. (2006)
Trote	-	-	-	-	-	-	-	-	-	139,90	9,7	Van Erck et al. (2007)
Árabe	32,21	59,21	-	75,58	-	87,48	92,78	108,78	128,25	128,25	11,0	Watanabe et al. (2009)
Árabe	11,05	37,98	-	96,08	107,10	106,90	-	-	-	122,60	8,0	Castejón Riber et al. (2012)
Andaluz	20,28	39,15	-	82,64	79,29	85,62	-	-	-	93,22	8,0	Castejón Riber et al. (2012)

Tabela 21. Valores aferidos de produção de dióxido de carbono (VCO₂) relativos ao peso (mL/kg/min), em cada etapa de velocidade real ou convertida (m/s), dos testes de exercício em esteira e a campo em equinos de diferentes raças citados na literatura a partir de 2000.

Equinos	Velocidade (m/s)									Autores
	1,7	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	
.....Teste a campo.....										
Warmblood	17,39	38,78	-	74,88	-	-	117,66	-	-	Hanák et al. (2001)
Militar	-	21,20	-	-	38,60	41,30	-	-	-	Votion et al. (2006)
Árabe	-	35,00	40,20	-	49,60	-	62,80	69,70	78,20	Cottin et al. (2008)
Árabe	7,20	23,10	35,20	43,00	-	-	-	-	-	Goachet & Julliand (2014)
Trote	-	-	-	-	-	-	-	-	131,1	Fortier et al. (2015)
.....Teste em esteira.....										
PSI	4,8	57,00	96,10	-	146,40	-	-	-	187,00	Katz et al. (2005)
Pônei	4,8	35,70	59,40	-	98,40	-	-	-	112,70	Katz et al. (2005)
Militar	-	29,30	-	-	65,00	52,70	-	-	-	Votion et al. (2006)
Sela	16,24	31,36	-	-	64,11	86,38	103,19	114,22	-	Art et al. (2006)
Trote	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Van Erck et al. (2007)
Árabe	9,00	18,30	-	24,90	-	29,50	35,30	42,20	49,00	Watanabe et al. (2009)
Árabe	9,00	32,45	82,55	92,77	106,20	92,97	-	-	-	Castejón Riber et al. (2012)
Andaluz	14,71	30,19	64,53	77,89	81,96	88,36	-	-	-	Castejón Riber et al. (2012)

Van Erck et al. (2007) observaram que os valores máximos de VO_2 apresentaram marcantes variações individuais, e os mais altos valores de VO_2 aferidos durante a última etapa do teste, foram denominados de $VO_{2\text{pico}}$ (FORTIER et al., 2015). No presente estudo também foram observadas marcantes diferenças individuais nos valores do VO_2 , provavelmente devido às diferenças de estado de treinamento e potencial atlético individual. Equinos menos experientes ou com menor potencial atlético individual, atingiram os mais altos valores de VO_2 na última etapa de galope, e estavam provavelmente mais próximos do seu $VO_{2\text{max}}$. Os equinos mais experientes mostraram valores de pico de VO_2 mais baixos, sugerindo que um aumento de intensidade do exercício seria necessário para que estes se aproximassem do seu $VO_{2\text{max}}$. Estas observações estão em concordância com o reportado por Van Erck et al. (2007).

Nos testes em esteira os equinos 1, 2, 4, 5 e 13 apresentaram valores de pico de VO_2 indicativos de $VO_{2\text{max}}$, conforme critério proposto por Seeherman & Morris (1990): maior valor de VO_2 durante o exercício com valores crescentes de VCO_2 e R maior que 1,2. A média do $VO_{2\text{max}}$ observada no presente estudo foi de $126,98 \pm 9,34$ mL/kg/min. Watanabe et al. (2009) observou valores médios de $VO_{2\text{max}}$ de $114,9 \pm 22,9$ mL/kg/min em equinos Árabes. Os equinos 1 e 5 apresentaram os maiores valores absolutos relativos ao peso de $VO_{2\text{max}}$ do presente experimento: de 62,31 L e 138,47 mL/kg/min, para o equino 1, e de 64,60 L e 134,58 mL/kg/min para o equino 5, em teste em esteira à velocidade de 9 m/s.

Van Erck et al. (2006) comparando testes de exercício em esteira e a campo obtiveram resultados de $VO_{2\text{max}}$ de $156,7 \pm 14,8$ mL/kg/min em teste a campo e $148,1 \pm 10,3$ mL/kg/min em teste em esteira. Esta constitui a primeira observação de $VO_{2\text{max}}$ a campo em equinos de trote. Evans & Rose (1988) avaliaram equinos PSI e reportaram valores de $VO_{2\text{max}}$ de $160,0 \pm 11,0$ mL/kg/min após o treinamento. Outrossim é importante observar que diferentes raças ou equinos com diferentes aptidões atléticas também apresentam diferenças nos valores de consumo de oxigênio. Katz et al. (2005) avaliou as respostas ventilatórias e trocas gasosas de equinos PSI e Pôneis, verificando diferenças bastante significativas na estratégia ventilatória, nas respostas dos gases sanguíneos e nas respostas metabólicas. O consumo máximo de O_2 dos equinos e pôneis, respectivamente, foram $152,6 \pm 4,6$ mL/kg/min e $92 \pm 3,8$ mL/kg/min, para intensidades relativas de 112 e 110 % $VO_{2\text{max}}$.

No presente experimento, a inclinação da esteira de alta velocidade a 3,3% mitigou as possíveis diferenças cardiorrespiratórias nos equinos nos testes em esteira e a campo, não resultando em diferenças significativas. McDonough et al. (2002) comparando protocolo em esteira de alta velocidade horizontal e com inclinação em equinos PSI, reportaram diferenças significativas nos valores absolutos de $VO_{2\text{max}}$, de $65,5 \pm 5,31$ e $77,8 \pm 4,11$ L/min, respectivamente, concluindo que a inclinação da esteira a 10% aumentou em 20% os valores de VO_2 , possivelmente graças ao aumento do V_T e ao recrutamento de diferentes grupamentos musculares em resposta a inclinação, levando ao aumento do débito cardíaco.

A aferição da produção de dióxido de carbono (VCO_2) é usualmente feita de maneira concomitante à aferição do VO_2 (FRANKLIN et al., 2012). Exercícios de alta intensidade produzem demandas metabólicas altas, e usualmente com importante produção de energia pela via anaeróbia. Como consequência ocorre o aumento marcante na produção do CO_2 (VCO_2) resultante do tamponamento, pelo bicarbonato, dos íons hidrogênio produzidos pela dissociação do ácido láctico. (BAYLY et al., 2006; FRANKLIN et al., 2012; LINDINGER, 2014). No presente estudo não foram observadas diferenças significativas nos valores médios de VCO_2 absoluto e relativo entre os testes. Na etapa de velocidade de 6 m/s foi observado que nos testes em esteira de alta velocidade os valores médios de VCO_2 absoluto e relativo foram significativamente mais altos.

No presente estudo os valores observados de VCO_2 estão em concordância com estudos anteriores (HÁNAK et al., 2001; ART et al., 2006; COTTIN et al., 2008; CASTEJÓN-RIBER et al., 2012; GOACHET & JULIAND, 2014), e não foram observadas discrepâncias na aferição da produção do dióxido de carbono (VCO_2) reportadas por Votion et al. (2006) e Van Erck et al. (2007). Deve-se considerar que, conforme observado por Fortier et al. (2015), os protocolos dos testes de exercício podem influenciar nos valores observados como resultado dos mesmos.

Segundo Lekeux et al. (2014) o quociente respiratório (R) é produto da razão entre o dióxido de carbono produzido e o oxigênio utilizado, e a sua aplicação baseia-se na hipótese de que as trocas de oxigênio e de dióxido de carbono, aferidas a nível pulmonar, refletem as reais trocas gasosas celulares resultantes do catabolismo de nutrientes (HÁNAK et al., 2001).

Durante as diferentes etapas do teste de exercício realizado no presente experimento, não foi observada alteração significativa do quociente respiratório (R), que na etapa de 8 m/s apresentou valores de $0,92 \pm 0,11$ nos testes em esteira e $1,00 \pm 0,28$ nos testes a campo. Também não foi observada diferença significativa do quociente respiratório nos equinos entre os testes em esteira e os testes a campo, porém observa-se que o R aumenta em ambos os testes com o incremento da velocidade nas etapas de galope.

Hának et al. (2001) observaram valores de R de $0,79 \pm 0,01$ para o trote a 4,2 m/s, $0,90 \pm 0,01$ para o cânter a 6 m/s, e de $1,01 \pm 0,01$ para o galope a 8,8 m/s. Esta observação está em concordância com os valores de R reportados por Watanabe et al. (2009), de $0,99 \pm 0,07$ a 8 m/s, e $1,12 \pm 0,09$ para 9 m/s, demonstrando que a partir etapa de velocidade de 9 m/s do exercício as quantidades de CO_2 produzido ultrapassaram os valores de utilização do O_2 , caracterizando o aumento da contribuição do metabolismo anaeróbio para a produção de energia. Da mesma forma, Cottin et al. (2008) estudando equinos Árabes de enduro, reportam valores de R acima de 1,00 a partir da etapa de velocidade de 9,4 m/s, com valores de $1,07 \pm 0,20$.

Das respostas ao exercício observadas nos equinos, as alterações de fluidos, eletrólitos e balanço ácido-base, estão entre as de maior importância. Estas alterações são dependentes da intensidade e da duração do exercício (KINGSTON & BAYLY, 1998). A disciplina de CCE envolve grande demanda energética representada por exercícios que podem chegar a galopes de velocidade média de 9,5 m/s por mais de 6.000 metros de distância (FOREMAN et al., 2004; FEI, 2012).

Ao início do exercício nos equinos há um aumento de volume plasmático e do hematócrito juntamente com um rápido movimento de fluido e proteína do espaço intersticial para o leito vascular, visando aumentar o fluxo sanguíneo para o maior transporte de oxigênio e retorno venoso. (HOLCOMBE, 2006; CUNILLERAS & McKEEVER, 2014). Ao que se aumente a intensidade do exercício, aumenta-se conseqüentemente a participação da via anaeróbia de produção de energia. Em exercícios intensos ocorre o acúmulo exponencial do lactato e dos íons hidrogênio (H^+) intracelular, a depleção de íons potássio e a produção aumentada de CO_2 , acarretando grande efluxo de equivalentes ácidos, vindos da musculatura para a circulação, resultando em acidose metabólica sistêmica. (BAYLY & KLINE, 2007; PÖSÖ et al., 2008; LINDINGER, 2014).

Quando trabalhando em situação de campo e da maneira mais fidedigna aos ambientes de treinamento e competição, torna-se difícil a coleta de sangue arterial, seja por impedimentos técnicos ou éticos. Desta forma, e assim como citado por Aguilera-Tejero et al. (2000), Foreman et al. (2002) e Ferraz et al. (2001), as amostras para hemogasometria foram coletadas diretamente da veia jugular externa imediatamente após o fim do exercício, nos testes a campo (8 m/s), e imediatamente após a parada do animal durante os testes em esteira

(9 m/s). Conforme abordado por Lindinger (2014), quando as amostras para a realização do estudo do balanço ácido-base são o sangue venoso, há que se ter em mente a diminuição do rigor dos resultados, quando comparados aos resultados obtidos do sangue arterial. Bayly et al. (2006) observaram diferenças significativas nos valores de $p\text{CO}_2$, HCO_3^- , pH e DIF, entre sangue venoso e arterial, coletados no mesmo momento em equinos durante e após o exercício até fadiga. Bayly et al. (1989) aferiram valores de pH, HCO_3^- e $p\text{CO}_2$, após exercício máximo em sangue venoso e obtiveram aos valores de $6,87 \pm 1,00$, $20,0 \pm 1,3$ mmol/L e $128,6 \pm 2,3$ mmHg. No mesmo estudo também foi analisado o sangue arterial, observando valores para as mesmas variáveis de, respectivamente, $7,04 \pm 0,04$; $10,7 \pm 0,8$ mmol/L e $47 \pm 1,9$ mmHg, caracterizando as marcantes diferenças.

A avaliação do balanço ácido-base feita através do método tradicional baseia-se na relação bicarbonato-ácido carbônico conforme expresso na equação de Henderson-Hasselbalch, ou seja, utiliza essencialmente as variáveis pH, $p\text{CO}_2$ e HCO_3^- . Este método é de simples implementação, mas não abrange todas as modificações que desafiam o equilíbrio ácido-base durante o exercício. A abordagem quantitativa, no entanto, observa que as concentrações de H^+ e HCO_3^- são dependentes do equilíbrio ácido-base, e sofrem influência das variáveis independentes $p\text{CO}_2$, DIF e da concentração de tampões fracos. Desta maneira também leva-se em consideração a importância dos eletrólitos nas alterações do balanço ácido-base, sendo mais aplicável às condições de exercício (KINGSTON & BAYLY, 1998).

Os valores das variáveis de hemogasometria venosa e concentração de eletrólitos aferidas no presente estudo dos equinos em repouso são similares aos encontrados na literatura (FERRAZ et al., 2010; OLIVEIRA, 2012; MIRANDA, 2014).

Durante o exercício a redução do pH deve-se ao aumento da contribuição da via anaeróbica de produção de energia, com excessiva produção de lactato e prótons (BAYLY et al., 2006), de maneira que a magnitude desta redução estará diretamente relacionada à intensidade do exercício (FOREMAN et al., 2002).

O pH venoso verificado ao final do teste de exercício apresentou diminuição significativa. Em repouso foram observados valores de $7,40 \pm 0,01$ enquanto que ao fim dos testes de exercício foram aferidos valores de $7,26 \pm 0,09$ em esteira, e $7,30 \pm 0,04$ a campo. Valores similares foram observados por Miranda (2014), realizando teste incremental de velocidade até fadiga em equinos iniciantes de CCE, observando que os valores médios do pH antes e após o exercício variaram de $7,40 \pm 0,03$ em repouso para $7,26 \pm 0,06$ após o teste de esforço físico. Em concordância com o presente estudo, Foreman et al. (2002) avaliaram equinos em diferentes níveis de competição de CCE e reportaram redução significativa do pH do sangue venoso após exercício, de $7,39 \pm 7,33$ antes do exercício, para $7,33 \pm 0,02$ após o exercício, em equinos competindo em nível iniciante, e de $7,40 \pm 0,01$ para $7,37 \pm 0,01$ em equinos competindo em nível intermediário.

Durante exercício intenso as concentrações de bicarbonato e lactato são inversamente proporcionais (CARLSON, 1995), conforme observado no presente estudo, no qual foi observada correlação negativa entre a concentração plasmática de lactato e o HCO_3^- em teste em esteira ($r = -0,658$) e em teste a campo ($r = -0,571$). Isso provavelmente ocorre em razão do processo de tamponamento dos prótons pelo bicarbonato (CARLSON, 1995).

Os valores médios de HCO_3^- observados após o exercício apresentaram diminuição significativa entre o repouso ($31,39 \pm 2,93$ mmol/L) e o final dos testes de exercício, tanto em esteira ($25,71 \pm 4,43$ mmol/L) como a campo ($26,88 \pm 2,67$ mmol/L).

Ferraz et al. (2010), avaliando equinos de polo de elite, observaram diminuição significativa dos valores do HCO_3^- juntamente com diminuição significativa do pH do sangue venoso, reportando valores de $13,00 \pm 0,39$ mmol/L e $7,15 \pm 0,04$, para as duas variáveis

respectivamente. Esta observação, juntamente com os valores médios da concentração do lactato após exercício, nestes equinos, de $18,7 \pm 5,36$ mmol/L, denota que o exercício realizado durante este estudo foi de alta intensidade, com marcante contribuição da via glicolítica para suprimento das demandas energéticas, resultando em acidose metabólica (FERRAZ et al., 2010). No presente estudo os valores médios da concentração do lactato plasmático observados após o exercício foram de $9,42 \pm 4,2$ mmol/L nos testes em esteira e $6,86 \pm 2,56$ mmol/L nos testes a campo. Levando-se em consideração as diferenças em magnitude dos valores médios da concentração de lactato ao final do exercício, pode-se dizer que a intensidade do exercício realizada pelos equinos no estudo de Ferraz et al. (2010) foi maior do que a intensidade do exercício realizada neste estudo (SLOET Van OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN & BARNEVELD, 1995), resultando, portanto, em valores mais baixos de bicarbonato.

No presente estudo foi observado aumento significativo da pressão parcial do CO_2 ao final do exercício tanto nos testes em esteira com inclinação de 3,3%, quanto a campo. O aumento da pCO_2 observada provavelmente resulta do aumento da produção muscular de CO_2 (AINSWORTH, 2008).

Segundo Bayly et al. (1989), os equinos apresentam hipercapnia em exercícios de intensidade próxima a 85% do $\text{VO}_{2\text{max}}$. Durante o galope os equinos obedecem ao acoplamento respiratório-locomotor, resultando em inspirações e expirações demasiado curtas para promover adequada ventilação alveolar, além de aumento da velocidade do fluxo sanguíneo na artéria pulmonar, diminuindo o tempo de transito das hemácias nos capilares, levando à oxigenação inadequada do sangue arterial (POOLE, 2012). Também, em exercícios de intensidade próxima ao $\text{VO}_{2\text{max}}$, as pressões inspiratórias e expiratórias continuam a se elevar estimuladas, pela hipoxemia e hipercapnia, aumentando o esforço respiratório apesar do platô do volume corrente, levando a colapso dinâmico das vias aéreas (BAYLY et al., 1999).

Conforme observado por Katz et al. (2005), ao contrário dos equinos, os pôneis não apresentam hipoxemia nem hipercapnia, além de apresentaram FR até 25% superiores durante exercício máximo. Enquanto atletas de menor capacidade física, os pôneis podem melhor adequar a sua resposta ventilatória à demanda metabólica de maneira a utilizarem menos O_2 e produzirem menos CO_2 durante exercício extenuante. Os pôneis, por razão da sua superior capacidade ventilatória podem compensar possíveis limitações de difusão através do aumento da pressão arterial de O_2 .

No presente estudo os valores de pO_2 aumentaram ao fim dos testes, em decorrência da aumentada demanda metabólica. O pO_2 dos equinos em repouso foi de $33,67 \pm 3,85$ mmHg, enquanto que $41,80 \pm 6,82$ mmHg foram observados ao final dos testes em esteira e $39,93 \pm 5,05$ mmHg dos testes a campo. Os valores de sO_2 não apresentaram variação significativa entre os momentos do teste.

Segundo Kingston & Bayly (1998) as alterações nas concentrações plasmáticas de eletrólitos ocorrem parcialmente como consequência da elevação do hematócrito e das concentrações das proteínas plasmáticas totais. De acordo com Bayly et al. (2006), estudando a importância das hemácias nas alterações eletrolíticas observadas em decorrência do exercício, reportaram que juntamente com a diminuição do pH arterial e venoso, e o aumento do pCO_2 arterial e venoso, houve a elevação da concentração de lactato (Lac^-), K^+ , Na^+ e Cl^- , quando aferidos no plasma; a elevação da concentração de Lac^- e K^+ , quando aferido no sangue total; e a elevação da concentração de Lac^- , K^+ , Na^+ e Cl^- , quando aferidos nas hemácias. Desta forma o aumento do hematócrito fornece espaço adicional para a distribuição de íons, principalmente do Lac^- e do K^+ , e modula os efeitos do CO_2 e do Lac^- liberados da

musculatura. As hemácias também captam Lac^- e Cl^- , entre outros íons, modulando o pH do plasma. Estas adaptações devem ser vantajosas durante exercício extenuante, uma vez que, teoricamente, podem retardar o aparecimento da fadiga, atribuída à diminuição do pH intramuscular.

No presente estudo foram observados aumentos significativos nos valores médios do Na^- e do K^+ . Em repouso estas variáveis apresentaram valores de $136,87 \pm 0,92$ e $3,80 \pm 0,23$ mmol/L, respectivamente. Após o exercício, os valores de Na^- e do K^+ observados foram de $140,60 \pm 1,92$ e $4,93 \pm 1,45$ mmol/L, nos testes em esteira e $141,40 \pm 1,30$ e $5,37 \pm 0,39$ mmol/L, nos testes a campo.

Aguilera-Tejero (2000), avaliando equinos após competição de salto, observaram que os valores médios de Na^- e do K^+ aumentaram após o exercício e apresentaram valores bastante similares aos do presente estudo, de $137,6 \pm 0,4$ e $4,6 \pm 0,1$ mEq/L, respectivamente. Da mesma forma, Carlson (1995) observou aumento da concentração venosa dos íons potássio e sódio após o exercício de característica máxima, observando valores maiores de Na^- e do K^+ , de $150,3 \pm 2,4$ e $7,9 \pm 1,1$ mmol/L, do que os observados no presente experimento, provavelmente devido a maior intensidade do exercício realizado. Vale lembrar que o aumento plasmático do K se dá pela diminuição do K intracelular removidos da célula muscular para o meio extracelular (LINDINGER, 2014).

Segundo Carlson (2005) o comportamento do íon cloro é de difícil previsão, mesmo em exercícios máximos, já havendo sido reportado na literatura aumentos e diminuição. Os valores médios do Cl^- observados no presente estudo, não apresentaram diferença estatística entre os momentos. Silva et al. (2009) avaliando exercício máximo e submáximo em equinos não treinados, reportaram que após o exercício estes valores permaneceram inalterados. Usualmente a diminuição dos valores plasmáticos do íon Cl está relacionado à alta taxa de eliminação pelo suor durante exercícios de característica submáxima de longa duração (LINDINGER, 2014).

Os valores médios do cálcio ionizado apresentaram diminuição imediatamente ao final do exercício, passando de $1,78 \pm 0,04$, durante repouso, para $1,54 \pm 0,07$ e $1,55 \pm 0,06$ mEq/L ao fim do teste em esteira e a campo, respectivamente. Estes achados encontram-se em concordância com Silva et al. (2009), que observaram diminuição do iCa apesar de os valores reportaram, de $1,12 \pm 0,09$ antes e $1,07 \pm 0,02$ ao fim do exercício, serem menores do que os aferidos neste estudo. Segundo White (1998), as diminuições do cálcio ionizado durante exercícios intensos podem estar relacionadas a perdas de cálcio através do suor, ao desvio do cálcio do sangue para os músculos em contração, ao desvio do cálcio do sangue para as hemácias ou à ligação do cálcio com proteínas do plasma.

O “anion gap” no presente estudo apresentou-se aumentado ao final do teste de exercício em esteira ($28,14 \pm 8,51$) e a campo ($28,19 \pm 9,45$), quando comparado com os valores de repouso ($13,70 \pm 10,11$). Em concordância com Oliveira et al. (2014) e com a observação da diminuição do pH, do bicarbonato e do TCO_2 , caracteriza a acidose metabólica. Silva et al. (2009) reportaram a elevação do “anion gap” durante exercício de caráter máximo, de valores de repouso de $14,27 \pm 0,89$, para valores ao fim do exercício de $20,6 \pm 0,02$, e atribuíram esta diminuição à diminuição dos valores do bicarbonato por razão do tamponamento do ácido láctico.

Segundo Bayly et al. (2006), durante exercícios moderados a intensos os fatores que alteram o DIF plasmático são os aumentos nas concentrações de K^+ e de Na^- , mas principalmente os aumentos das concentrações de lactato. Estudando alterações durante exercício até fadiga, os autores reportaram diminuição significativa da DIF, principalmente a aferida em sangue venoso, com valores que variam de $43,6 \pm 1,5$ em repouso, para $39,6 \pm 1,6$

mmol/L, e observaram que a principal causa desta diminuição foi o importante aumento do lactato.

Os valores médios da DIF no presente experimento não apresentaram alteração significativa entre as coletas em repouso, ao final do teste e dez minutos após o fim do teste. Pode-se observar que, apesar das elevações nos íons sódio e potássio, a magnitude da elevação das concentrações do lactato plasmático, ao fim dos testes de exercício é inferior a valores citados em parte da literatura (CARLSON, 1995; GOMIDE et al., 2006; Van ERCK et al., 2007; FERRAZ et al., 2010; FORTIER et al., 2015). Especula-se que esta diferença possa estar relacionada às diferenças de raça, idade e modalidade atlética desempenhada pelos animais, mas também por marcante heterogeneidade entre os equinos deste grupo experimental, seja no nível de treinamento ou do potencial atlético. Conforme reportado por Carlson (1995) os valores da DIF arterial sofreram maior alteração ao final do exercício do que os valores de DIF aferidos a partir de sangue venoso, que não apresentaram alteração significativa.

Segundo Carlson (1995) o comportamento da variável Excesso de base (BE) acompanha o comportamento do íon bicarbonato. No presente estudo o BE diminuiu ao final do exercício, juntamente com a diminuição do bicarbonato. A diminuição da BE foi reportada por Silva et al. (2009) que observaram valores de repouso e após teste de exercício máximo de $3,45 \pm 0,62$ e $-2,1 \pm 0,04$, respectivamente, com diminuição dos valores do íon bicarbonato. Nos testes de intensidade submáxima, foram observados valores de $4,09 \pm 0,17$ e $5,09 \pm 0,26$, para os mesmos momentos e aumento dos valores do íon bicarbonato.

Segundo White (1989), a dissipação das concentrações plasmáticas de lactato, a restauração dos volumes plasmáticos e a ventilação observadas durante o período de recuperação após o exercício, restauram a acidose metabólica decorrente do exercício da fase do “cross country” em equinos de CCE. Dez minutos após o fim dos testes de exercício, foram observadas principalmente alterações relativas às compensações fisiológicas visando o retorno aos parâmetros hematológicos de repouso.

O lactato plasmático apresentou redução significativa, estimada em cerca de 50%, apresentando valores de 5,96 e 3,86 mmol/L nos testes em esteira e a campo respectivamente, quando comparado aos valores observados ao final do exercício. Foi observado incremento nos valores de BE, sem que, no entanto, regressassem aos valores de repouso.

O pH, as concentrações dos íons sódio e potássio retornaram a valores similares aos observados durante repouso.

Os valores do íon bicarbonato continuaram significativamente menores aos 10 minutos após o fim do teste de exercício. Similar ao observado no presente estudo, Carlson (1996) observaram valores médios de íon bicarbonato durante a recuperação após exercício máximo. Ferraz et al. (2010) observaram que os valores de HCO_3^- retornaram aos valores basais seis horas após o final do exercício.

Os valores de pCO_2 e TCO_2 apresentaram redução significativa, regressando às proximidades dos valores aferidos em repouso.

Imediatamente após o fim do galope, quando o acoplamento respiratório-locomotor não é mais obrigatório, os equinos realizam hiperventilação, com consequente aumento da ventilação alveolar, resultando em hiperoxemia e hipocapnia (ART et al., 1990). A acidose metabólica resultante do exercício pode ser considerada como um dos mecanismos estimulantes deste aumento de ventilação, levando a uma alcalose respiratória compensatória, ou ainda, a necessidade de termorregulação após o exercício levando a um aumento da frequência respiratória (LEKEUX et al., 2014). Em concordância, Curtis et al. (2006), avaliando a estratégia respiratória dos equinos após exercício até fadiga, reportaram que nos

10 segundos que sucediam a parada do exercício foram aferidos os mais altos valores de VT de todo o teste de exercício.

Os valores da pressão parcial do O₂, aferidos 10 minutos após o fim do teste de exercício, apresentaram aumento significativo quando comparados aos valores de repouso e aos valores obtidos ao final do teste de exercício. Ao final do teste de exercício foram observados valores de 41,80±6,82 e 39,93±5,05 mmHg, em esteira e a campo respectivamente. Após dez minutos os valores aferidos foram 57,67±8,27 e 44,53±4,88mmHg, Segundo Gerard et al. (2014), ao final do exercício o consumo do oxigênio continua acima dos valores basais, com o objetivo de restaurar as reservas de fosfato de creatina, realizar oxidação de parte do lactato acumulado durante o exercício, realizar a ressíntese do glicogênio, entre outros.

Os valores médios das concentrações séricas das enzimas aspartato aminotransferase (AST), creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) foram aferidas com o intuito de observar suas possíveis alterações decorrentes de afecções musculares ou metabólicas resultantes dos testes de exercício. As diferenças das concentrações séricas destas enzimas verificadas antes, após os testes de exercício e durante o período de recuperação, são esperadas e apresentam-se dentro dos parâmetros normais destas variáveis relacionadas ao exercício. As concentrações das enzimas AST e CK não variaram em função dos testes. Os valores médios da enzima LDH nos testes a campo foram significativamente maiores que os observados nos testes em esteira.

A glicólise anaeróbica, utilizada para a produção de energia quando as demandas metabólicas não mais são atendidas somente pelo metabolismo do oxigênio, tem como produto final o piruvato, que em ausência de oxigênio é transformado em lactato pela ação da enzima lactato desidrogenase (LDH) (NEWSHOLME & LEECH, 1983). Cabe atentar que a atividade da LDH refere-se à soma de cinco isoenzimas observadas no fígado, nos músculos, nos eritrócitos, nas células intestinais e no tecido renal. Desta forma, as elevações da LDH não são especificamente provenientes da musculatura, a menos que as concentrações das isoenzimas sejam determinadas (THOMASSIAN et al., 2007).

5 CONCLUSÕES

A ergoespirometria realizada durante testes de exercício incremental de velocidade em protocolo contínuo em esteira de alta velocidade e a campo foi eficaz na aferição de variáveis ventilatórias e respiratórias e perfeitamente exequível.

As diferenças observadas na concentração de lactato plasmático e nas variáveis ventilatórias nos testes a campo devem-se, provavelmente, às condições locais nas quais foram realizados os testes a campo. A velocidade máxima utilizada nos testes a campo não foi suficiente para possibilitar a observação do VO_{2max} . Desta forma, observa-se a necessidade de melhor adequar o local para a realização dos testes a campo.

As variáveis FC, V_{200} , VO_2 e VCO_2 observadas nos testes em esteira de alta velocidade e a campo não apresentaram diferenças significativa entre testes, demonstrando que os testes envolveram a mesma demanda metabólica aeróbica e são, portanto equiparáveis.

A avaliação através da hemogasometria permitiu observação do equilíbrio ácido-base durante os testes, evidenciando, conforme esperado, a acidose metabólica decorrente do exercício executado e sua posterior compensação.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A. M. **Biometria e locomoção de equinos da raça Brasileiro de Hipismo**. 2015. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- AGUILERA-TEJERO, E.; ESTEPA, J. C.; LOPEZ, I.; BAS, S.; MAYER-VALOR, R.; RODRIGUEZ, M. Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. **Research in Veterinary Science**, v.68, n.2, p.103-108, 2000.
- ASSENZA, A., BERGERO, D.; CONGIU, F.; TOSTO, F.; GIANNETTO, C.; PICCIONE, G. Evaluation of serum electrolytes and blood lactate concentration during repeated maximal exercise in horse. **Journal of Equine Veterinary Science**, n.34, p.1175-1180, 2014.
- AINSWORTH, D.M. Lower airway function: response 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: Ed. Elsevier. p.193-209, 2008.
- ART, T.; ANDERSON, L.; WOAKES, A. J.; ROBERTS, C.; BUTLER, P. J.; SNOW, D. H.; LEKEUX, P. Mechanics of breathing during strenuous exercise in thoroughbred horses. **Respiratory Physiology**, v.82, n. 3, p.279-294, 1990.
- ART, T.; LEKEUX, P. Exercise induced adjustments to stressful conditions in sport horses. **Livestock production**, v.92, n.2, p.101-111, 2005.
- ART, T.; BAYLY, W. M. Lower airway function: response to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR, R. J.; KANEPS, A. J. In: **Equine Sports Medicine and Surgery: Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete**. Ed. Elsevier Health Services, p. 587- 603, 2014.
- ART, T.; DUVIVIER, D. H.; Van ERCK E., DE MOFFARTS, D.; VOTION, D.; BEDORET, D.; LEJEUNE, J. P.; LEKEUX, P.; SERTEYN, D. Validation of a portable equine metabolic measurement system. **Equine Exercise Physiology 7. Equine Veterinary Journal**, v.38, Suppl. 36, p.557-561, 2006.
- AZEVEDO, J. F. **Testes de Esforço Progressivo e Testes do Lactato Mínimo, a campo e em esteira de alta velocidade, em equinos de Concurso Completo de Equitação**. 2012. 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- BABUSCI, M.; LÓPEZ, E. Sistema cardiovascular. In: BOFFI, F. M. **Fisiologia del Ejercicio en Equinos**. Buenos Aires: Ed Inter-Médica, p. 123-132, 2007.
- BARREY, E.; GALLOUX, P.; VALETTE, J. P.; AUVINET, B.; WOLTER, R. Stride characteristics of over ground versus treadmill locomotion in the saddle. **Acta Anatomica**, v.146, n.2-3, p.90-94, 1993.
- BAYLY, W. M.; SCHULTZ, D. A.; HOGDSON, D. R.; GOLLNICK, P. D. Ventilatory responses of the horse to exercise: effect of gas collection systems. **Journal of Applied Physiology**, v.63, n. 3, p.1210-1217, 1987.

- BAYLY, W. M.; SCHOTT II, H.; SLOCOMBE, R. Ventilatory responses of horses to prolonged submaximal exercise. **Equine Veterinary Journal**, v.27, n.S18, p. 23-28, 1995.
- BAYLY, W. M., HODGSON, D. R., SCHULZ, D. A., DEMPSEY, J. A., GOLLNICK, P. D. Exercise-induced hypercapnia in the horse. **Journal of Applied Physiology**, v .67, n. 5, p.1958-66, 1989.
- BAYLY, W. M., REDMAN, M. J.; SIDES, R. H. Effect of breathing frequency and airflow on pulmonary function in high-intensity equine exercise. *Equine Exercise Physiology*. **Equine Veterinary Journal**, v.42, Suppl. 08 p.19-23, 1999.
- BAYLY, W. M.; KINGSTON, J. K.; BROWN, J. A.; KEEGAN, R. D.; GREENE, S. A.; SIDES, R. H. Changes in arterial, mixed venous and intraerythrocytic concentrations of ions in supramaximally exercised horses. **Equine Veterinary Journal**, Suppl.36, p.294-297, 2006.
- BAYLY, W. M.; KLINE, K. A. Hematología y bioquímica. In: BOFFI, F. M. **Fisiología del Ejercicio en Equinos**. Buenos Aires: Ed Inter-Médica, p. 3-13, 2007.
- BRAMBLER, D. M.; CARRIER, D. T. Running and breathing in mammals. **Science**, v. 219, n. 4582, p. 251-256, 1983.
- BUTLER, P.J.; WOAKES, A.J.; ANDERSON,L.S.; ROBERTS, C.A.; MARLIN, D.J. Stride length and respiratory tidal volume in exercising thoroughbred horses. **Respiration Physiology**, 93, p. 51-56, 1993.
- CAPUTO, F.; OLIVEIRA, M.F.M.; GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Exercício aeróbio: Aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.11, n.1, p.94-102, 2009.
- CARLSON, G. P. Interrelationships between fluid, electrolyte and acid-base balance during maximal exercise. **Equine Veterinary Journal**, v.18, p. 261- 265, 1995.
- CASTEJÓN, F. M. **La Fisiología del ejercicio en el caballo. Revisión histórica, actualidad y perspectivas de futuro**. Espanha, 2008. Disponível em: <<http://jinetesderaid.es/2008/ponencias/Fisiolog.pdf>> Acesso em: 10/08/12
- CASTEJÓN, F.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R.; TOVAR, P.; TRIGO, P.; AGÜERA, Y.S. Valoración ergométrica y muscular en cinta rolante. In: **Valoración morfofuncional en el plan de mejora del pura raza español-caballo andaluz**. Ed. Junta de Andalucía. Ministerio de Educación y Cultura. p. 100-112, 1995a.
- CASTEJÓN, F.; RUBIO, E.I.; AGÜERA, S.; ESCRIBANO, B.M.; REQUENA, F.; VIVO, R. Respuesta hematológica y plasmática al ejercicio en cinta rodante. In: **Valoración morfofuncional en el plan de mejora del pura raza español-caballo andaluz**. Ed. Junta de Andalucía. Ministerio de Educación y Cultura. p.100-112, 1995b.
- CASTEJÓN-RIBER, C; MUÑOZ, A.; TRIGO, P; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R.; CASTEJÓN, F. Comparative ergoespirometric adaptations to a treadmill exercise test in untrained show Andalusian and Arabian horses. **Veterinary Research Communications**, v. 36, p. 41-46, 2012.
- CITTAR, J. S. Conceptos Basicos: Sistema Respiratorio. In: BOFFI, F. M. **Fisiología del Ejercicio en Equinos**. Buenos Aires: Ed Inter-Médica, p. 41 - 60, 2007.

- COTTIN, F.; METAYER, N.; GOACHET, A. G.; JULLIAND, V.; SLAWINSKI, J. BILLAT, V.; BARREY, E. Oxygen consumption and gait variables of Arabian endurance horses measured during field exercise test. **Equine Veterinary Journal**, v.42, Suppl. 38 p.1-5, 2010.
- COUROUCÉ, A.; CHATARD, J. C.; AUVINET, B. Estimation of performance potential of Standardbred trotters from blood lactate concentration measured in field conditions. **Equine Veterinary Journal**, v.29, n. 5 p.365-369, 1997.
- COUROUCÉ, A. Field Exercise Testing for Assessing Fitness in French Standardbred Trotters. **The Veterinary Journal**, v. 157, n. 2, p. 112-122, 1999.
- COUROUCÉ, A.; CORDE, R.; VALETTE, J. P.; CASSIAT, G.; HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. Comparison of some responses to exercise on the track and the treadmill in French Trotters: determination of the optimal treadmill incline. **The Veterinary Journal**, v.159, n.1, p.57-63, 2000.
- COUROUCÉ, A.; CHRETIEN, M.; VALETTE, J. P. Physiological variables measured under field conditions according to age and state of training in French Trotters. **Equine Veterinary Journal**, v.34, p.91-97, 2002.
- CUNILLERAS, E. J.; McKEEVER, K. H. Body fluids and electrolytes: responses to exercise and training In: Hinchcliff, K.; Kaneps, A.; Geor, R. **Equine Sports Medicine and Surgery: Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete**, 2nd Edition, Ed. Elsevier, pp.837-854, 2014.
- CURTIS, R. A.; KUSANO, K.; EVANS, D. L. Observations on respiratory flow strategies during and after intense treadmill exercise to fatigue in Thoroughbred racehorses. **Equine Veterinary Journal**, v. 38, n. S36, p. 567-572, 2006.
- EATON, M. D. Energetics and performance. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Ed. WB Saunders, p. 49-61, 1994.
- EVANS, D. L. Oxygen uptake and respiratory physiology: responses to exercise and training. In: **Simpósio de Fisiologia do Exercício em Equinos**, 1. São Paulo, Anais...Universidade de São Paulo, São Paulo, p.7-10, 2009.
- EVANS, D. L. Physiology of equine performance and associated tests of function. **Equine Veterinary Journal**, v.39, n.4, p.373-383, 2007.
- EVANS, D. L. **Training and fitness in athletic horses**. A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation. RIRDC, 2000. 64 p.
- EVANS, D. L.; ROSE, R. J. Cardiovascular and respiratory responses to submaximal exercise training in the thoroughbred horse. **European Journal of Physiology**, v. 411, n. 3, p. 316-321, 1988.
- FEI- Fédération Equestre Internationale. **Rules for Eventing**. Switzerland. 2012. Disponível em: < <http://www.fei.org/fei/disc/eventing> > Acesso em: 21/09/2014
- FERRAZ, G. C.; D'ANGELIS, F. H. F.; TEIXEIRA-NETO, A. R.; FREITAS, E. V. V.; LACERDA-NETO, J. C.; QUEIROZ-NETO, A. Blood lactate threshold reflects glucose responses in horses submitted to incremental exercise test. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.256-259, 2008.

- FERRAZ, G. C.; SOARES, O. A. B.; FOZ, N. S. B.; PEREIRA, M. C.; QUEIROZ-NETO, A. The workload and plasma ion concentration in a training session of high-goal (elite) polo pôneis. **Equine Veterinary Journal**, v.42, Suppl. 38, p.191-195, 2010.
- FOREMAN, J. H.; WALDSMITH, J. K.; LALUM, R. B. Physical, acid-base and electrolyte changes in horses competing in Training, Preliminary and Intermediate horse trials. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v.1, n.2, p.99-105, 2004.
- FORTIER, J.; GOACHET, A. G.; JULLIAND, V.; DELEY, G. Effect of two field incremental tests on cardiorespiratory responses in Standardbred trotters. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.99, n.2, p. 244-250, 2015.
- FRAIPONT, A.; Van ERCK, E.; RAMERY, E.; FORTIER, G.; LEKEUX, P.; ART, T. Assessing fitness in endurance horses. **Canadian Veterinary Journal**, v.53, n.3, p. 311-314, 2012.
- FRANKLIN, S. H.; Van ERCK-VESTERGREN, E.; BAYLY, W. M. Respiratory responses to exercise in horses. **Equine Veterinary Journal**, v.44, n.6, p.726-732, 2012.
- GARCIA, T. R. **Digestibilidade dos nutrientes da dieta e desempenho físico de éguas mangalarga marchador suplementadas com *Saccharomyces cerevisiae* durante treinamento**. 2012. 67p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG, 2012.
- GARCIA, T. R.; REZENDE, A. S. C.; TRIGO, P.; SANTIAGO, J. M.; ALMEIDA, F. Q.; TERRA, R. A.; FONSECA, M. G.; CASTEJÓN F. Effects of supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* and aerobic training on physical performance of Mangalarga Marchador. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 1, p.22-26, 2015.
- GEOR, R. J. New methods for assessing substrate utilization in horses during exercise. In: **Advances in Equine Nutrition II**. Ed. Pagan, J.D. and Geor, R. J. Nottingham University Press, Nottingham, p. 73-86, 2001.
- GERARD, M. P.; GRAAF-ROELFSEMA E. D.; HOGDSON, D. R.; VAN DER KOLK, J. H. Energetics considerations of exercise. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Ed. WB Saunders, p. 19-33, 2014.
- GOACHET, A.G; FORTIER, J.; ASSADI, H.; LEPERS, R. The use of equine K4b2 during incremental field exercise tests in driven Standardbred trotters: a preliminary study. In: **Applied Equine Nutrition and Training**. Ed. Lindner, A. p.221-227, 2011.
- GOACHET, A. G.; JULLIAND, V. Implementation of field cardio-respiratory measurements to access energy expenditure in Arabian endurance horses. **Animal**, p. 1-6 , 2014.
- GOMIDE, L. M. W. G.; MARTINS, C. B.; OROZCO, C. A. G.; SAMPAIO, R. C. L.; BELLI, T.; BALDISSERA, W.; LACERDA NETO, J. C. Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.509-513, 2006.
- GRAMKOW, H. L.; EVANS, D. L. Correlation of race earnings with velocity at maximal heart rate during a field exercise test in Thoroughbred racehorses. **Equine Veterinary Journal**, v.40, Suppl. 36, p.118-122, 2006.

- HANAK, J.; JAHN, P.; KABE, R.; SEDLINSKA, M.; IERT, Z.; MEZEROVA, J.; CHVATAL, O. A field study of oxygen consumption and estimated energy expenditure in the exercising horse. **Acta Veterinaria Brno**, v.70, n.2, p.133-139, 2001.
- HOGDSON, D. R.; DAVIS, R. E.; McCONAGHY, F. F. Thermoregulation in the horse in response to exercise. **British Veterinary Journal**, v.150, n. 3, p.219-235, 1994.
- HOLCOMBE, S. J. Pulmonary function in racehorses. In: **Annual Resort Symposium of American Association of Equine Practitioners 8**, 2006. Rome-Italy, Proceedings...AAEP, 2006.
- HOLLMANN, W.; PRINZ, J. P. Ergospirometry and its History. **Sports Medicine**, v. 23, n. 2, p.93-105, 1997.
- JENKINSON D. M.; ELDERAND H. Y.; BOVELL, D. L. Equine sweating and anhidrosis Part 1 – equine sweating. **Veterinary Dermatology**, vol. 17, n. 6, p. 361–392, 2006.
- KATZ, L. M.; M BAYLY, W. M.; HINES, M. T.; SIDES, R. H. Ventilatory responses of ponies and horses to exercise. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v. 2, n. 04, p. 229-240, 2005.
- KINGSTON, J. K.; BAYLY, W. M. Effect of exercise on acid-base status of horses. **The Veterinary clinics of North America. Equine practice**, v. 14, n. 1, p. 61-73, 1998.
- LAFORTUNA, C. L.; SAIBENE, F.; ALBERTINI, M.; CLEMENT, M. G. The regulation of respiratory resistance in exercising horses. **European Journal of Applied Physiology**, v. 90, n. 3-4, p. 396-404, 2003.
- LEKEUX, P.; ART, T.; HOGDSON, D. R. The Respiratory System: Anatomy, Physiology, and Adaptations do Exercise and Training. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Ed. WB Saunders, p. 125-154, 2014.
- LELEU, C.; COTREL, C. Body composition in Young Standardbreds in training: relationships to body condition score, physiological and locomotor variables during exercise. **Equine Veterinary Journal**, v.40, Suppl. 36, p.98-101, 2006.
- LIMA, R. A. S.; SHIROTA, R.; BARROS, G. S. C. **Estudo do complexo do Agronegócio do cavalo**. Piracicaba: CEPEA/ESALQ/USP, 2006. 251p.
- LINDINGER, M. I.; McKEEN, G.; ECKER, G. L. Time course and magnitude of changes in total body water, extracellular fluid volume, intracellular fluid volume and plasma volume during submaximal exercise and recovery in horses. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v.1, n.2, p.131-139, 2004.
- LINDINGER, M. I. Acid-base physiology at rest, during exercise and in response to training. In: Hinchcliff, K.; Kaneps, A.; Geor, R. **Equine Sports Medicine and Surgery: Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete**, 2nd Edition, Ed. Elsevier, pp.855-880, 2014.
- LINDINGER, M. I.; ECKER, G. L. Ion and water losses from body fluids during a 163 km endurance ride. **Equine Veterinary Journal**, v.27, Suppl. 18, p.314-322, 1995.
- LINDNER, A. Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of sport horses in practice. **Revue de Médecine Vétérinaire**, v. 151, n. 7, p. 611-618, 2000.
- LINDNER, A. E. Relationships between racing times of Standardbreds and V4 and V200. **Journal of Animal Science**, v.88, p.950-954, 2010a.

- LINDNER, A. E. Maximal lactate steady state during exercise in blood of horses. **Journal of Animal Science**, v.88, p.2038-2044, 2010b.
- LINDNER, A. E.; BOFFI, F. M. Pruebas de ejercicio. In: BOFFI, F. M. **Fisiologia del Ejercicio en Equinos**. Buenos Aires: Ed Inter-Médica, p. 41-60, 2007.
- MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasil. 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/equideos>> Acesso em: 07/06/2014
- MARLIN, D. J.; HARRIS, P. A.; SCHROTER, R.C.; HARRIS, R. C.; ROBERTS, C. A.; SCOTT, C. M.; ORME, C. E.; DUNNETT, M.; DYSON, S. J.; BARRELET, F.; WILLIAMS, B.; MARR, C. M.; CASAS, I. Physiological, metabolic and biochemical responses of horses competing in the speed and endurance phase of a CCI**** 3-day-event. **Equine Veterinary Journal**, Supl.20, p.37-46, 1995.
- McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Transferência e energia humana durante o exercício. In: McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fundamentos da fisiologia do exercício**. Ed Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2002, p.122-139.
- McCUTCHEON, L. J.; GEOR, R. J. Thermoregulation in exercise associated heat illness. In: Hinchcliff, K.; Kaneps, A.; Geor, R. **Equine Sports Medicine and Surgery: Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete**, 2a Edição, Capítulo 41, Ed. Elsevier, pp.901-918, 2014.
- MCDONOUGH, P.; KINDIG C. A.; RAMSEL, C.; POOLE, D. C.; ERICKSON, H. H. The effect of treadmill incline on maximal oxygen uptake, gas exchange and the metabolic response to exercise in the horse. **Experimental physiology**, v. 87, n. 4, p. 499-506, 2002.
- McKEEVER, K. H.; LENHARD, R. A. Physiology of acid base balance and fluid shifts with exercise. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Ed. WB Saunders, p. 69-87, 2014.
- MILLER, M.R.; HANKINSON, J; BRUSASCO, V.; BURGOS, F.; CASABURI, R.; COATES, A.; CRAPO, R.; ENRIGHT, P.; VAN DER GRINTEN, C. P. M.; GUSTAFSSON, P.; JENSEN, R.; JOHNSON, D. C.; MACCINTIRE, N.; MCKAY, R.; NAVAJAS, D.; PEDERSEN, O. F.; PELLEGRINO, R.; VIEGI, G.; WANGER, J. Standardization of Spirometry. **European Respiratory Journal**, v.26, n.2, p.319-338, 2005.
- MIRANDA, A. C. T. **Avaliação de Parâmetros Fisiológicos e do Metabolismo Mitocondrial Muscular em Equinos de Concurso Completo de Equitação Submetidos a Exercício Intenso** 2014. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- MITCHELL, J. C.; SPROULE, B. J.; CHAPMAN, C. B. The physiological meaning of the maximal oxygen intake test. **Journal of Clinical Investigation**, v.37, n.4, p. 538-547, 1958.
- MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M. D.; VIVO, R.; AGÜERA, E. I.; ESCRIBANO, B. M.; CASTEJÓN, F. M. Functional evaluation indices in the Andalusian horse. **Journal of Veterinary Medicine Science**, v.59 p. 745-750, 1997.
- MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, M.; RUBIO, M. D.; RIBER, D.; AGÜERA, E. I.; CASTEJÓN, F. M. Relationship between slope of the plasma lactate accumulation curve and working capacity in andalusian horses. **Acta Veterinaria Brno**, v. 68, p. 41-50, 1999.

- MUNSTERS, C. C. B. M.; BROEK, J.; WEEREN, R.; SLOET VAN OLDURITENBORGH-OOOSTERBAAN, M. M. A prospective study on fitness, workload and reasons for premature training ends and temporary training breaks in two groups of riding horses. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 108, p. 199-208, 2013.
- MURIEL, M. Equilibrio hidroelectrolítico. In: BOFFI, F. M. **Fisiologia del Ejercicio en Equinos**. Buenos Aires: Ed Inter-Médica, p. 133-140, 2007.
- NEWSHOLME, E. A.; LEECH, A. R. Catabolism of Carbohydrates. In: NEWSHOLME, E. A.; LEECH, A. R. **Biochemistry for the Medical Sciences**. Ed. John Wiley and Sons, Chichester, Inglaterra, p. 167- 240. 1983.
- OLIVEIRA, C. A. A. **Proteína Dietética para Equinos**. 2013. 96p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- OLIVEIRA, C. A. A.; AZEVEDO, J. F.; MIRANDA, A. C. T.; SOUZA, B. G.; RAMOS, M. T.; COSTA, A. P. D.; BALDANI, C. D.; SILVA, V. P.; ALMEIDA, F. Q. Hematological and blood gas parameters' response to treadmill exercise test in eventing horses fed different protein levels. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.34, n.11-12, p. 1279-1285, 2014.
- POOLE, D.C. Current concepts of oxygen transport during exercise. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v.1, n.1, p.5-22, 2004.
- POOLE, D. C.; JONES, A. M. Oxygen uptake kinetics. **Comprehensive Physiology**, v. 2, p.933-996. 2012.
- 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: The science of exercise in the athletic horse**. Philadelphia: Ed. Elsevier. p. 248-273, 2008.
- RAMSEYER, A.; SIDES, R.; SLINKER, B.; EVANS, D.; BAYLY, W. Evaluation of a mask for breath-by-breath respirometry during exercise in horses. **Equine Veterinary Journal**, v.42, Supl.38, p.240-245, 2010.
- REECE, W. O. Respiração em Mamíferos. Em: **Dukes, Fisiologia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, p. 103-134, 2006.
- ROHDE, C. **Eventing**. British Equine Veterinary Association Congress, Manchester. Proceedings... British Equine Veterinary Association, United Kingdom. p.53, 2013.
- ROSE, R.J.; HODGSON, D.R. Clinical Exercise Testing. In: HODGSON, D. R. & ROSE, R. J. **The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Ed. WB Saunders, p. 388-392, 1994.
- ROSE, D. L.; EVANS, R. J. Cardiovascular and respiratory responses to submaximal exercise training in the thoroughbred horse. **European Journal of Physiology**, v. 411, n. 3, p.316-321, 1988.
- SANTIAGO, J. M. **Avaliação do treinamento de equinos de Concurso Completo de Equitação**. Seropédica, 2010. 116p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- SCHAEFFER, W. Training the Event Horse. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Ed. WB Saunders, p. 321-330, 2014.

- SERRANO, M. G.; EVANS, D. L.; HODGSON, J. L. Heart rate and blood lactate responses during exercise in preparation for eventing competition. *Equine Exercise Physiology* 6. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, Suppl.34, p.135-139, 2002.
- SEEHERRMAN H. J.; MORRIS, E. A. Application of a standardised treadmill exercise test for clinical evaluation of fitness in 10 Thoroughbred racehorses. **Equine Veterinary Journal**, v.22, n. 9, p. 26–34, 1990.
- SLOET VAN OLDURITENBORGH-OOOSTERBAAN, M. M.; BARNEVELD, A. Comparison of the workload of Dutch warmblood horses ridden normally and on a treadmill. **Veterinary Record**, v.137, n.6, p.136-139, 1995.
- 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, osmolalidade, 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**, v. 61, n. 5, p. 1021-1027, 2009.
- THOMASSIAN, A.; CARVALHO, F.; WATANABE, M. J.; SILVEIRA, V. F.; ALVES, A. L. G.; HUSSNI, C. A.; NICOLETTI, J. L. M. Atividades séricas da aspartato aminotransferase, creatinaquinase e lactato desidrogenase de equinos submetidos ao teste padrão de exercício progressivo em esteira. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 3, p. 183-190, 2007.
- VALETTE, J. P.; BARREY, E.; AUVINET, B.; GALLOUX, P.; WOLTER, R. Comparison of track and treadmill exercise tests in saddle horses: a preliminary report. **Annales du Zootechnie**, v.41, p.129-135, 1992.
- Van ERCK E.; SERTEYN, D.; ART, T. Evaluation of maximal oxygen consumption during field exercise test in Standardbred trotters. In: **International Conference on Equine Exercise Physiology**, 7, Fontainebleau. Proceedings..., 2006, France. p. 169, 2006.
- Van ERCK, E.; VOTION, D. M.; SERTEYN, D.; ART, T. Evaluation of oxygen consumption during field tests in Standardbred trotters. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v.4, n.1, p.43-49, 2007.
- VIU, J.; CUNILLERAS, E. J.; ARMENGOU, L.; CESARINI, C.; TARACÓN, I.; RIOS, J.; MONREAL, L. Acid-base imbalances during a 120 km endurance race compared by traditional and simplified strong ion difference methods. **Equine Veterinary Journal**, v.42, Suppl.38, p.76-82, 2010.
- VOTION, D. M.; COUDRON, I.; LEJEUNE, J. P.; Van Der HEYDEN, L.; ART, T.; Van ERCK, E.; SERTEYN, D. New perspective for field measurement of cardiorespiratory parameters in exercising horses. **Pferdeheilkunde**, v.22, n.5, p.619-624, 2006.
- VOTION, D. M.; NAVET, R.; LACOMBE, V. A.; SLUSE, F.; GUSTAVSSON, B. E.; HINTCHCLIFF, K. W.; RIVERO, J. L. L.; SERTEYN, D.; VALBERG, S. Muscle energetics in exercising horses. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v.4, n.3, p.15-118, 2007.

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**, Belo Horizonte, v. 58, p. 320-326, 2006

WATANABE, M. J.; SILVEIRA, V. F.; MACHADO, L. P.; YONEZAWA, L. A.; KOHOYAGAWA, A.; THOMASSIAN, A. Aplicação da espirometria durante teste padrão de exercício progressivo em esteira para avaliação da troca gasosa respiratória de equinos da raça árabe. **Archives of Veterinary Science**, v.14, n.1, p.17-24, 2009.

WHITE, S. L. Fluid, electrolyte, and acid-base balances in three-day, combined-training horses. **The Veterinary clinics of North America**. Equine practice, v. 14, n. 1, p. 137-145, 1998.

WICKLER, S. J.; HOYT, D. F.; COGGER, E. A.; MYERS, G. The energetics of the trot-gallop transition. **The Journal of Experimental Biology**, v.206, p.1557-1564, 2003.

WILLIAMSON, L.H.; ANDREWS, F. M.; MAYKUTH, P. L.; WHITE S. L.; GREEN, E. M. Biochemical changes in three-day event horses at the beginning, middle and end of Phase C and after Phase D. **Equine Veterinary Journal**, v. 28, Suppl.22, p.92-98, 1996.

YOUNG, S. I.; ALEXANDER, R. M. The synchronization of ventilation and locomotion in horses (*Equus caballus*). **The Journal of Experimental Biology**, v.166, p.19-31, 1992.

ANEXOS

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

1 – Variáveis sanguíneas

Procedimento = Teste de Lilliefors
 Objetivo = Teste para verificação de normalidade
 Parâmetro (01) = LAC8
 Parâmetro (02) = PPT
 Parâmetro (03) = HT
 Parâmetro (04) = GLI
 Parâmetro (05) = V200
 Parâmetro (06) = V160

Teste de Lilliefors

Variáveis	Valor Calculado	Valor (P=0.05)	Valor (P=0.01)
LAC8	0.1355	0.161	0.187
PPT	0.1634	0.161	0.187
HT	0.1386	0.161	0.187
GLI	0.1714	0.161	0.187
V200	0.1030	0.161	0.187
V160	0.0945	0.161	0.187

Procedimento = Testes de Cochran e Bartlett
 Objetivo = Teste homogeneidade de variâncias
 Parâmetro (01) = LAC8
 Parâmetro (02) = PPT
 Parâmetro (03) = HT
 Parâmetro (04) = GLI
 Parâmetro (05) = V200
 Parâmetro (06) = V160
 Efeito = TEST

Testes de COCHRAN e BARTLETT

Variáveis	Nome do Teste	Valor Calculado	Valor(P=0.05)	Valor(P=0.01)
LAC8	Cochran	0.6468	*****	*****
LAC8	Bartlett	1.2184	3.840	6.635
PPT	Cochran	0.5048	*****	*****
PPT	Bartlett	0.0013	3.840	6.635
HT	Cochran	0.5197	*****	*****
HT	Bartlett	0.0210	3.840	6.635
GLI	Cochran	0.6175	*****	*****
GLI	Bartlett	0.7685	3.840	6.635
V200	Cochran	0.5740	*****	*****
V200	Bartlett	0.2991	3.840	6.635
V160	Cochran	0.6895	*****	*****
V160	Bartlett	2.0966	3.840	6.635

Procedimento = Análise Não-paramétrica
 Dependentes = LAC8 PPT HT GLI V200 V160
 Independentes = TEST
 Teste de Wilcoxon

Variável=LAC8

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	5.45667	15
2	-----	6.85600	15
Valor do Teste = 1.88725			
Variância = 24.10913			
Significancia = 0.02957			

Variável=PPT

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	7.64000	15
2	-----	7.60667	15
Valor do Teste = 0.02086			
Variância = 574.52588			
Significancia = 0.49168			

Variável=HT

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	50.33333	15
2	-----	51.66667	15
Valor do Teste = 0.74987			
Variância = 576.20691			
Significancia = 0.22668			

Variável=GLI

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	91.80666	15
2	-----	77.24666	15
Valor do Teste = 1.94990			
Variância = 580.99139			
Significancia = 0.02560			

Variável=V200

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	8.82333	15
2	-----	8.78600	15
Valor do Teste = 0.45631			
Variância = 581.12067			
Significancia = 0.32409			

Variável=V160

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	5.70267	15
2	-----	5.60267	15
Valor do Teste = 0.39413			
Variância = 580.99139			
Significancia = 0.34675			

2 – Variáveis Ergoespirométricas

Variáveis	Mínimos	Máximos	Perdidos	Válidos
TEST	1.000000	2.000000	0	150
ANIM	1.000000	15.00000	0	150
MOM	1.000000	5.000000	0	150
FR	26.81512	121.2910	0	150
VT	3.891373	30.82219	0	150
VE	153.6544	2111.343	0	150
VEKG	307.3087	4398.631	0	150
FC	61.50000	213.8750	0	150
VO2	2.205560	63.86000	0	150
VO2KG	4.411120	126.6823	0	150
VCO2	2.827767	67.38000	0	150
VCO2KG	5.655533	133.2786	0	150
R	0.5014493	1.564685	0	150

Observações Gravadas... 150

Variáveis Totais..... 13

Valores Perdidos..... 0

Procedimento = Teste de Lilliefors

Objetivo = Teste para verificação de normalidade

Parâmetro (01) = FR

Parâmetro (02) = VT

Parâmetro (03) = VE

Parâmetro (04) = VEKG

Parâmetro (05) = FC

Parâmetro (06) = VO2

Parâmetro (07) = VO2KG

Parâmetro (08) = VCO2

Parâmetro (09) = VCO2KG

Parâmetro (10) = R

Teste de Lilliefors

Variáveis	Valor Calculado	Valor (P=0.05)	Valor (P=0.01)
FR	0.1590	0.072	0.084
VT	0.0779	0.072	0.084
VE	0.0961	0.072	0.084
VEKG	0.1027	0.072	0.084
FC	0.1187	0.072	0.084
VO2	0.1060	0.072	0.084
VO2KG	0.1063	0.072	0.084
VCO2	0.1016	0.072	0.084
VCO2KG	0.1006	0.072	0.084
R	0.0586	0.072	0.084

Procedimento = Testes de Cochran e Bartlett
 Objetivo = Teste homogeneidade de variâncias

Parâmetro (01) = FR
 Parâmetro (02) = VT
 Parâmetro (03) = VE
 Parâmetro (04) = VEKG
 Parâmetro (05) = FC
 Parâmetro (06) = VO2
 Parâmetro (07) = VO2KG
 Parâmetro (08) = VCO2
 Parâmetro (09) = VCO2KG
 Parâmetro (10) = R

Efeito = TEST

Testes de COCHRAN e BARTLETT

Variáveis	Nome do Teste	Valor Calculado	Valor(P=0.05)	Valor(P=0.01)
FR	Cochran	0.5710	*****	*****
FR	Bartlett	1.4980	3.840	6.635
VT	Cochran	0.6611	*****	*****
VT	Bartlett	8.0566	3.840	6.635
VE	Cochran	0.5879	*****	*****
VE	Bartlett	2.3080	3.840	6.635
VEKG	Cochran	0.5921	*****	*****
VEKG	Bartlett	2.5349	3.840	6.635
FC	Cochran	0.5022	*****	*****
FC	Bartlett	0.0015	3.840	6.635
VO2	Cochran	0.5484	*****	*****
VO2	Bartlett	0.6912	3.840	6.635
VO2KG	Cochran	0.5522	*****	*****
VO2KG	Bartlett	0.8056	3.840	6.635
VCO2	Cochran	0.5198	*****	*****
VCO2	Bartlett	0.1159	3.840	6.635
VCO2KG	Cochran	0.5321	*****	*****
VCO2KG	Bartlett	0.3044	3.840	6.635
R	Cochran	0.7605	*****	*****
R	Bartlett	23.2773	3.840	6.635

Procedimento = Arranjos Fatoriais

ANALISE EM PARCELAS SUBDIVIDIDAS

Objetivo = Análise de Variância para dados balanceados

Dependentes = FR VT VE VEKG FC VO2 VO2KG VCO2 VCO2KG R

Efeitos = MOM ANIM TEST

Valores Observados

TEST = 1 2

ANIM = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

MOM = 1 2 3 4 5

FR

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	149	99844.70			
Total de Redução	37	89952.52	2431.149	27.53	0.0000
TEST	1	3124.714	3124.714	4.77	0.0310
** ERRO(A) **	28	18328.16	654.5770		
MOM	4	67857.57	16964.39	192.07	0.0000
MOM*TEST	4	642.0736	160.5184	1.82	0.1304
Resíduo	112	9892.183	88.32307		

Número de Dados = 150

Média Geral = 81.209

Coef. de Variação = 11.573

Teste de Médias

Variável = FR (200.2291)

Interação MOM xTEST Comparações 5%

TEST	1	2	3	4	5
	44.15	59.51	85.70	95.45	101.04
1	D	C	B	AB	AB
	55.53	65.97	97.72	101.47	106.31
2	B	B	A	A	A

VT

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	149	3002.777			
Total de Redução	37	2517.156	68.03125	15.69	0.0000
TEST	1	216.7457	216.7457	6.51	0.0121
** ERRO(A) **	28	932.0478	33.28742		
MOM	4	1291.247	322.8117	74.45	0.0000
MOM*TEST	4	77.11603	19.27901	4.45	0.0023
Resíduo	112	485.6211	4.335903		

Número de Dados = 150

Média Geral = 15.054

Coef. de Variação = 13.832

Teste de Médias

Variável = VT (9.445526)

Interação MOM xTEST Comparações 5%

TEST	1	2	3	4	5
	8.96	17.39	17.68	18.24	18.81
1	B	A	A	A	A
	9.77	13.78	14.33	15.32	16.30
2	B	A	A	A	A

VE

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	149	0.3892073E+08			
Total de Redução	37	0.3770820E+08	1019140.	94.14	0.0000
TEST	1	177080.7	177080.7	2.14	0.1465
** ERRO(A) **	28	2319256.	82830.57		
MOM	4	0.3475749E+08	8689372.	802.63	0.0000
MOM*TEST	4	454374.6	113593.6	10.49	0.0000
Resíduo	112	1212531.	10826.17		

Número de Dados = 150
 Média Geral = 1231.9
 Coef. de Variação = 8.4465

Teste de Médias

Variável = VE (74416.09)
 Interação MOM xTEST Comparações 5%

TEST	1	2	3	4	5
	385.18	999.45	1434.14	1672.28	1847.72
1	D	C	B	AB	AB
	522.57	875.29	1364.14	1513.27	1713.66
2	D	C	B	AB	AB

VEKG

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	149	0.1539979E+09			
Total de Redução	37	0.1453282E+09	3927789.	50.74	0.0000
TEST	1	1987422.	1987422.	6.24	0.0140
** ERRO(A) **	28	8922914.	318675.5		
MOM	4	0.1321487E+09	0.3303719E+08	426.79	0.0000
MOM*TEST	4	2269106.	567276.4	7.33	0.0000
Resíduo	112	8669741.	77408.40		

Número de Dados = 150
 Média Geral = 2392.6
 Coef. de Variação = 11.628

Teste de Médias

Variável = VEKG (304566.2)
 Interação MOM xTEST Comparações 5%

TEST	1	2	3	4	5
	762.74	1968.65	2896.31	3292.73	3641.53
1	D	C	B	AB	AB
	969.59	1646.09	2670.13	2858.03	3234.22
2	C	B	A	A	A

FC

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	149	237342.6			
Total de Redução	37	229415.4	6200.417	87.60	0.0000
TEST	1	12.48343	12.48343	0.01	*****
** ERRO(A) **	28	28515.70	1018.418		
MOM	4	199808.3	49952.08	705.75	0.0000
MOM*TEST	4	1078.930	269.7325	3.81	0.0061
Resíduo	112	7927.212	70.77868		

Número de Dados = 150

Média Geral = 149.34

Coef. de Variação = 5.6336

Teste de Médias

Variável = VO2 (143.1316)

Interação MOM xTEST Comparações 5%

TEST	1	2	3	4	5
	7.73	17.18	32.37	37.46	47.17
1	C	C	B	AB	AB
	8.53	15.09	27.63	34.13	39.86
2	B	B	A	A	A

VO2

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	149	38144.86			
Total de Redução	37	32412.73	876.0197	17.12	0.0000
TEST	1	439.1725	439.1725	1.83	0.1787
** ERRO(A) **	28	6713.708	239.7753		
MOM	4	25013.51	6253.379	122.18	0.0000
MOM*TEST	4	246.3348	61.58370	1.20	0.3134
Resíduo	112	5732.128	51.17972		

Número de Dados = 150

Média Geral = 26.710

Coef. de Variação = 26.784

Teste de Médias

Variável = VO2 (143.1316)

Interação MOM xTEST Comparações 5%

TEST	1	2	3	4	5
	7.73	17.18	32.37	37.46	47.17
1	C	C	B	AB	AB
	8.53	15.09	27.63	34.13	39.86
2	B	B	A	A	A

VO2KG

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	149	149934.6			
Total de Redução	37	127311.5	3440.852	17.03	0.0000
TEST	1	1865.745	1865.745	1.92	0.1685
** ERRO(A) **	28	27198.53	971.3759		
MOM	4	97254.84	24313.71	120.37	0.0000
MOM*TEST	4	992.3969	248.0992	1.23	0.3029
Resíduo	112	22623.04	201.9914		

Número de Dados = 150
 Média Geral = 52.566
 Coef. de Variação = 27.037

Teste de Médias

Variável = VO2KG (529.4243)

Interação MOM xTEST Comparações 5%

TEST	1	2	3	4	5
	15.30	33.74	64.07	74.02	93.01
1	C	C	B	AB	AB
	16.53	29.61	54.18	66.97	78.30
2	C	C	B	AB	AB

VCO2

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	149	36456.22			
Total de Redução	37	30173.34	815.4958	14.54	0.0000
TEST	1	330.6838	330.6838	1.13	0.2893
** ERRO(A) **	28	8169.493	291.7676		
MOM	4	21453.58	5363.396	95.61	0.0000
MOM*TEST	4	219.5828	54.89569	0.98	*****
Resíduo	112	6282.879	56.09714		

Número de Dados = 150
 Média Geral = 23.816
 Coef. de Variação = 31.449

Teste de Médias

Variável = VCO2 (146.6382)

Interação MOM xTEST Comparações 5%

TEST	1	2	3	4	5
	7.47	14.12	28.18	32.75	43.69
1	C	C	B	AB	AB
	7.85	14.01	22.04	29.13	38.94
2	D	CD	BCD	ABC	AB

VCO2KG

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	149	141939.1			
Total de Redução	37	117129.4	3165.659	14.29	0.0000
TEST	1	1522.124	1522.124	1.34	0.2503
** ERRO(A) **	28	31921.35	1140.048		
MOM	4	82731.51	20682.88	93.37	0.0000
MOM*TEST	4	954.3949	238.5987	1.08	0.3713
Resíduo	112	24809.77	221.5158		

Número de Dados = 150

Média Geral = 46.743

Coef. de Variação = 31.841

Teste de Médias

Variável = VCO2KG (558.0305)

Interação MOM xTEST Comparações 5%

TEST	1	2	3	4	5
	14.80	27.66	55.73	64.72	86.21
1	C	C	B	AB	AB
	15.12	27.42	43.06	56.98	75.75
2	D	CD	BCD	ABC	AB

R

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Sig.
Total	149	6.859551			
Total de Redução	37	2.976109	0.8043539E-01	2.32	0.0004
TEST	1	0.1133688E-01	0.1133688E-01	0.13	*****
** ERRO(A) **	28	2.409305	0.8604662E-01		
MOM	4	0.3833382	0.9583454E-01	2.76	0.0310
MOM*TEST	4	0.1721289	0.4303223E-01	1.24	0.2977
Resíduo	112	3.883442	0.3467359E-01		

Número de Dados = 150

Média Geral = 0.91289

Coef. de Variação = 20.398

Análise do momento (velocidade m/s) em função do teste para cada variável ergoespirométrica

Procedimento = Análise Não-paramétrica

Objetivo = Análise de variância não-paramétrica

Dependentes = FR VT VE VEKG FC VO2 VO2KG VCO2 VCO2KG
R

Independentes = TEST 1 (TE) e 2 (TC)

Teste de Wilcoxon

Variável=FR 1,7 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	41.52089	15
2	-----	57.39771	15

Valor do Teste = 3.09012

Variância = 24.10913

Significancia = 0.00100

Variável=FR 4,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	59.51023	15
2	-----	65.96601	15

Valor do Teste = 1.30656

Variância = 24.10913

Significancia = 0.09569

Variável=FR 6,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	85.70042	15
2	-----	97.72161	15

Valor do Teste = 1.84577

Variância = 24.10913

Significancia = 0.03246

Variável=FR 7,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	95.45281	15
2	-----	101.46609	15

Valor do Teste = 1.09917

Variância = 24.10913

Significancia = 0.13585

Variável=FR 8, m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	101.04027	15
2	-----	106.31465	15

Valor do Teste = 1.30656

Variância = 24.10913

Significancia = 0.09569

Variável=VT 1,7 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	9.16046	15
2	-----	9.52435	15

Valor do Teste = 0.31109
Variância = 24.10913
Significancia = 0.37788

Variável=VT 4,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	17.39456	15
2	-----	13.78495	15

Valor do Teste = 2.92420
Variância = 24.10913
Significancia = 0.00173

Variável=VT 6,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	17.67794	15
2	-----	14.33165	15

Valor do Teste = 2.96568
Variância = 24.10913
Significancia = 0.00151

Variável=VT 7,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	18.24116	15
2	-----	15.31834	15

Valor do Teste = 2.84125
Variância = 24.10913
Significancia = 0.00225

Variável=VT 8,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	18.80692	15
2	-----	16.30105	15

Valor do Teste = 2.88273
Variância = 24.10913
Significancia = 0.00197

Variável=VE 1,7 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	377.48724	15
2	-----	521.10907	15

Valor do Teste = 2.84125
Variância = 24.10913
Significancia = 0.00225

Variável=VE 4,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	999.44897	15
2	-----	875.29456	15

Valor do Teste = 2.09464
Variância = 24.10913
Significancia = 0.01810

Variável=VE 6,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	1434.14429	15
2	-----	1364.14429	15

Valor do Teste = 1.18212
Variância = 24.10913
Significancia = 0.11858

Variável=VE 7,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	1672.27625	15
2	-----	1513.27197	15

Valor do Teste = 2.38499
Variância = 24.10913
Significancia = 0.00854

Variável=VE 8,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	1847.71533	15
2	-----	1713.66248	15

Valor do Teste = 1.67986
Variância = 24.10913
Significancia = 0.04650

Variável=VEKG 1,7 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	739.42249	15
2	-----	979.12250	15

Valor do Teste = 2.59238
Variância = 24.10913
Significancia = 0.00477

Variável=VEKG 4,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	1968.65417	15
2	-----	1646.08801	15

Valor do Teste = 2.55090
Variância = 24.10913
Significancia = 0.00537

Variável=VEKG 6,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	2896.30688	15
2	-----	2670.13306	15

Valor do Teste = 2.01169

Variância = 24.10913

Significancia = 0.02213

Variável=VEKG 7,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	3292.73340	15
2	-----	2858.02515	15

Valor do Teste = 2.79977

Variância = 24.10913

Significancia = 0.00256

Variável=VEKG 8,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	3641.53345	15
2	-----	3234.21729	15

Valor do Teste = 2.17760

Variância = 24.10913

Significancia = 0.01472

Variável=FC 1,7 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	88.31660	15
2	-----	86.25403	15

Valor do Teste = 0.22813

Variância = 24.10913

Significancia = 0.40978

Variável=FC 4,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	135.58879	15
2	-----	126.14646	15

Valor do Teste = 0.78817

Variância = 581.12067

Significancia = 0.21531

Variável=FC 6,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	163.25264	15
2	-----	164.72610	15

Valor do Teste = 0.51859

Variância = 580.99139

Significancia = 0.30203

Variável=FC 7,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	175.70932	15
2	-----	175.78961	15

Valor do Teste = 0.18665
Variância = 24.10913
Significancia = 0.42597

Variável=FC 8,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	185.25557	15
2	-----	192.32185	15

Valor do Teste = 1.26508
Variância = 24.10913
Significancia = 0.10293

Variável=VO2 1,7 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	7.92835	15
2	-----	8.27980	15

Valor do Teste = 0.18665
Variância = 24.10913
Significancia = 0.42597

Variável=VO2 4,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	17.17645	15
2	-----	15.09465	15

Valor do Teste = 0.72587
Variância = 24.10913
Significancia = 0.23397

Variável=VO2 6,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	32.37478	15
2	-----	28.62770	15

Valor do Teste = 0.93326
Variância = 24.10913
Significancia = 0.17535

Variável=VO2 7,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	37.46084	15
2	-----	35.62868	15

Valor do Teste = 0.35256
Variância = 24.10913
Significancia = 0.36222

Variável=VO2 8,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	47.16619	15
2	-----	41.99251	15

Valor do Teste = 1.26508

Variância = 24.10913

Significancia = 0.10293

Variável=VO2KG 1,7 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	15.62352	15
2	-----	16.13122	15

Valor do Teste = 0.26961

Variância = 24.10913

Significancia = 0.39374

Variável=VO2KG 4,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	33.74464	15
2	-----	29.60879	15

Valor do Teste = 0.80882

Variância = 24.10913

Significancia = 0.20932

Variável=VO2KG 6,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	64.06650	15
2	-----	56.29274	15

Valor do Teste = 0.93326

Variância = 24.10913

Significancia = 0.17535

Variável=VO2KG 7,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	74.02109	15
2	-----	70.06411	15

Valor do Teste = 0.47700

Variância = 24.10913

Significancia = 0.31669

Variável=VO2KG 8,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	93.00992	15
2	-----	82.58999	15

Valor do Teste = 1.34804

Variância = 24.10913

Significancia = 0.08883

Variável=VCO2 1,7 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	7.76641	15
2	-----	7.53397	15

Valor do Teste = 0.43552
Variância = 24.10913
Significancia = 0.33160

Variável=VCO2 4,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	14.11808	15
2	-----	14.00798	15

Valor do Teste = 0.39404
Variância = 24.10913
Significancia = 0.34678

Variável=VCO2 6,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	28.17722	15
2	-----	22.10557	15

Valor do Teste = 1.80430
Variância = 24.10913
Significancia = 0.03559

Variável=VCO2 7,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	32.75025	15
2	-----	29.78523	15

Valor do Teste = 0.64291
Variância = 24.10913
Significancia = 0.26015

Variável=VCO2 8,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	43.69210	15
2	-----	40.87235	15

Valor do Teste = 0.64291
Variância = 24.10913
Significancia = 0.26015

Variável=VCO2KG 1,7 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	15.32722	15
2	-----	14.57420	15

Valor do Teste = 0.51848
Variância = 24.10913
Significancia = 0.30207

Variável=VCO2KG 4,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	27.66486	15
2	-----	27.41779	15

Valor do Teste = 0.47700

Variância = 24.10913

Significancia = 0.31669

Variável=VCO2KG 6,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	55.72591	15
2	-----	43.39506	15

Valor do Teste = 1.80430

Variância = 24.10913

Significancia = 0.03559

Variável=VCO2KG 7,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	64.71566	15
2	-----	58.47382	15

Valor do Teste = 0.64291

Variância = 24.10913

Significancia = 0.26015

Variável=VCO2KG 8,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	86.20803	15
2	-----	79.63266	15

Valor do Teste = 0.55995

Variância = 24.10913

Significancia = 0.28777

Variável=R 1,7 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	1.00815	15
2	-----	0.94857	15

Valor do Teste = 0.47700

Variância = 24.10913

Significancia = 0.31669

Variável=R 4,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	0.85130	15
2	-----	0.96310	15

Valor do Teste = 1.43099

Variância = 24.10913

Significancia = 0.07622

Variável=R 6,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	0.86283	15
2	-----	0.77492	15

Valor do Teste = 1.22360

Variância = 24.10913

Significancia = 0.11056

Variável=R 7,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	0.87978	15
2	-----	0.81885	15

Valor do Teste = 1.63838

Variância = 24.10913

Significancia = 0.05067

Variável=R 8,0 m/s

TEST	Descrição	Médias	Dados
1	-----	0.91889	15
2	-----	0.98914	15

Valor do Teste = 0.06222

Variância = 24.10913

Significancia = 0.47520

3 - Hemogasometria

Teste em Esteira

Variáveis	Mínimos	Máximos	Perdidos	Válidos
ANIM	1.000000	15.00000	0	45
MOM	1.000000	3.000000	0	45
PH	7.038000	7.432000	0	45
PCO2	32.90000	75.90000	0	45
PO2	26.00000	71.00000	0	45
BE	-18.00000	9.000000	0	45
HCO3	10.50000	39.70000	0	45
TCO2	11.00000	45.00000	0	45
SO2	30.00000	89.00000	0	45
NA	130.0000	145.0000	0	45
K	0.000000	6.300000	0	45
ICA	1.340000	1.860000	0	45
GLU	43.00000	131.0000	0	45
HT	29.00000	62.00000	0	45
HB	9.900000	21.10000	0	45
CL	68.60000	128.0000	0	45
T	37.00000	41.00000	0	45

Observações Gravadas... 45

Variáveis Totais..... 17

Valores Perdidos..... 0

Estatísticas Simples

Observações Perdidas = 0
 Observações Válidas = 45

Distribuição dos Dados

Efeito	Código	Observações	
MOM	1	15	Momento Basal
MOM	2	15	Momento Final Teste em Esteira
MOM	3	15	Momento 10' após Teste em Esteira

Nome	Média	Desvio
PH	7.33303	0.09440
PCO2	51.24000	8.82760
PO2	43.10000	11.82305
BE	1.50000	6.33671
HCO3	27.22750	5.69647
TCO2	28.75000	6.07538
SO2	65.80000	13.69859
NA	138.27500	2.58186
K	4.24000	1.03646
ICA	1.61325	0.14923
GLU	92.70000	17.58379
HT	42.72500	9.57825
HB	14.52500	3.26117
CL	91.98500	12.15350
T	38.71750	1.43650

Análise de Variância

PH

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	0.1420033	0.7100164E-01	12.783	0.00006
Resíduo	42	0.2055157	0.5554478E-02		

Coefficiente de Variação = 1.016

Teste de Wilcoxon

Variável = PH (0.5554478E-02)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
1		15	7.4018	A
3		15	7.3331	AB
2		15	7.2642	B

PCO2

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	1404.978	702.4888	15.905	0.00001
Resíduo	42	1634.158	44.16644		

Coefficiente de Variação = 12.970

Teste de Wilcoxon

Variável = PCO2 (44.16644)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
2		15	58.2933	A
1		15	49.3800	B
3		15	43.4500	B

PO2

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	3952.267	1976.133	48.766	0.00000
Resíduo	42	1499.333	40.52252		

Coeficiente de Variação = 14.770

Teste de Wilcoxon

Variável = PO2 (40.52252)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
3		15	59.2000	A
2		15	41.8000	B
1		15	33.6667	C

BE

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	492.0000	246.0000	8.475	0.00094
Resíduo	42	1074.000	29.02703		

Coeficiente de Variação = 359.178

Teste de Wilcoxon

Variável = BE (29.02703)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
1		15	6.0000	A
2		15	-0.8000	B
3		15	-1.8000	B

HCO3

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	451.2811	225.6405	10.253	0.00029
Resíduo	42	814.2587	22.00699		

Coeficiente de Variação = 17.229

Teste de Wilcoxon

Variável = HCO3 (22.00699)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
1		15	31.3867	A
2		15	25.7133	B
3		15	23.2600	B

TCO2

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	493.1333	246.5667	9.640	0.00043
Resíduo	42	946.3667	25.57748		

Coefficiente de Variação = 17.591

Teste de Wilcoxon

Variável = TCO2 (25.57748)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
1		15	33.0667	A
2		15	27.2667	B
3		15	24.5000	B

SO2

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	3334.933	1667.467	15.488	0.00002
Resíduo	42	3983.467	107.6613		

Coefficiente de Variação = 15.769

Teste de Wilcoxon

Variável = SO2 (107.6613)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
3		15	81.4000	A
1		15	62.3333	B
2		15	58.8667	B

NA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	129.7417	64.87083	18.430	0.00000
Resíduo	42	130.2333	3.519820		

Coefficiente de Variação = 1.357

Teste de Wilcoxon

Variável = NA (3.519820)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
2		15	140.6000	A
3		15	136.9000	B
1		15	136.8667	B

K

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	11.34567	5.672833	6.870	0.00290
Resíduo	42	30.55033	0.8256847		

Coefficiente de Variação = 21.431

Teste de Wilcoxon

Variável = K (0.8256847)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
2		15	4.9267	A
3		15	3.8700	B
1		15	3.8000	B

ICA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	0.6889708	0.3444854	71.005	0.00000
Resíduo	42	0.1795067	0.4851532E-02		

Coeficiente de Variação = 4.318

Teste de Wilcoxon

Variável = ICA (0.4851532E-02)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
1		15	1.7787	A
2		15	1.5433	B
3		15	1.4700	C

GLU

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	1356.567	678.2833	2.345	0.10993
Resíduo	42	10701.83	289.2387		

Coeficiente de Variação = 18.346

HT

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	2968.142	1484.071	90.042	0.00000
Resíduo	42	609.8333	16.48198		

Coeficiente de Variação = 9.502

Teste de Wilcoxon

Variável = HT (16.48198)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
2		15	52.4000	A
3		15	43.5000	B
1		15	32.5333	C

HB

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	343.5990	171.7995	89.308	0.00000
Resíduo	42	71.17600	1.923676		

Coeficiente de Variação = 9.549

Teste de Wilcoxon

Variável = HB (1.923676)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
2		15	17.8200	A
3		15	14.7800	B
1		15	11.0600	C

CL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	437.8737	218.9368	1.522	0.23165
Resíduo	42	5322.717	143.8572		

Coefficiente de Variação = 13.039

T

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	71.93942	35.96971	155.871	0.00000
Resíduo	42	8.538333	0.2307658		

Coefficiente de Variação = 1.241

Teste de Wilcoxon

Variável = T (0.2307658)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
3		15	40.0100	A
2		15	39.5733	A
1		15	37.0000	B

Teste a Campo

Variáveis	Mínimos	Máximos	Perdidos	Válidos
ANIM	1.000000	15.00000	0	45
MOM	1.000000	3.000000	0	45
PH	7.229000	7.438000	0	45
PCO2	41.70000	68.60000	0	45
PO2	26.00000	51.00000	0	45
BE	-6.000000	9.000000	0	45
HCO3	21.20000	39.70000	0	45
TCO2	23.00000	45.00000	0	45
SO2	33.00000	82.00000	0	45
NA	136.0000	143.0000	0	45
K	3.500000	6.500000	0	45
ICA	1.400000	1.860000	0	45
GLU	13.00000	112.0000	0	45
HT	29.00000	61.00000	0	45
HB	9.900000	20.70000	0	45
CL	70.80000	115.0000	0	45
T	37.00000	40.30000	0	45

Observações Gravadas... 45

Variáveis Totais..... 17

Valores Perdidos..... 0

Procedimento = Análise para modelos lineares

Objetivo = Análise de variância

Dependentes = PH PCO2 PO2 BE HCO3 TCO2 SO2 NA K ICA

GLU HT HB CL T

Independentes= MOM

Estadísticas Simples

Observações Perdidas = 0

Observações Válidas = 45

Distribuição dos Dados

Efeito	Código	Observações
MOM	1	15 Momento Basal
MOM	2	15 Momento Final Teste Campo
MOM	3	15 Momento 10' após Teste Campo

Nome	Média	Desvio
PH	7.35787	0.05618
PCO2	51.61000	5.54061
PO2	38.45000	5.95259
BE	3.40000	3.42540
HCO3	28.84500	3.31299
TCO2	30.37500	3.65631
SO2	63.45000	9.45692
NA	139.02500	2.32586
K	4.46000	0.81360
ICA	1.62600	0.13157
GLU	82.80000	20.48289
HT	42.65000	9.55027
HB	14.49500	3.24266
CL	94.88475	9.82790
T	38.31000	1.10217

Análise de Variância

PH

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	0.8293464E-01	0.4146732E-01	38.226	0.00000
Resíduo	42	0.4013773E-01	0.1084804E-02		

Coefficiente de Variação = 0.448

Teste de Wilcoxon

Variável = PH (0.1084804E-02)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
1		15	7.4018	A
3		15	7.3784	A
2		15	7.3003	B

PCO2

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	408.8867	204.4433	9.595	0.00044
Resíduo	42	788.3493	21.30674		

Coeficiente de Variação = 8.944

Teste de Wilcoxon

Variável = PCO2 (21.30674)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
2		15	55.7267	A
1		15	49.3800	B
3		15	48.7800	B

PO2

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	621.2333	310.6167	15.109	0.00002
Resíduo	42	760.6667	20.55856		

Coeficiente de Variação = 11.792

Teste de Wilcoxon

Variável = PO2 (20.55856)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
3		15	43.4000	A
2		15	39.9333	A
1		15	33.6667	B

BE

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	197.7667	98.88333	14.081	0.00003
Resíduo	42	259.8333	7.022523		

Coeficiente de Variação = 77.941

Teste de Wilcoxon

Variável = BE (7.022522)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
1		15	6.0000	A
3		15	3.3000	B
2		15	0.8667	C

HCO3

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	162.3017	81.15083	11.298	0.00015
Resíduo	42	265.7573	7.182631		

Coeficiente de Variação = 9.291

Teste de Wilcoxon

Variável = HCO3 (7.182631)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
1		15	31.3867	A
3		15	27.9800	B
2		15	26.8800	B

TCO2

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	178.7417	89.37083	9.651	0.00043
Resíduo	42	342.6333	9.260360		

Coeficiente de Variação = 10.018

Teste de Wilcoxon

Variável = TCO2 (9.260361)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
1		15	33.0667	A
3		15	29.3000	B
2		15	28.4000	B

SO2

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	494.5667	247.2833	3.057	0.05908
Resíduo	42	2993.333	80.90090		

Coeficiente de Variação = 14.176

NA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	155.5417	77.77083	51.910	0.00000
Resíduo	42	55.43333	1.498198		

Coeficiente de Variação = 0.880

Teste de Wilcoxon

Variável = NA (1.498198)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
2		15	141.4000	A
3		15	138.7000	B
1		15	136.8667	C

K

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	20.23367	10.11683	67.055	0.00000
Resíduo	42	5.582333	0.1508739		

Coeficiente de Variação = 8.709

Teste de Wilcoxon

Variável = K (0.1508739)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
2		15	5.3667	A
3		15	4.0900	B
1		15	3.8000	B

ICA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	0.5747733	0.2873867	105.923	0.00000
Resíduo	42	0.1003867	0.2713153E-02		

Coefficiente de Variação = 3.203

Teste de Wilcoxon

Variável = ICA (0.2713153E-02)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
1		15	1.7787	A
2		15	1.5547	B
3		15	1.5040	C

GLU

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	3976.667	1988.333	5.940	0.00580
Resíduo	42	12385.73	334.7495		

Coefficiente de Variação = 22.097

Teste de Wilcoxon

Variável = GLU (334.7495)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
1		15	95.4000	A
3		15	78.4000	B
2		15	73.1333	B

HT

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	3001.633	1500.817	99.970	0.00000
Resíduo	42	555.4667	15.01261		

Coefficiente de Variação = 9.085

Teste de Wilcoxon

Variável = HT (15.01261)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
2		15	52.5333	A
3		15	43.0000	B
1		15	32.5333	C

HB

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	346.2967	173.1483	100.443	0.00000
Resíduo	42	63.78233	1.723847		
Coeficiente de Variação = 9.058					

Teste de Wilcoxon

Variável = HB (1.723847)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
2		15	17.8533	A
3		15	14.6100	B
1		15	11.0600	C

CL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	300.2218	150.1109	1.602	0.21513
Resíduo	42	3466.694	93.69443		
Coeficiente de Variação = 10.201					

T

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
MOM	2	43.04567	21.52283	183.899	0.00000
Resíduo	42	4.330333	0.1170360		
Coeficiente de Variação = 0.893					

Teste de Wilcoxon

Variável = T (0.1170360)

MOM	Descrição	Dados	Médias	Comparações 5%
3		15	39.4300	A
2		15	38.8733	B
1		15	37.0000	C

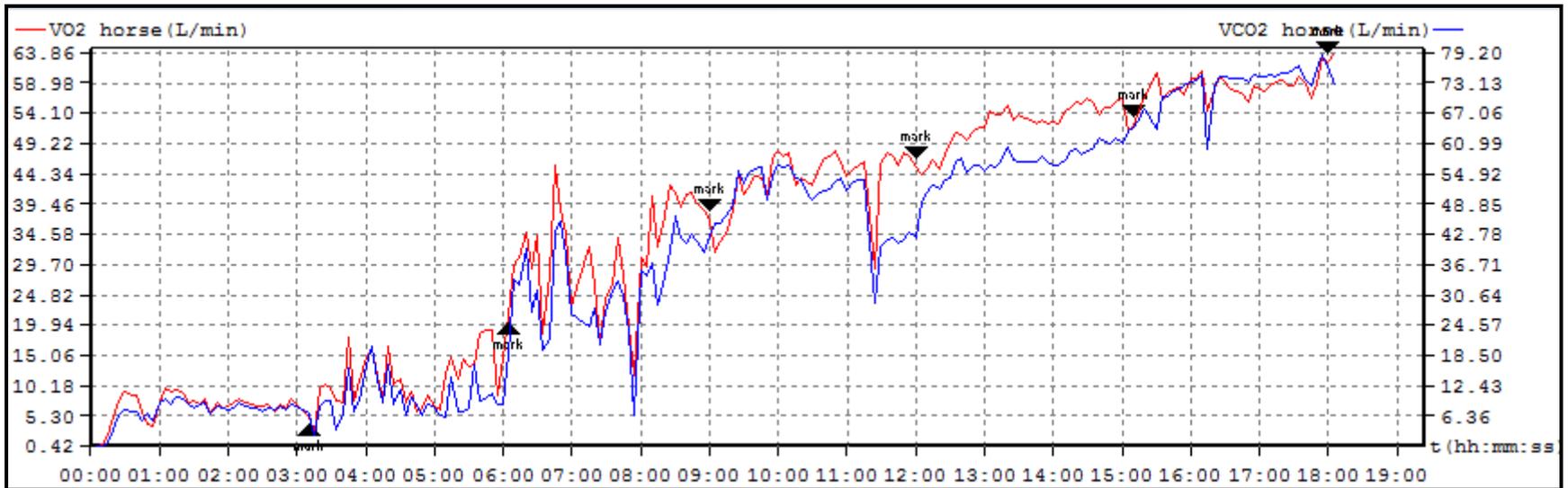


Gráfico da ergoespirometria em esteira de alta velocidade do equino 1 – VO_{2max} .

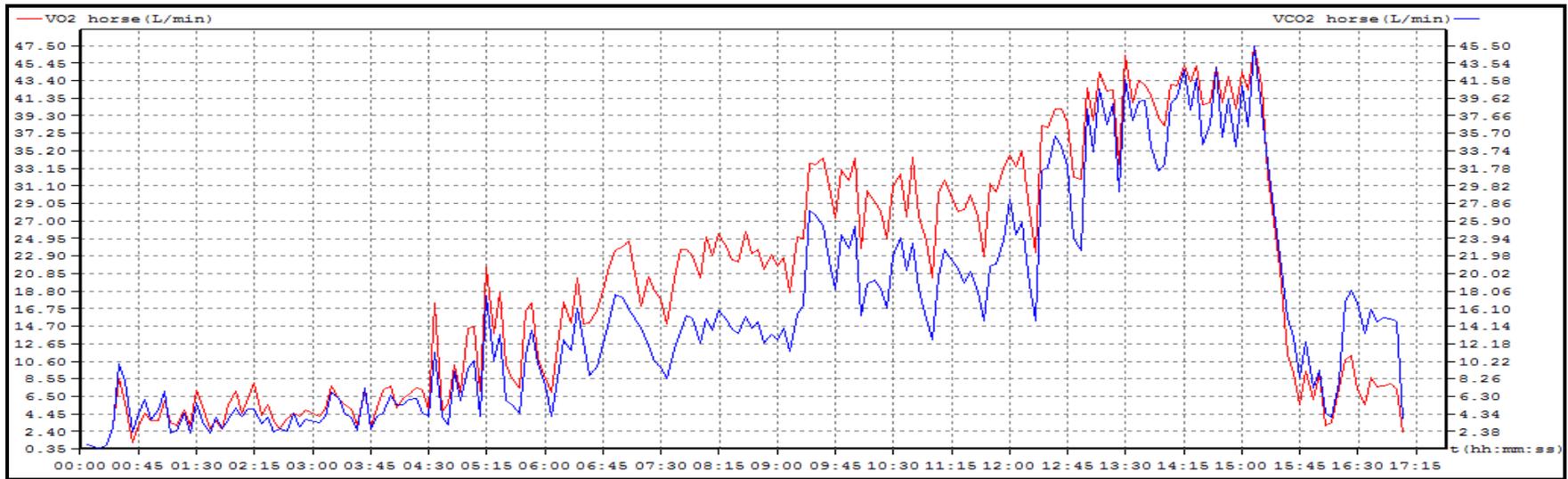


Gráfico da ergoespirometria a campo do equino 5.