

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ALTERAÇÕES NO EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE EM
EQUINOS SUBMETIDOS À PROVA DE TRÊS
TAMBORES OU À COMPETIÇÃO DE ENDURO DE 160
KM**

Helena Cristina Delgado Brito

Médica Veterinária

Maio – 2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ALTERAÇÕES NO EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE EM
EQUINOS SUBMETIDOS À PROVA DE TRÊS
TAMBORES OU À COMPETIÇÃO DE ENDURO DE 160
KM**

Helena Cristina Delgado Brito

Orientador: Prof. Dr. Guilherme de Camargo Ferraz

**Dissertação apresentada à Faculdade
de Ciências Agrárias e Veterinárias –
UNESP, Campus de Jaboticabal, como
parte das exigências para a obtenção do
título de Mestre em Medicina
Veterinária.**

Jaboticabal – São Paulo – Brasil

Maiο – 2014

Brito, Helena Cristina Delgado
B862 alterações no equilíbrio ácido-base em equinos submetidos à prova
de três tambores ou à competição de enduro de 160 km/
Helena Cristina Delgado Brito. -- Jaboticabal, 2014
xiv, 124 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
Orientador: Guilherme de Camargo Ferraz
Banca examinadora: André Escobar, Antônio Raphael Teixeira

Neto

Bibliografia

1. Abordagem físico química. 2. Abordagem tradicional. 3.
Equilíbrio ácido-base. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:612.766.1:636.1

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
– Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ALTERAÇÕES NO EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE EM EQUINOS SUBMETIDOS
À PROVA DE TRÊS TAMBORES OU A COMPETIÇÃO DE ENDURO DE
160 KM

AUTORA: HELENA CRISTINA DELGADO BRITO

ORIENTADOR: Prof. Dr. GUILHERME DE CAMARGO FERRAZ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM MEDICINA
VETERINÁRIA, Área: CLÍNICA MÉDICA VETERINÁRIA, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. GUILHERME DE CAMARGO FERRAZ

Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
de Jaboticabal


Prof. Dr. ANDRÉ ESCOBAR

Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de
Jaboticabal


Prof. Dr. ANTÔNIO RAPHAEL TEIXEIRA NETO

UNB / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária / Brasília/DF

Data da realização: 27 de maio de 2014.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

HELENA CRISTINA DELGADO BRITO - nascida na cidade do Rio de Janeiro, RJ, no dia 03 de Setembro de 1984, filha de Mário Luiz de Barros Brito e Sandra Maria Delgado Brito. Médica Veterinária graduada pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, com início em agosto de 2005 e término em dezembro de 2010. Realizou estágio curricular na área de Clínica Cirúrgica e Anestesiologia de Grandes Animais no ano de 2010, no Hospital “Governador Laudo Natel” localizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Unesp, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Professor Dr. Carlos Augusto Araújo Valadão. Em março de 2011 ingressou no Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária nesta mesma Universidade, no curso de Mestrado.

Cuidado com seus pensamentos: eles se transformam em palavras.

Cuidado com suas palavras: elas se transformam em ação.

Cuidado com suas ações: elas se transformam em hábitos.

Cuidado com seus hábitos: eles moldam seu caráter.

*Cuidado com seu caráter, pois ele se torna seu **destino**.*

Frank outlaw

Dedico:

Ao meu pai e à minha mãe. Eternos heróis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por em toda sua sabedoria, por me dar várias oportunidades ao longo de meu caminho.

Ao meu pai, por ter sido o melhor pai do mundo, e que em todas as nossas conversas, sempre me incentivou a seguir meus sonhos. A cada conversa, um conselho, um afago, um amor sem tamanho. Que saudade eu sinto de tudo isso.

À minha mãe, por estar sempre do meu lado, nas situações mais adversas, nas dificuldades e também nas melhores épocas. Obrigado por sempre ter me amado, e por ser essa pessoa maravilhosa, um verdadeiro exemplo pra mim. Mãe te amo!

À minha irmã Liz, por também estar sempre ao meu lado. Mesmo com todas as nossas diferenças de personalidade, saiba que, com certeza, sua presença foi/é/será sempre muito importante na minha vida. Coração maior do mundo.

Às minhas irmãs Sandra e Anna, mesmo sem a convivência diária, também foram grandes exemplos ao longo da minha vida.

À minha razão de viver, a um dos meus bens mais preciosos, a pessoa que motiva todas as minhas ações. Meu primogênito, meu “palitinho”. Meu filho, meu amigo, meu parceirinho. Obrigada pela paciência, pela compreensão e apoio nos momentos mais atribulados. Lucas, te amo!

Ao meu caçulinha, que ainda é apenas um bebê, mas é a personificação de um amor sem limites. Você veio sem avisar, e encheu de alegria o meu caminho e esta conquista. Heitor, te amo!

Ao meu marido, FABIO HENRIQUE BORTOLOSSI. Bendito seja Deus que te colocou em meu caminho. Meu amigo, meu companheiro, o amor da minha vida. Sem você eu ficaria sem rumo. Obrigado por toda a sua paciência,

e por toda a sua ajuda. Pelo seu amor, pelo seu apoio, por sempre estar ali pra mim quando parece que todos se foram.

À minha família carioca, que me ensinou a sempre manter a cabeça erguida, que me ensinou que podemos ser tudo aquilo que quisermos! Agradeço aos meus tios, tias e meus primos que sempre estiveram por perto mesmo nos momentos mais difíceis!

À minha família Jaboticabalense. De fato minha segunda família. Sem o apoio de vocês eu jamais chegaria aqui!

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, ou somente, "A" Rural. Minha segunda casa. A instituição que me tanto me ensinou, não só profissionalmente, mas também pessoalmente. Dali saí uma pessoa melhor.

Ao 309. Por ter colocado em minha vida as melhores pessoas que poderia encontrar. Por ter me dado várias irmãs! Livia Israel Ferreira, que tanto esteve e ainda está presente em minha vida. Minha amiga, minha comadre, minha confidente. Te amo! Andreia Maria, Beth, Carol, "Mary Crazy" (Laura), Helô, Priscilla, Dani, Janne Kety, e a todos os agregados. Vocês me ensinaram a viver!

Aos meus amigos da faculdade: Samantha, Fernandinha, Patrícia, Alessandro, Jessica, João, Luana, Cássia, Priscila a todos os meninos da mansão; Bia, Milena e a todos da turma, vocês fizeram parte da minha formação.

Aos meus amigos cariocas. Sem o apoio de vocês eu não estaria aqui. Apesar da distância, me sinto aquecida pelas suas mensagens, telefonemas, e-mails. "Delzito", Leal, Aninha, Felipe, Carol, Rosana, Sophia e Miguelito, Luiza, Rafael, "Caião" e Dani, Carlos, Marcela. Vocês estão aqui sempre guardadinhos no meu coração.

À Unesp Jaboticabal, por ter me cativado desde o momento em que aqui pisei.

Aos amigos que fiz na Unesp. Amizade pruma vida. Tati e Paulinho, Luisa, Peres, Kalina, Giovanni e Maya, Letícia e Aninha, Andressa e Ju, Michelle e Dárcio, Mônica e Félix!

Aos meus amigos do LAFEQ. Todos vocês fazem parte da minha vida. Alguns mais outros menos, mas muito obrigado por essa maravilhosa convivência e por toda ajuda durante a confecção deste trabalho. Flora, Roberta, Aline, Gabriela, Kamirro e Anália, Caine, “Pirigoso”, Luciana, Isadora, Inaê, Buka, Renatha, Raquel, Marsel, Carol, Júlia, Matheus “ursu” e Matheuzinho, muito obrigada.

Ao Prof. Dr. Antônio de Queiroz Neto por todos os conselhos e excelente astral sempre!

Ao Prof. Dr. Gener Tadeu Pereira pela ajuda com a tão temida estatística.

Ao Prof. Dr. Antônio Raphael Teixeira Neto por auxiliar a realização deste trabalho.

E por último e não menos importante, um imenso obrigado ao meu orientador Prof. Dr. Guilherme de Camargo Ferraz. Muito obrigada pela paciência, e pela confiança que sempre depositou em mim. Obrigada por tudo.

SUMÁRIO

	Página
SUMÁRIO.....	i
RESUMO.....	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABELAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Caracterização das modalidades	4
2.1.1. Três Tambores.....	4
2.1.2. Enduro equestre.....	6
2.2. Alterações cardiovasculares durante o exercício	8
2.3. O exercício físico sustentado pela bioenergética	9
2.4. O exercício físico e seus desafios à homeostase hidroeletrolítica e ácido-base na espécie equina	10
2.4.1. Determinantes físico-químicos do equilíbrio ácido-base	15
3. OBJETIVOS.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1. Modalidade três Tambores (3T)	19
4.1.1. Animais e manejo.....	19

4.1.2. Simulação da prova de 3T	20
4.1.3. Determinação da FC e velocidade na modalidade 3T	20
4.1.4. Amostras de sangue	21
4.2. Modalidade enduro (160 km)	22
4.2.1. Animais e prova	22
4.2.2. Momentos e coleta de sangue	23
4.3. Determinação das variáveis	23
4.4. Determinação de variáveis calculadas	24
4.5. Comparação das modalidades 3T e Enduro	25
4.6. Compilação dos resultados e análise estatística	26
5. RESULTADOS	27
5.1. Modalidade três tambores (3T)	27
5.2. Modalidade Enduro (160 km)	32
5.3. Comparação entre as modalidades 3T e Enduro	47
5.4. Comparação de diferentes metodologias para cálculo da variável A_{tot51}	
6. DISCUSSÃO	54
6.1. Modalidade três Tambores (3T)	55
6.2. Modalidade Enduro (160 km)	61
6.3. Comparação entre as modalidades 3T e Enduro	69
6.4. Comparação de diferentes metodologias para cálculo da variável A_{tot73}	
7. CONCLUSÃO	73
8. REFERÊNCIAS	75

9. ANEXOS 89



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal

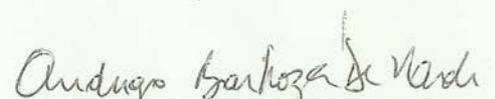


CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 007347/13 do trabalho de pesquisa intitulado "**Monitoramento das alterações eletrolíticas e ácido-base em equinos submetidos à competição de enduro de 160 km**", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Guilherme de Camargo Ferraz, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 11 de Abril de 2013.

Jaboticabal, 11 de Abril de 2013.


Prof. Dr. Andriago Barboza de Nardi
Coordenador - CEUA

ALTERAÇÕES NO EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE EM EQUINOS SUBMETIDOS À PROVA DE TRÊS TAMBORES OU À COMPETIÇÃO DE ENDURO DE 160 KM

RESUMO – Objetivou-se determinar variáveis fisiológicas, eletrolíticas e hemogasométricas de equinos da raça Quarto de Milha (QM), com desempenhos distintos, submetidos a uma corrida simulada de três tambores (TT). Ademais, compararam-se as alterações no equilíbrio ácido-base destes equinos QM com outros atletas da espécie equina, da raça Puro Sangue Árabe (PSA), competidores de enduro equestre de 160 km de distância. Adicionalmente, realizamos a comparação de dois métodos de cálculo da variável A_{tot} . No experimento 1, 10 equinos da raça QM foram distribuídos em dois grupos, sendo um de desempenho superior (DS, n=5) e outro de desempenho inferior (DI, n=5). Submeteram-se estes equinos a uma corrida de TT e verificou-se as possíveis alterações no equilíbrio ácido-base pela abordagem tradicional e mecanicista, sendo os momentos de coleta antes e após o esforço. No experimento 2, 16 equinos da raça PSA participaram de uma prova seletiva de enduro equestre de 160 km e foram avaliados antes, durante e após a competição. Amostras de sangue venoso foram coletadas em ambos os experimentos. Determinou-se frequência cardíaca somente dos equinos QM. Quantificou-se variáveis fisiológicas, eletrolíticas e hemogasométricas de todos os equinos que participaram do presente estudo. Realizou-se para o experimento 1, teste t pareado e não pareado para diferenças entre os momentos e entre os grupos, respectivamente. Para o experimento 2, foi realizada análise de variância (ANAVA) para comparação das variáveis seguido do teste de Tukey para as diferenças estatísticas encontradas. Todas as análises foram realizadas com 95% de significância ($p < 0,05$). As FC_{pico} e FC_m foram de $206 \pm 8,7$ e $203 \pm 12,9$, e de $181 \pm 7,5$ e $177 \pm 3,5$ bpm, para os grupos DS e DI, respectivamente. O principal distúrbio encontrado pelas duas metodologias para a modalidade TT foi a acidose metabólica. Para esta modalidade obtivemos concordância total entre as abordagens. No enduro 10 animais completaram a prova e seis foram eliminados. O principal distúrbio encontrado nos animais finalistas por ambas as metodologias foi a alcalose metabólica. Nos animais eliminados, o principal distúrbio encontrado pela metodologia tradicional foi a alcalose respiratória e pela abordagem físico-química foi a alcalose metabólica. A concordância entre as metodologias foi baixa para a modalidade enduro. Quando comparamos as modalidades observamos diferenças estatísticas em diferentes variáveis corroborando as naturezas opostas dos exercícios. Houve diferença entre a metodologia de cálculo da variável A_{tot} (concentração de tampões fracos não voláteis), sendo a melhor considerada a preconizada por Constable (1997). A metodologia físico-química é mais ampla e portanto preferida para o diagnóstico de alterações do equilíbrio ácido-base.

Palavras-chave: abordagem físico-química, abordagem tradicional, equilíbrio ácido-base, enduro equino, três tambores.

ALTERATIONS IN THE ACID-BASE BALANCE IN HORSES SUBMITTED TO BARREL RACING AND 160 KM ENDURANCE COMPETITION

ABSTRACT – The aim of the present study was to determine physiological, electrolytic and hemogasometric parameters of Quarter horses, with distinct fitness levels, submitted to a simulated barrel racing (BR). Moreover, the alterations in the acid-base balance were compared between Quarter and Arabian horses, competitors of equine endurance of 160 km. Besides, it was performed a comparison of two methods to determine the variable A_{tot} . In the experiment 1, 10 Quarter horses were distributed in two groups, one composed by high fitness animals (HF, n=5) and other with lower fitness (LF, n=5). These horses were submitted to a BR and it was verified the possible alterations in the acid-base balance using the traditional and mechanistic approaches, being the collecting moments before and after the exercise. In the experiment 2, 16 Arabian horses participated in an endurance ride of 160 km and they were evaluated before, during and after the competition. Samples of venous blood were collected in both experiments. The heart frequency was determined only for the Quarter horses. Physiological, electrolytic and hemogasometric parameters were quantified for all equines of the present study. Were performed for the experiment 1, the t-paired and not-paired t-test between moments and groups, respectively. For the experiment 2, it was performed the analysis of variance (ANOVA) to compare the variables followed by Tukey's test. All analysis were performed with 95% of significance. The FC_{peak} e FC_m were $206 \pm 8,7$ and $203 \pm 12,9$ bpm for the HF group, and $181 \pm 7,5$ e $177 \pm 3,5$ bpm for the LF group. The main disturbance found by the two approaches for the BR was the metabolic acidosis. For this discipline, total matching between the approaches was obtained. For endurance, 10 animals sucessfully completed the competition and 6 were eliminated. The main disturbance found in the sucessfull animals for both approaches was the metabolic alkalosis. In the unsucessfull animals, the main disturbance found by the traditional approach was respiratory alkalosis and, by the mechanicist approach was metabolic alkalosis. The agreement between the methodologies was small for the endurance horses. When comparing the disciplines, it was observed difference in many variables, confirming the opposite nature of the exercises. There was difference between the methodologies to obtain A_{tot} (concentration of non-volatile weak buffers), resulting better the method considered by Constable (1997). The mechanicist approach was vaster therefore preferred for the diagnosis of acid-base imbalances.

Palavras-chave: physical-chemical approach, traditional approach, acid-base status, endurance racing, barrel racing.

LISTA DE ABREVIATURAS

AC – Anidrase carbônica

ADP – Adenosina difosfato

AG – *anion gap*

Alb- Albumina

A_{tot} – Concentração de tampões fracos não voláteis

ATP – Adenosina trifosfato

Bpm – batimentos por minuto

Ca⁺⁺ - Cálcio

CBH – Confederação Brasileira de Hipismo

CCE – Concurso completo de equitação

CEI – Competição de enduro internacional

CK – creatina cinase

Cl⁻ - Cloreto

CO₂ – Dióxido de carbono

CO₃⁻² – Carbonato

DC – Débito cardíaco

DF – Distrito Federal

DI – Desempenho Inferior

DIF – Diferença de íons fortes

DS – Desempenho Superior

EB – Excesso de base

EDTA – Ácido etilenodiamino tetra-acético

FC – Frequência cardíaca

FC_m – Frequência cardíaca média

FC_{mpico} – média das frequências cardíacas de pico

FC_{pico} – Frequência cardíaca de pico

FEI – Federação equestre internacional

Gli – Glicose

Glo – globulina

GMT – *Greenwich mean time*

GPS – *Global positioning system*

H₂CO₃ – Ácido carbônico

H₂PO₄⁻ - Diidrogenofosfato

H₃PO₄ – Ácido fosfórico

Hb – Hemoglobina

Hb – hemoglobina

HCl – ácido clorídrico

HCO₃⁻ - Bicarbonato

HPO₄²⁻ – Fosfato

Ht – Hematócrito

Ht – hematócrito

IGF – Íon Gap Forte

IGF – Íon gap forte

K^+ – Potássio

Km - Quilômetro

Lac^- – Lactato

MCT – Transportador de monocarboxilato

Na^+ – Sódio

Na_2HPO_4 – Fosfato de sódio

NaOH – hidróxido de sódio

NH_3 - Amônia

OH^- - Hidroxila

Osm – Osmolaridade

PCO_2 – Pressão parcial de dióxido de carbono

PCr^{2-} – Fosfocreatina

pH – Potencial hidrogeniônico

P_i - Fósforo inorgânico

pKa – Constante de equilíbrio de dissociação para os íons fracos plasmáticos

PO_4^{3-} – Fosfato

PPT – proteína plasmática total

PSA – Puro Sangue Árabe

PSI – Puro sangue inglês

PT – Proteínas totais

$PvCO_2$ – Pressão parcial venosa de dióxido de carbono

P_{vO_2} – pressão parcial venosa de oxigênio

QM – Quarto de milha

SID – *Strong ion difference*

svO_2 – Saturação venosa da oxi-hemoglobina

tCO_2 – Dióxido de carbono total

TT – Três tambores

V_m – Velocidade média

V_{mpico} – Médias das velocidades de pico

$VO_{2m\acute{a}x}$ – Consumo máximo de oxigênio

V_{pico} – Velocidade de pico

ÍNDICE DE TABELAS

Página

Tabela 1. Valores das médias \pm desvio padrão das variáveis velocidade média (V_m), velocidade média de pico (V_{mpico}), frequência cardíaca média (FC_m) e frequências cardíacas de pico (FC_{pico}) de equinos da raça QM apresentando desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI) antes e após simulação de prova de três tambores (3T) – Ribeirão Preto, 2012.....	27
Tabela 2. Médias \pm desvio padrão de variáveis fisiológicas de equinos da raça QM apresentando desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI) antes e após simulação de prova de três tambores (3T) – Ribeirão Preto, 2012.....	29
Tabela 3. Médias \pm erro padrão das variáveis hemogasométricas de equinos da raça QM apresentando desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI) antes e após simulação de prova de três tambores (3T). Ribeirão Preto, 2012.	30
Tabela 4. Médias \pm desvio padrão dos eletrólitos de equinos da raça QM apresentando desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI) antes e após simulação de prova de três tambores (3T). Ribeirão Preto, 2012.....	31
Tabela 5. Médias \pm desvio padrão das variáveis calculadas: diferença de íons fortes (DIF), <i>anion gap</i> (AG), concentração de tampões fraços não voláteis (A_{tot}) e íon gap forte (IGF) de equinos da raça QM apresentando desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI) antes e após simulação de prova de três tambores (3T). Ribeirão Preto, 2012.....	32
Tabela 6. Número de horas percorridas* por cada equino finalista da prova de enduro de 160 km, após o início da corrida nos momentos de coleta 66 km (M1), 160 km (M2), 2 horas (M3) e 15 horas após (M4). Brasília, 2012.....	33
Tabela 7. Média \pm desvio padrão das variáveis fisiológicas, de equinos finalistas de uma prova de Enduro de 160 km, nos momentos antes (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), e imediatamente (M3) e 15 horas após (M4). Brasília, 2012.	34
Tabela 8. Médias \pm desvio padrão das variáveis hemogasométricas, de equinos finalistas da modalidade enduro, nos momentos antes (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 horas (M3) e 15 horas após (M4). Brasília, 2012.....	36
Tabela 9. Médias \pm desvio padrão dos eletrólitos de equinos finalistas da modalidade enduro de 160 km, nos momentos antes (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 horas (M3) e 15 horas após (M4). Brasília, 2012.	40

Tabela 10. Médias \pm desvio padrão das variáveis calculadas diferença de íons fortes (DIF), <i>anion gap</i> (AG), Concentração de tampões fracos não voláteis (A_{tot}) e íon gap forte (IGF), de equinos finalistas da modalidade enduro, nos momentos antes (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 horas (M3) e 15 horas após (M4).....	41
Tabela 11. Número de animais diagnosticados com alterações no estado ácido-base pelo método tradicional, dos equinos finalistas, nos momentos M1, M2, M3 e M4.....	44
Tabela 12. Número de animais diagnosticados com alterações no estado ácido-base pelo método físico-químico, dos equinos finalistas, nos momentos M1, M2, M3 e M4.....	45
Tabela 13. Médias \pm desvio padrão das variáveis pH, P_vCO_2 , HCO_3^- , DIF, A_{tot} e IGF, dos equinos finalistas e eliminados nos momentos M0 e M1.	46
Tabela 14. Número de animais eliminados diagnosticados com alterações no estado ácidos-base pelo método físico químico, dos equinos eliminados, nos momentos M1, M2 e M4.....	47
Tabela 15. Médias \pm desvio padrão das variáveis pH, pressão parcial venosa de dióxido de carbono (P_vCO_2), excesso de base (EB), concentração de bicarbonato (HCO_3^-) e lactatemia dos equinos competidores das modalidades três tambores (3T) e enduro de 160 km nos momentos antes e após as competições.....	48
Tabela 16. Médias \pm desvio padrão dos eletrólitos de equinos competidores das modalidades três tambores (3T) e enduro de 160 km nos momentos antes e após as competições.	49
Tabela 17. Médias \pm desvio padrão das concentrações das variáveis Albumina e Globulina em equinos competidores de 3T e enduro de 160 km nos momentos antes e após as competições.....	50
Tabela 18. Médias \pm desvio padrão das variáveis diferença de íons fortes (DIF), concentração de tampões fracos não voláteis (A_{tot}), <i>anion gap</i> (AG) excesso de base (EB) e íon gap forte (IGF) de equinos competidores de 3T e enduro de 160 km nos momentos antes e após as competições.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ilustração esquemática do percurso realizado na prova de três tambores. (Figura adaptada com autorização de FARIA, 2012) .	5
Figura 2. Frequencímetro adaptado para equinos.....	20
Figura 3. Representação gráfica das concentrações de lactato (Lac^-) de equinos da raça QM apresentando desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e depois da simulação da prova de três tambores (3T). * Significa aumento após o esforço, # significa diferença entre os grupos ($p < 0,05$).....	28
Figura 4. Representação gráfica do pH sanguíneo dos equinos finalistas da modalidade enduro 160 km nos momentos antes da corrida (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 (M3) e 15 horas após (M4). Letras diferentes significam diferença estatística de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).	37
Figura 5. Representação gráfica da pressão parcial venosa de dióxido de carbono (PvCO_2) dos equinos finalistas da modalidade enduro 160 km nos momentos antes da corrida (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 (M3) e 15 horas após (M4). Letras diferentes significam diferença estatística de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).37	37
Figura 6. Representação gráfica da concentração de Bicarbonato (HCO_3^-) sanguíneo dos equinos finalistas da modalidade enduro 160 km nos momentos antes da corrida (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 (M3) e 15 horas após (M4). Letras diferentes significam diferença estatística de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).....	38
Figura 7. Representação gráfica da concentração Lactato (Lac^-), sanguíneo dos equinos finalistas da modalidade enduro 160 km nos momentos antes da corrida (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 (M3) e 15 horas após (M4). Letras diferentes significam diferença estatística de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).....	38
Figura 8. Representação gráfica da diferença de íons fortes (DIF) dos equinos finalistas nos momentos M0, M1, M2, M3 e M4. M0 – antes da corrida, M1- 66 km, M2 – imediatamente após, M3 e M4 - 2 e 15 horas após.....	42
Figura 9. Representação gráfica do A_{tot} do grupo Finalistas nos momentos M0, M1, M2, M3 e M4. M0 – antes da corrida, M1- 66 km, M2 – imediatamente após, M3 e M4 - 2 e 15 horas após.....	42
Figura 10. Representação gráfica do IGF dos equinos finalistas nos momentos M0, M1, M2, M3 e M4. M0 – antes da corrida, M1- 66 km, M2 – imediatamente após, M3 e M4 - 2 e 15 horas após...	43

- Figura 11.** Comparação entre as médias dos diferentes valores de A_{tot} calculados: A_{tot} (MCKEENA et al., 1997) e A_{tot} (CONSTABLE, 1997) dos animais do grupo finalistas da modalidade enduro 160km..... 52
- Figura 12.** Resultados da análise de Bland-Altman que demonstrou a concordância entre os valores de A_{tot} encontrado pelos diferentes métodos de cálculo (Mckeena, 1997 e Constable, 1997). O viés, ou diferença média, é representada pela linha sólida, e os limites de concordância a 95% pela linha tracejada. 53
- Figura 13.** Gráfico de dispersão dos valores de A_{tot} pelas diferentes metodologias. O coeficiente de determinação e a reta de regressão linear estão demonstradas no gráfico..... 54

1. INTRODUÇÃO

O exercício altera transitoriamente a homeostasia de equinos devido à ação primária das catecolaminas, que são liberadas no início da atividade física, promovendo alterações no sistema cardiovascular, tais como aumento tanto da frequência cardíaca (FC) como da força de contração do miocárdio que induzem incremento do débito cardíaco (MCKEEVER, 2011).

Concomitantemente às alterações cardíacas, observa-se elevação da demanda energética muscular, que é suprida, em essência, pela hidrólise do trifosfato de adenosina (ATP). Parte da energia química contida numa molécula de ATP é convertida em energia cinética para contração muscular, sendo que a maioria é perdida sob a forma de calor, energia térmica. Portanto, dependendo das condições ambientais, da intensidade e duração do esforço, qualquer atleta, incluindo os da espécie equina, deve possuir capacidade de dissipar calor, por meio de mecanismos termorregulatórios. Como nos equinos a evaporação do suor é o mecanismo mais importante para manutenção da temperatura corpórea dentro de uma faixa fisiológica aceitável, a desidratação e alterações eletrolíticas também interferem na homeostasia (MCCUTCHEON; GEOR, 2000).

Outra importante questão dentro da fisiologia do exercício em equinos é o estudo descritivo das possíveis alterações do equilíbrio ácido-base que é foco de pesquisa há muitos anos no campo da Medicina. Em equinos, a avaliação do estado hidroeletrolítico e ácido-base é intensamente utilizada para o monitoramento de pacientes críticos, em situação de terapia intensiva (NAPPERT; JONHSON, 2001, DI FILLIPO et al., 2008). Na medicina esportiva equina, há um interesse crescente nas pesquisas das alterações relacionadas ao exercício físico agudo e crônico.

A utilização de métodos que permitam entender a gênese destas alterações fisiológicas ou patológicas, e por consequência identificar manobras para a sua prevenção e/ou correção são especialmente importantes. Neste contexto, duas abordagens são comumente utilizadas para o diagnóstico das alterações da homeostasia ácido-base: a abordagem tradicional, baseada na

equação de Hendersson-Hasselback (HASSELBACK, 1916); e a abordagem físico-química ou mecanicista, baseada na diferença dos íons fortes (DIF), concentração de tampões fracos não voláteis (A_{tot}) e pressão parcial de dióxido de carbono (PCO_2) (STEWART, 1983). Na fisiologia do exercício equino, vários estudos avaliaram alterações hidroeletrólíticas e do equilíbrio ácido-base em equinos Puro Sangue Inglês (PSI), em cavalos de salto, de trote e em cavalos de enduro, sendo este último grupo o de maior destaque, devido às frequentes alterações que ocorrem na condição hidroeletrólítica e no equilíbrio ácido-base que este tipo de esforço prolongado, pode ocasionar. Alguns trabalhos utilizaram a abordagem físico-química, devido a sua maior precisão quando há grandes variações de volume plasmático e eletrólitos (STÄMPFLI et al., 1999).

Contrastando com o esforço prolongado, temos a modalidade três tambores (TT), que consiste na realização de um percurso onde três tambores são distribuídos na forma de um triângulo, com distância de 27,5 metros entre os tambores que compõe a base do triângulo e 32 metros entre o tambor que compõe o ápice do triângulo dos outros dois tambores, sendo que devem ser contornados no menor tempo possível (15 a 19 segundos). A raça mais utilizada para esta modalidade é a Quarto de Milha, por sua notável capacidade de empreender altas velocidades em curtas distâncias quando comparado às outras raças (NIELSEN et al., 2006). Por ser caracterizada pela curta duração e alta intensidade, a prova de três tambores exige uma alta demanda energética num curto período de tempo, havendo assim a predominância do metabolismo anaeróbio (EATON, 1994)

Dentro deste cenário, é importante o diagnóstico e monitoração dos distúrbios ácido-base. Viu et al. (2010) realizaram um estudo envolvendo equinos de enduro de 120 km e concluíram que a abordagem físico-química é mais precisa e eficaz para o diagnóstico de distúrbios ácido-base complexos, que são mais comuns em atletas da espécie equina competidores de enduro. Para a realização desta dissertação as modalidades equestres escolhidas foram a TT e o enduro equestre.

No que concerne o enduro equestre, disputado em longas distâncias, 100 a 160 km, observa-se que, ao longo do tempo, a velocidade média das provas vem aumentando consideravelmente, o que poderia sugerir uma maior utilização das fibras musculares de contração rápida (IIA e IIX) de metabolismo anaeróbio, podendo gerar uma acidose metabólica. No entanto, parece ser consenso na literatura especializada a ocorrência de alcalose metabólica hipoclorêmica nesta modalidade (CARLSON; OCEN; HARROLD, 1976, ROSE; ILKIW; MARTIN, 1979). Por conseguinte, o possível surgimento de acidose metabólica pode ser um componente fisiopatológico novo e importante nesta modalidade. Desta maneira, esta pesquisa pretendeu responder o quanto esta hipótese, tanto do surgimento e como do grau da acidose metabólica, pode ser verdadeira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Do ponto de vista do número de praticantes, uma das modalidades que mais crescem em número de eventos é o Enduro Equestre. De acordo com a Federação Equestre Internacional (FEI, 2012), houve um aumento de 186 para 811 eventos oficiais no período de 2002 a 2011. Somente no ano de 2012, 42 eventos ocorreram no Brasil.

Cabe destacar também o aumento significativo da popularidade da modalidade corrida de TT, que apesar de não ser um esporte olímpico, vem movimentando o mercado de equinos dos últimos anos no país. Houve um crescimento do ano de 2012 para 2013 de 40% no número de eventos (SGP, 2014).

2.1. Caracterização das modalidades

2.1.1. Três Tambores

Apesar de ser uma especialidade equestre importante, tanto do ponto de vista financeiro como pelo significativo número de equinos que atuam no Brasil e no Mundo, poucos trabalhos científicos enfocaram as alterações transitórias e, na maioria das vezes, fisiológicas nos equinos da raça Quarto de Milha (QM) que participam da modalidade três tambores (TT).

A modalidade TT é uma modalidade equestre que exige dos equinos características como agilidade e velocidade, na qual o conjunto cavalo e cavaleiro deverá completar um percurso delineado em forma triangular por três tambores em pista de areia. Dessa forma, quando o equino cruza a linha de partida da competição, o cronômetro é acionado, computando a duração da competição em segundos (ABQM, 2013; FARIA, 2012).

O percurso consiste no contorno pelo competidor do primeiro tambor pela esquerda do mesmo em direção ao tambor 2, contornando-o pela direita e dirigindo-se ao último tambor também pela direita retornando até à linha de partida. O percurso pode ser realizado no sentido inverso, de acordo com o livre arbítrio do competidor (Figura 1).

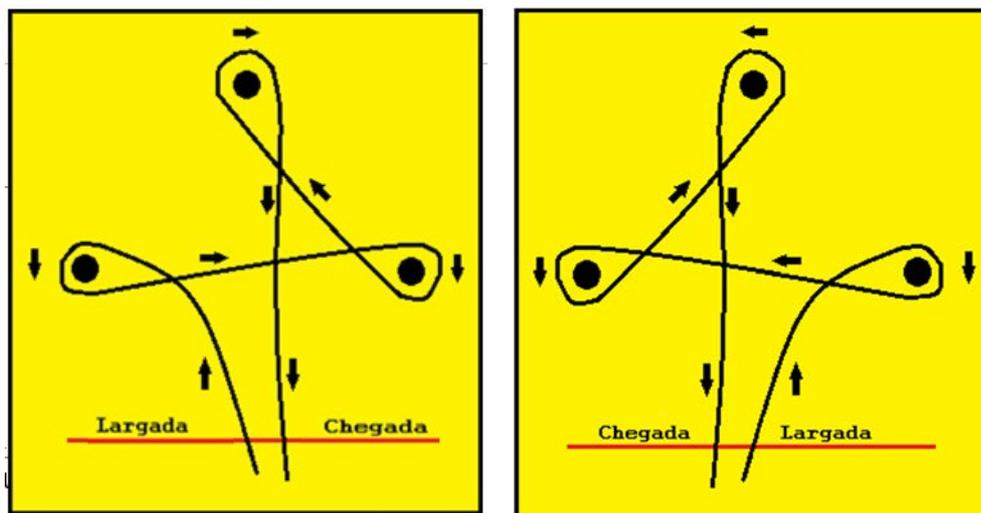


Figura 1. Ilustração esquemática do percurso realizado na prova de três tambores. (Figura adaptada com autorização de FÁRIA, 2012)

Tendo em vista a duração relativamente curta de 16 a 19 segundos, a via bioenergética predominante de uma corrida de TT parece ser o sistema fosfagênio, representado pelos estoques de creatina fosfato que fornecem um grupamento fosfato para produção de ATP durante o início e nos primeiros segundos da contração muscular. Esta reação é catalisada pela enzima creatina cinase (CK), sendo esta via anaeróbia chamada alática pois não leva ao aumento exacerbado da lactatemia (SPURWAY, 1992).

Nessa modalidade ocorre também a contribuição significativa da glicólise. Neste tipo de exercício, os principais substratos energéticos utilizados são o glicogênio e a glicose plasmática, pela fibra muscular esquelética (COGGAN et al., 1991) e pelo sistema nervoso central (POWERS; HOWLEY, 2000), respectivamente. O metabolismo anaeróbio da glicose, embora seja de baixa produção relativa, quando comparado com as vias oxidativas, é um mecanismo relativamente rápido e indispensável de geração de energia. As concentrações de ATP/ADP e a disponibilidade de oxigênio e a liberação de catecolaminas regulam a atividade da via glicolítica. A glicólise anaeróbia é estimulada pela diminuição na relação ATP/ADP, o que aumenta a produção de moléculas de piruvato em até 100 vezes. Em exercícios de alta intensidade, como é o caso da modalidade TT, observa-se a predominância de contração de fibras musculares dos tipos IIA e principalmente das IIX, que são fibras que

funcionam basicamente por meio do metabolismo anaeróbio (RIVERO; PIERCY, 2008).

O exercício anaeróbio pode causar redução fisiológica do pH pelo excedente acúmulo de íons H^+ , inicialmente na fibra muscular e posteriormente no compartimento sanguíneo. Silva et al., (2013) observaram, pelo método tradicional de avaliação do equilíbrio ácido-base, redução dos valores de pH e HCO_3^- após a realização de prova de três tambores, e por consequência o desenvolvimento de uma acidose metabólica pós-exercional. Variáveis independentes DIF , A_{tot} e P_vCO_2 , utilizadas na abordagem físico-química do equilíbrio ácido-base, também podem interferir nos mecanismos que modificam as concentrações de variáveis dependentes como o pH e HCO_3^- . As variáveis independentes podem sofrer alterações por vários mecanismos distintos e por esta abordagem ser escassa na literatura em equinos de TT, merece uma maior investigação. Este aspecto será melhor discutido posteriormente nesta dissertação.

2.1.2. Enduro equestre

O Enduro equestre é uma das modalidades equestres que mais se desenvolve nos últimos anos (FEI, 2012). Os equinos atletas de enduro necessitam de um bom preparo físico para enfrentar distâncias consideráveis e o esforço prolongado requerido para o êxito na competição.

Esta competição é regulamentada pela FEI (Federação Equestre Internacional), consistindo em corridas que variam de 60 a 180 km e distribuídas em categorias. As provas de fomento usualmente apresentam menores distâncias, 60 a 80 km. Conforme a distância é incrementada, há uma maior demanda metabólica e cardiorrespiratória dos equinos. Por este motivo, as provas de 100 a 160 km de distância, são denominadas provas de alto rendimento, que implicam diretamente na utilização de cavalos, normalmente da raça Puro Sangue Árabe (PSA), diferenciados do ponto de vista de aptidão genética morfofuncional e condicionamento físico.

Cabe mencionar ainda que o enduro equestre vem passando, nas últimas décadas, por alterações no modo como os competidores realizam a competição. Essencialmente, as provas deixaram de ter a regularidade de tempo e velocidade como fator primordial para classificação dos conjuntos cavaleiro-cavalo e adotaram a velocidade livre como princípio central. Portanto, vence aquele conjunto que chegar no menor tempo. Com a necessidade de uma velocidade média maior, o componente anaeróbio para produção de energia, principalmente a glicólise, pode ser decisivo para o resultado desta competição. As corridas são distribuídas em etapas (popularmente conhecidas como “anéis”), e sua quantidade varia de acordo com a distância de cada corrida. No final de cada etapa o equino é submetido a uma checagem veterinária, para avaliar as condições clínicas e a aptidão para continuar na prova. O conjunto, equino e ginete, que cruzar a linha de chegada em menor tempo na última etapa é o vencedor. Para tanto é necessário que o animal não apresente nenhum distúrbio metabólico e/ou locomotor e que recupere a frequência cardíaca, em cada checagem veterinária, a um valor determinado previamente pela organização da competição, geralmente 64 bpm.

Por possuírem uma duração prolongada e velocidade livre (SCHOTT et al., 2006), as provas de alto rendimento apresentam uma alta exigência metabólica por parte dos equinos. O tecido muscular é o mais exigido durante as corridas de enduro, destacando-se a mobilização de fibras do tipo I e IIA, de metabolismo lento e oxidativo e rápido glicolítico-oxidativo, respectivamente (RIVERO; PIERCY, 2008).

Como consequência do metabolismo aeróbio dos carboidratos, gorduras e aminoácidos é produzida quantidade importante de calor metabólico (MCKEEVER, 2004). Os equinos regulam sua temperatura principalmente por meio de um processo evaporativo de resfriamento através da evaporação do suor. Quanto mais longa for a competição, maior é a necessidade de perda de calor, aumentando consideravelmente a perda de fluidos e podendo assim gerar desidratação (WALLER, 2009).

Cabe ressaltar que a composição do suor da espécie equina possui maiores concentrações de Cl^- e Na^+ em relação ao plasma. Portanto, para estes íons o suor é hipertônico em relação ao plasma. Quando há uma acentuada

perda de fluidos por meio da sudorese, sem uma adequada reposição, podem acontecer desequilíbrios tanto hidroeletrólíticos como no equilíbrio ácido-base. Muitos estudos foram realizados para avaliar a magnitude destas perdas (SCHOTT; HINCHCLIFF, 1993; LINDINGER; ECKER, 1995, TEIXEIRA-NETO et al., 2012), porém poucos utilizaram como ferramenta a abordagem mecanicista ou físico química.

2.2. Alterações cardiovasculares durante o exercício

A frequência cardíaca (FC) é um dos parâmetros mais avaliados na fisiologia do exercício equino e é facilmente aferida durante o exercício, fornecendo um índice indireto da capacidade e função cardiovasculares. Esta avaliação pode ser realizada durante a prática de exercício, por meio da utilização de um frequencímetro digital específico para cavalos. A relação entre a velocidade e a FC costuma ser utilizada na avaliação do potencial atlético (GRAMKOW; EVANS, 2006).

O exercício estimula o sistema nervoso central, que atuará no sistema cardiovascular por meio da liberação de catecolaminas. O sistema cardiovascular é estimulado e as respostas elementares ao exercício são o aumento da frequência cardíaca, elevação da força de contração do miocárdio e do débito cardíaco (MCKEEVER, 2011). Do ponto de vista fisiológico, durante o esforço, a capacidade aeróbia está relacionada ao débito cardíaco por meio da equação clássica de Fick [$VO_2 = DC \times (a-vO_2)$]. Devido a significativa participação percentual do débito cardíaco na capacidade aeróbia máxima ($VO_{2máx}$) (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003). Essa medida é usada para estimar a intensidade absoluta e relativa do exercício bem como efeitos induzidos pelos programas de condicionamento físico (ART; LEKEUX, 1993; BETROS et al., 2002).

2.3. O exercício físico sustentado pela bioenergética

O exercício físico é um grande desafio para a homeostasia, independente da atividade realizada, pois requer a integração de vários sistemas fisiológicos para a sua realização.

Como ressaltou Muñoz et al. (1999), o sucesso do cavalo atleta está intimamente ligado à relação entre a capacidade oxidativa e glicolítica do indivíduo. Sendo assim, estudos indiretos sobre o metabolismo muscular, no que tange os seus reflexos no compartimento extracelular, e a compreensão dos mecanismos compensatórios, que podem se tornar eventuais enfermidades, durante e após o esforço, tornam-se necessários. Neste sentido, a compreensão dos mecanismos de geração de energia no músculo, por meio da quantificação de biomarcadores plasmáticos do metabolismo muscular, por meio de variáveis fisiológicas como a lactatemia (FERRAZ et al., 2008) e hemogasometria (FERRAZ et al., 2010), pode servir de base para tomada de decisão por parte dos clínicos da medicina esportiva equina. Cabe ressaltar que na maioria dos casos as possíveis alterações ocorrem de modo fisiológico, sem maiores repercussões para a homeostase do organismo.

Todos os exercícios físicos utilizam num primeiro momento a energia armazenada nos estoques intramusculares de ATP e creatina fosfato. Esta última é chamada de fase alática da produção anaeróbia de energia. Com a continuidade do exercício, os estoques de ATP são restabelecidos pela via glicolítica anaeróbia e posteriormente pela via aeróbia, sendo que esta última utiliza primeiramente glicogênio e em seguida lipídeos como substratos (SPURWAY, 1992).

A via metabólica para produção de ATP que predominará em determinado momento depende, em parte, do condicionamento físico e da intensidade e duração do esforço físico e das condições ambientais onde este é realizado (EVANS, 2000). Muñoz et al. (1999) ressaltaram que as vias da creatina fosfato e glicolítica são mecanismos importantes para geração de energia muscular durante o exercício em equinos, principalmente em esforços que necessitam de velocidade e potência como o salto, a prova de TT, e a corrida de PSI (Puro Sangue Inglês). Adicionalmente, Eaton (1994) relatou que em níveis

relativamente menores de condicionamento ou à medida que a velocidade do exercício aumenta, uma maior quantidade de lactato é produzida, pois uma maior proporção de energia é suprida pela glicólise anaeróbia. Esta via também produz quantidade significativa de íons H^+ (ROBERGS; GHIASVAND; PARKER, 2004). Dentro ainda das vias anaeróbias de produção de ATP, os equinos do enduro equestre que disputam as provas de velocidade livre podem necessitar cada vez mais destas vias de produção de energia.

Finalmente, a via responsável pela produção de energia aeróbia é a via oxidativa, também chamada de ciclo de Krebs, que tem como principais substratos a glicose, o glicogênio muscular e hepático, lipídios e em menor importância os aminoácidos. Em exercícios prolongados, como o enduro, essa é a principal via de produção energética (BERGERO et al., 2005). A via oxidativa ocorre na presença do oxigênio, notadamente na mitocôndria e gera como produto, ATP e CO_2 (NELSON; COX, 2009).

2.4. O exercício físico e seus desafios à homeostase hidroeletrólítica e ácido-base na espécie equina

Durante o enduro equestre uma grande variabilidade de alterações fisiológicas e/ou patológicas relacionadas com a perda de fluidos e íons pode ocorrer. Condições ambientais como temperatura e umidade, velocidade média, condições de terreno são fatores determinantes destas alterações (AGUILERA-TEJERO et al., 2001; ROBERT et al., 2010). Intrinsecamente reduções nas concentrações plasmáticas de sódio, potássio, cloreto e cálcio e os desequilíbrios ácido-base são usualmente descritas no final das provas de enduro, sendo que nosso laboratório possui grande experiência neste assunto (TEIXEIRA-NETO et al., 2004; TEIXEIRA-NETO et al., 2012).

O esforço de enduro é caracterizado pela indução, nos atletas da espécie equina, de desidratação considerável devido à prolongada duração do exercício. Como já comentado anteriormente, essa perda de fluido corpóreo é causada pela necessidade de dissipar o calor, que é realizada, essencialmente, por meio da sudorese, principalmente no processo evaporativo de resfriamento,

levando a concomitante redução no volume plasmático com hemoconcentração. Variáveis hematológicas e metabólicas podem se alterar durante o esforço prolongado, e algumas destas modificações, por vezes, fisiológicas, podem comprometer o desempenho atlético (HOFFMAN et al., 2002; BARNES et al., 2010).

Na verdade, a hemoconcentração pode ser causada por dois fatores centrais. O primeiro deles está relacionado ao estímulo induzido pelo exercício que modifica o hemograma de acordo com a intensidade do esforço (FERRAZ et al., 2009), em decorrência da mobilização esplênica de hemácias, tendo a finalidade de aumentar a capacidade de transporte de oxigênio. Esta mobilização esplênica é influenciada pela ação das catecolaminas e, tanto a intensidade quanto a duração do esforço, são importantes na determinação da magnitude desta resposta (MCKEEVER, 2002). A perda de fluidos devido a sudorese é a segunda causa de hemoconcentração. Portanto, os dois eventos, contração esplênica e desidratação, contribuem para a hemoconcentração.

Outro aspecto a ser considerado é que, embora inúmeros fatores possam contribuir para o desenvolvimento da fadiga, do ponto de vista clínico, a progressiva redução dos fluidos corpóreos e de eletrólitos pode influenciar a homeostasia do controle ácido-base produzindo entidades mórbidas importantes, sendo, por vezes, determinantes para continuidade dos atletas nas competições. Esta característica é inerente ao exercício de enduro. Neste sentido, numa prova de enduro de 160 km de distância, BARNES et al., (2010) relataram que equinos eliminados em decorrência de alterações metabólicas apresentaram redução da cloremia. Além da redução do cloreto sérico, um estudo que avaliou mudanças no grau de desidratação e na homeostase ácido-base (ROBERT et al., 2010) encontrou redução nas concentrações plasmáticas de sódio plasmático e aumento do hematócrito, da proteína total, ureia e creatinina.

Com relação à concentração de sódio plasmático, os autores relataram diminuição (SCHOTT et al., 2006; ROBERT et al., 2010), elevação (SLOET van OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 1991) ou um aumento seguido por uma redução (HESS et al., 2005). Independente das alterações encontradas, as concentrações de sódio podem refletir a quantidade de ingestão de água

(CARLSON, 1987). Reduções na natremia correspondem a um excesso relativo de água, tal como ocorre durante a desidratação, quando o sódio e água são reduzidos e uma quantidade significativa somente de água é repostada por meio da ingestão oral (CARLSON, 1987; HESS et al., 2005). Elevações plasmáticas deste íon durante o exercício contribuem para manutenção da hiperosmolaridade, importante fator para manutenção do reflexo da sede (LAVOIE; HINCHCLIFF, 2011).

Ainda a respeito do sódio e relacionando com as perdas de cloreto, é importante considerar que no equino desidratado, normalmente existe pouca alteração na natremia e na osmolaridade. Cavalos podem perder 30 L ou mais de fluido por meio da sudorese com o mínimo de mudanças na osmolaridade e no sódio plasmático. Para dificultar a interpretação, a redução da cloremia é aparentemente inconsistente com a desidratação, isto é a perda de fluidos deveria gerar uma hiperclorêmia pela hemoconcentração, mas o que ocorre é o oposto. Portanto, as variáveis fisiológicas pertinentes para o diagnóstico de desidratação no cavalo são os íons cloretos associados com a concentração de proteínas plasmáticas e o hematócrito (LINDINGER; WALLER, 2008).

Comparando-se as alterações observadas nos íons sódio e cloreto, provavelmente, a hipocloremia está relacionada com uma maior perda de Cl^- em comparação com o Na^+ no suor dos equinos. Além disso, o conteúdo corpóreo permutável de Cl^- é inferior ao Na^+ (SCHOTT et al., 1997). De fato, é conceito tradicional na literatura do cavalo de enduro que no caso de perda acentuada de cloreto ocorre alcalose metabólica hipoclorêmica devido a reabsorção renal de HCO_3^- pois o organismo necessita manter a eletroneutralidade do compartimento extracelular (BORER; CORLEY, 2006).

A dosagem de eletrólitos e outras variáveis sanguíneas fora do laboratório é, frequentemente, um desafio. Usualmente as provas das modalidades equestres são realizadas em locais mais distantes, onde, na maioria das vezes, não há a possibilidade da utilização de equipamentos laboratoriais. Outros fatores como o acondicionamento e transporte das amostras coletadas também podem dificultar a mensuração dessas variáveis. A utilização de equipamentos portáteis pode auxiliar nesta questão, porém é

necessária a avaliação da confiabilidade do equipamento de escolha para a interpretação adequada das variáveis obtidas.

Neste estudo utilizamos o analisador de gases portátil I-Stat®1¹. Um estudo prévio (SILVERMAN; BIRKES, 2002) comparou os valores de pH, P_vCO_2 , P_vO_2 , HCO_3^- e EB obtidos pelo I-Stat®1 e por métodos de análises de referência. Os valores obtidos pelo analisador portátil foram confiáveis e precisos. Outros estudos (LOONEY et al., 1998; PEIRÓ et al., 2010) avaliaram tanto as variáveis hemogasométricas como os eletrólitos, e obtiveram uma alta correlação entre os valores obtidos pelo analisador portátil e pelos métodos de referência, com exceção da variável hematócrito para os equinos. Os valores de hematócrito gerados pelo analisador portátil são inferiores aos gerados pelos métodos de referência, por conta das particularidades dos eritrócitos equinos, tais como diâmetro do eritrócito, formação de *rolleaux*, e rápida sedimentação. Apesar destes dados, Ferraz et al., (2010) publicaram resultados confiáveis de hematócrito utilizando o analisador portátil I-Stat®1.

Alterações fisiológicas ou distúrbios patológicos no equilíbrio ácido-base são comumente observados em atletas da espécie equina que competem tanto no enduro equestre como na modalidade 3T. Portanto, o emprego de métodos que permitam elucidar os mecanismos que provocam as mudanças no pH plasmático e eletrólitos é fundamental do ponto de vista da pesquisa básica, bem como para a tomada de decisão clínica para elaboração de protocolos terapêuticos, como por exemplo fluidoterapia (FIELDING et al., 2012).

Do ponto de vista prático e de acordo com Viu et al., (2010), dois diferentes métodos foram utilizados nas últimas décadas para explicar e descrever alterações celulares ou plasmáticas que interferem na homeostasia ácido-base, a tradicional aplicação da equação de Henderson-Hasselbach, relacionada a dissociação do ácido carbônico e a abordagem proposta por Stewart (1983) que utiliza uma análise quantitativa de soluções iônicas com base em princípios físico-químicos.

O método tradicional é intensamente empregado em trabalhos de pesquisa e na rotina clínica, sendo adequado para descrição de desequilíbrios

¹ I-stat®1 – Abbot Point of Care Inc, Illinois, EUA

ácido-base. Esta abordagem foi adaptada a partir de Henderson-Hasselback e posteriormente modificada por Siggaard-Andersen e utiliza essencialmente as variáveis pH, PCO_2 e HCO_3^- (LINDINGER; WALLER, 2008). Na abordagem tradicional, a ocorrência da acidose metabólica é identificada pelo aumento da concentração de H^+ , diminuição das concentrações de HCO_3^- e pode apresentar aumento na $PVCO_2$, enquanto na alcalose metabólica ocorre o inverso (CORLEY; MARR, 1998). Contudo é importante ressaltar que, nesta abordagem, com a apropriada compensação, as seguintes mudanças podem ocorrer:

Na acidose respiratória aguda, a cada aumento de 10 mmHg na PCO_2 , há um aumento de 1 mmol l^{-1} nas concentrações de HCO_3^- ;

Na acidose respiratória crônica, a cada 10 mmHg de aumento na PCO_2 , já um aumento de 3 a 4 mmol l^{-1} nas concentrações de HCO_3^- ;

Na alcalose respiratória aguda, um decréscimo de 10 mmHg na PCO_2 , gera um decréscimo de 1 a 3 mmol l^{-1} nas concentrações de HCO_3^- ;

Na alcalose respiratória crônica, um decréscimo de 10 mmHg na PCO_2 , gera um decréscimo de 5 mmol l^{-1} nas concentrações de HCO_3^- ;

Acidose metabólica, a PCO_2 diminui 1,2 mmHg para cada 1 mmol l^{-1} de diminuição nas concentrações de HCO_3^- ;

E na alcalose metabólica, a PCO_2 aumenta 0,6 a 1 mmHg para cada 1 mmol l^{-1} de aumento nas concentrações de HCO_3^- (BLACKMORE; BROBST, 1981; BROBST, 1983).

Entretanto, segundo Constable (2000) esta metodologia é mais descritiva do que mecanicista e somente aplicada com precisão ao compartimento plasmático, com valores aproximadamente normais de proteinemia, albuminemia e hemoglobinemia. Contudo, dependendo da intensidade e da duração, estas variáveis se alteram em resposta, normalmente fisiológica, advinda da prática de exercício físico.

Na década de 1980 o canadense Peter Stewart apresentou uma nova abordagem para avaliação do equilíbrio ácido-base diferente do método convencional. Tratou-se de um modelo matemático baseado em conceitos físico-químicos que está relacionado com três princípios elementares: a eletroneutralidade, a lei de conservação das massas e a lei da ação das massas.

O primeiro princípio, a eletroneutralidade, está relacionado com o fato que, em solução aquosa, a somatória de todos os cátions deve ser igual à soma de todos os ânions sendo aplicada ao conceito da diferença de íons fortes (DIF) em inglês, *Strong Ion Difference (SID)*. Com relação a lei da conservação das massas, trata-se de um conceito relacionado com a quantidade de uma substância em solução que se mantém constante, exceto quando adicionada, removida, criada ou destruída. Desta maneira, a concentração de uma substância parcialmente dissociada, é a somatória das formas iônicas e não iônicas. O terceiro princípio diz respeito a lei da ação das massas sendo relacionada com o estado estacionário dinâmico da dissociação do ácido carbônico que será abordada a seguir.

2.4.1. Determinantes físico-químicos do equilíbrio ácido-base

Previamente à introdução da abordagem físico-química ou mecanicista para avaliação do estado ácido-base, três premissas físico-químicas são necessárias para o entendimento destes mecanismos das alterações no pH plasmático de acordo com LINDINGER; WALLER, (2008, p. 353):

1. Um próton dissociado [H⁺] possui existência física extremamente fugaz, aproximadamente 10⁻⁶ segundo, sendo altamente reativo, associando-se de modo rápido com cargas negativas como proteínas, moléculas de OH⁻, HCO₃⁻ e aminoácidos. Desta maneira, os íons H⁺ são diferentes de outros eletrólitos inorgânicos como o Na⁺, K⁺, Cl⁻, que são relativamente não reativos;
2. Os íons H⁺ formam a molécula de água, constituinte prevalente do meio interno corpóreo. Deste modo, a água fornece uma quantidade quase ilimitada de H⁺ para as reações bioquímicas e físico-químicas. Assim, os íons H⁺ são parte do solvente do meio interno corpóreo. Isto acontece devido a habilidade que a água possui em dissociar-se e reassociar-se rapidamente em H⁺ e OH⁻;
3. Devido a estas características físicas e químicas dos íons H⁺ e da água, é fisicamente impossível adicionar prótons a uma solução fisiológica sem adicionar água. Exemplificando, o ácido clorídrico

(HCl), em solução aquosa, está praticamente dissociado em H^+ e Cl^- . Os íons H^+ são parte integral de um sistema aquoso. O ânion de um ácido forte, como o Cl^- pode ser neutralizado, na solução, pela adição equivalente de um cátion de base forte, como o Na^+ . Deste modo, NaOH pode ser adicionado; o Cl^- e Na^+ permanecem totalmente dissociados em solução enquanto que ocorre uma rápida reação entre H^+ e OH^- que reduz a concentração de H^+ . A solução resultante destas reações seria a salina tenderia a um pH neutro.

Continuando, a abordagem físico-química do equilíbrio ácido-base identifica que três variáveis independentes determinam as concentrações das variáveis dependentes e tradicionais, pH e HCO_3^- . A primeira delas é a diferença de íons fortes (DIF) que representa a soma das concentrações dos ânions e cátions de ácido e base fortes. A outra variável é representada pela concentração de tampões fracos totais (A_{tot}) que representa a soma de ácidos e bases fracas. E finalmente, a concentração de dióxido de carbono, que usualmente é mensurada e utilizada como pressão parcial de CO_2 (PCO_2).

O trabalho clássico de STEWART (1983) propôs que a concentração das variáveis dependentes íons H^+ ou pH, e HCO_3^- são determinadas pelas variáveis independentes DIF, PCO_2 e pelo A_{tot} . Em equinos atletas a DIF pode ser utilizada para avaliação do controle ácido-base sanguíneo durante o exercício (LINDINGER; WALLER, 2008). A DIF relaciona a soma de cátions fortes como sódio e potássio menos a soma de ânions fortes como cloreto e lactato, sendo representada pela seguinte fórmula:

$$[DIF] = ([Na^+] + [K^+]) - ([Cl^-] + [lactato^-])$$

O termo “forte” utilizado nos livros-texto e artigos (STEWART, 1983, LINDINGER; WALLER; 2008; FERRAZ et al., 2010) sobre o tema, e na presente dissertação, refere-se ao fato que um íon estará completamente dissociado em solução aquosa, como a maioria dos íons inorgânicos como o Na^+ , K^+ e Cl^- . Alguns íons orgânicos também são fortes, como o lactato⁻ ($pK_a=3,86$) e a fosfocreatina (PCr^{2-} , $pK_a=4,5$).

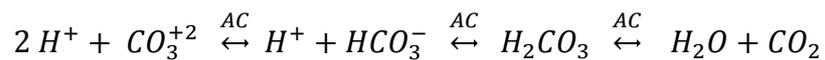
Um ânion é um ácido por definição (LINDINGER; WALLER; 2008). A adição de um ânion forte numa solução, desacompanhada de um acréscimo proporcional de uma base forte resultará na acidificação da solução. O inverso também é verdadeiro. Desta maneira, os íons fortes são determinantes das concentrações de H^+ e HCO_3^- , pois substâncias podem afetar diretamente a associação ou não da molécula de água e, desta maneira, determinam as concentrações de H^+ e OH^- numa solução.

Do ponto de vista prático, uma redução da concentração da DIF, sem a concomitante mudança na PCO_2 e A_{tot} , devido a qualquer diminuição de cátions ou aumento da concentração de um ânion forte provocará um incremento da concentração de H^+ e um decréscimo da concentração de HCO_3^- . O resultado será uma acidificação. Contrariamente, a elevação da concentração da DIF indica alcalinização e diminuição da concentração de H^+ e incremento da concentração HCO_3^- .

Já a terminologia “fraco”, da variável A_{tot} , está relacionada com aqueles ânions ácidos e cátions básicos que não estão totalmente dissociados em solução. Isto posto, quando, por exemplo, o fosfato de sódio (Na_2HPO_4) é adicionado a uma solução aquosa, dois íons Na^+ são acrescidos, se dissociam completamente. Um anión HPO_4^{2-} é formado e, contrariamente ao Na^+ , o HPO_4^{2-} não se dissocia devido a reação com o H^+ da solução aquosa. Desta maneira, o HPO_4^{2-} é também parcial e instantaneamente transformado em H_3PO_4 , $H_2PO_4^-$ e PO_4^{3-} . Esta característica do fosfato é o que torna os “fosfatos” e muitos outros ânions ácidos fracos como o bicarbonato, tamponantes de H^+ . O anión ácido fraco predominante no fluido extracelular é a albumina, enquanto que no meio intracelular, como nas fibras musculares, temos resíduos de histidina derivados de proteínas. Como no caso da DIF, o A_{tot} também pode afetar as concentrações de H^+ e HCO_3^- nas soluções aquosas.

O sistema dióxido de carbono (CO_2) é a terceira variável independente. O CO_2 é efetivamente um ácido forte (LINDINGER; WALLER; 2008). Além disso, como é o principal produto da respiração celular é frequentemente referido como ácido respiratório. Classicamente, o meio primário para eliminação do excesso de CO_2 corpóreo é através da respiração (JONES; HEIGENHAUSER, 1996). O dióxido de carbono é um ácido forte devido a sua capacidade de se combinar

com a água aumentando a concentração de H^+ ao mesmo tempo elevando a concentração de HCO_3^- . Esta reação efetivamente acidifica as soluções aquosas corpóreas. Aproximadamente 95% do total de CO_2 corpóreo está sob a forma de HCO_3^- , com menores concentrações de H_2CO_3 , CO_3^{2-} , CO_2 dissolvido ou ligado à proteína. As reações químicas envolvidas na hidratação ou desidratação do CO_2 são:



Ainda sobre a abordagem físico-química, a literatura relata que se trata de uma visão mecanicista, aprofundada e quantitativa sobre a fisiopatogenia dos distúrbios ácido-base. Trata-se de um método quantitativo que explica como o pH e as concentrações de bicarbonato podem ser afetadas por modificações nas concentrações de proteínas plasmática e fosfatos, bem como por alterações na concentração de íons fortes, tais como o sódio, potássio, cloreto e lactato (CONSTABLE, 1997), que pode ser muito útil na decisão das terapias específicas para os atletas da espécie equina que desenvolverem distúrbios metabólicos decorrentes do exercício físico.

Tanto o método tradicional como a DIF foram empregados como indicadores do estado ácido-base bem como na determinação tanto da demanda metabólica como na quantificação indireta da sobrecarga de esforço em cavalos de pólo (FERRAZ et al., 2010).

Um aspecto a ser considerado é a dificuldade na interpretação das mudanças no estado ácido-base que podem ocorrer, nos equinos, durante eventos esportivos devido às principais variáveis que se alteram simultaneamente, em direção opostas. Estas alterações complexas requerem um método que avalia o equilíbrio ácido-base não focado apenas nas variáveis dependentes, pH e bicarbonato, como no método tradicional, mas num método alternativo que avalia as alterações utilizando variáveis independentes como a PCO_2 , DIF e A_{tot} concentrações de tampões fracos não voláteis (VIU et al., 2010).

3. OBJETIVOS

1. Objetivou-se determinar a frequência cardíaca, as variáveis eletrolíticas e hemogasométricas de equinos com desempenhos distintos submetidos a uma corrida de 3T e diferenciar os grupos de desempenhos pelas abordagens tradicional e físico-química.
2. Adicionalmente, avaliamos e comparamos as possíveis alterações hidroeletrólíticas e no equilíbrio ácido-base, por meio das abordagens tradicional e mecanicista, em equinos competidores da corrida de 3T com equinos finalistas de uma prova de enduro de 160 km.
3. Avaliou-se os principais distúrbios apresentados nos equinos eliminados na competição de enduro.
4. Finalmente, realizou-se a comparação entre duas metodologias de cálculo da variável A_{tot} .

4. MATERIAL E MÉTODOS

Realizaram-se dois experimentos, sendo o primeiro uma simulação de prova de 3T com equinos de diferentes níveis de desempenho e o segundo, a monitoração de uma prova oficial de enduro de 160 km. Os experimentos serão descritos a seguir.

4.1. Modalidade três Tambores (3T)

4.1.1. Animais e manejo

Utilizaram-se 10 equinos da raça Quarto de Milha, 5 machos e 5 fêmeas, com peso médio de aproximadamente 480 kg, provenientes do Haras EAERP (Escola de Adestramento Equestre de Ribeirão Preto) localizado no município de Ribeirão Preto. Todos os animais foram submetidos ao exame clínico

completo, onde foram considerados hígidos e aptos para participação no experimento. Todos os animais apresentavam treinamento para a modalidade 3T. Os equinos foram distribuídos em dois grupos, sendo um de desempenho superior (DS, n=5), composto por 3 machos e 2 fêmeas e outro de desempenho inferior (DI, n=5), composto por 2 machos e 3 fêmeas. Essa distribuição foi realizada pelo treinador responsável baseando-se na experiência prévia dos equinos em provas oficiais. No grupo DS, todos os equinos tiveram histórico prévio em provas oficiais. Já os equinos do grupo DI nunca competiram em provas oficiais, sendo utilizados muitas vezes somente com a finalidade de lazer ou equitados somente por crianças.

4.1.2. Simulação da prova de 3T

Os animais dos grupos DS e DI foram submetidos a um aquecimento de 20 minutos, utilizado durante a rotina de treinamento e provas, e a uma corrida (tiro) num circuito de 125 m padronizado para a modalidade 3T.

4.1.3. Determinação da FC e velocidade na modalidade 3T

A determinação da frequência cardíaca e da velocidade foi realizada por meio de um frequencímetro acoplado a GPS² (Figura 2). Cabe informar que somente no experimento 1 monitorou-se a FC.



Figura 2. Frequencímetro adaptado para equinos

² Garmin 310XT® – Garmin Ltda, Kansas, EUA.

Obtiveram-se as velocidades médias (V_m) e das velocidades médias de pico (V_{mpico}) dos diferentes grupos (DS e DI). Determinaram-se as frequências cardíacas médias (FC_m) e as frequências cardíacas de pico (FC_{pico}). Além disso, obtiveram-se os tempos percorridos pelos dois grupos experimentais.

4.1.4. Amostras de sangue

As coletas de sangue para o grupo DS e DI foram realizadas antes e imediatamente após o término da simulação da prova de três tambores e utilizadas para a dosagem das variáveis fisiológicas e hemogasométricas. Acondicionou-se as amostras sanguíneas em tubos com pressão negativa contendo EDTA e fluoreto de sódio³, para dosagem de lactato e glicose. Utilizaram-se tubos sem anticoagulante para as análises bioquímicas. Todas as amostras foram acondicionadas em recipiente com água e gelo para posterior análise no laboratório de fisiologia do exercício equino e farmacologia (LAFEQ). Coletou-se de sangue evitando o contato com o oxigênio em seringas de 3,0 ml para análises da hemogasométricas que foram realizadas imediatamente após a obtenção das amostras em hemogasômetro portátil⁴, utilizando-se cartuchos CG8⁵.

³ Tubos EDTA com fluoreto de sódio, 5,0 mL Vacutainer BD®, BD – SP, Brasil.

⁴ I-Stat - Abbot Point of Care Inc, Illinois, EUA

⁵ Cartucho CG8+ – Abbot Point of Care Inc, Illinois, EUA

4.2. Modalidade enduro (160 km)

4.2.1. Animais e prova

Utilizaram-se dezoito equinos da raça PSA, 13 machos e 5 fêmeas, adultos, categoria CEI3*, que realizaram uma competição de 160 km de distância. Todos os animais participantes passaram por exames clínicos completos padronizados pela FEI e realizados por médicos veterinários credenciados pela CBH (Confederação Brasileira de Hipismo) e pela FEI. Todos os animais participantes deste estudo estavam aptos para a realização desta competição, de acordo com os exames clínicos e a qualificação CEI3* (FEI 2014). Os cavalos participantes deste estudo receberam vários tipos de suplementos nutricionais e eletrolíticos antes, durante e depois da corrida. Por se tratar de estratégia de corrida, individual de cada conjunto, não tivemos acesso a descrição pormenorizada desta suplementação. A competição foi realizada como uma prova seletiva para o campeonato mundial de enduro do ano de 2012, organizada pela Confederação Brasileira de Hipismo (CBH), sendo realizada em Brasília – DF. A competição foi dividida em seis etapas sendo a 1ª e a 2ª com 33 km, a 3ª com 27 km, a 4ª e a 5ª com 24,5 e a 6ª e última com 18 km. Utilizamos a identificação que foi dada aos competidores (29 a 43) pela FEI. As condições ambientais foram de 17–26 °C de temperatura, 60–70% de umidade relativa e altitude de 1172 m. A largada da competição foi realizada às 05:00 (horário local de Brasília – GMT -03:00) e a chegada aconteceu entre o horário de 17:39 e 18:35. Os proprietários ou responsáveis pelos competidores foram previamente informados sobre o propósito do estudo e autorizaram formalmente a coleta de sangue venoso dos equinos conforme exigência do CEUA local (UnB – Universidade de Brasília), número 47819/2012. A velocidade média dos equinos foi de 17 km h⁻¹ (dados fornecidos pelos organizadores da prova).

4.2.2. Momentos e coleta de sangue

A primeira coleta foi realizada na noite anterior à competição (M0). Os pontos subsequentes foram na primeira checagem veterinária (66 km, M1), ao final da prova (160 km, M2). No período de recuperação utilizaram-se os momentos 2 h (M3) e 15 h (M4) após a prova. Realizaram-se as coletas de sangue por meio de venopunção jugular. Acondicionaram-se as amostras sanguíneas em tubos com pressão negativa contendo EDTA e fluoreto de sódio⁶, para dosagem de lactato e glicose. Utilizaram-se tubos sem anticoagulante, para as análises bioquímicas. Coletou-se de sangue evitando o contato com o oxigênio em seringas de 3,0 ml para análises da hemogasométricas que foram realizadas imediatamente após a obtenção das amostras em hemogasômetro portátil⁷, utilizando-se cartuchos CG8⁺⁸.

4.3. Determinação das variáveis

Todas as amostras, para os 2 experimentos, foram acondicionadas em recipiente com água e gelo para posterior análise no laboratório de fisiologia do exercício equino e farmacologia (LAFEQ). Coletou-se sangue evitando-se o contato com o oxigênio em seringas de 3,0 ml para determinação da hemogasometria que foi quantificada imediatamente após a obtenção das amostras em analisador portátil⁹ (cartuchos CG8⁺¹⁰). As variáveis obtidas foram pH, pressão parcial venosa de dióxido de carbono (P_vCO_2), a pressão parcial venosa de oxigênio (P_vO_2), dióxido de carbono total (tCO_2), o excesso/déficit de base (EB), a saturação venosa de oxigênio na hemoglobina ($svO_2\%$), as

⁶ Tubos EDTA com fluoreto de sódio, 5,0 ml - Vacueteiner BD®, São Paulo, Brasil.

⁷ I-Stat - Abbot Point of Care Inc, Illinois, EUA

⁸ Cartucho CG8+ – Abbot Point of Care Inc, Illinois, EUA

⁹ I-stat@1 – Abbot Point of Care Inc, Illinois, EUA

¹⁰ Cartucho CG8+ – Abbot Point of Care Inc, Illinois, EUA

concentrações de bicarbonato (HCO_3^-), íon sódio (Na^+), íon potássio (K^+), cálcio ionizado (Ca^{++}), hemoglobina total (Hb) e o hematócrito (Ht). Para a modalidade enduro, a correção de temperatura foi obtida por valores de temperatura corporal estimados, que foram para os momentos do repouso, 2 e 15 horas após a competição de $37,8\text{ }^\circ\text{C}$ e para os momentos 66 km e 160 km de $38,5\text{ }^\circ\text{C}$. Outras alíquotas de sangue venoso foram obtidas para posterior separação de plasma e soro e mensuração de íons cloreto (Cl^-), fósforo (P_i), proteína plasmática total (PPT), albumina (Alb), globulina (Glo) e ureia, quantificadas por metodologia bioquímica em espectrofotômetro¹¹. As concentrações de lactato sanguíneo e glicose foram determinadas pelo método eletro enzimático, com o auxílio de um bioanalisador automático¹².

4.4. Determinação de variáveis calculadas

O método tradicional para avaliação do estado ácido-base foi complementado por meio do cálculo do ânion gap (AG) por meio da equação descrita por EMMETT e NARINS (1977):

$$AG = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$$

A análise físico-química (mecanicista) do equilíbrio ácido-base foi realizada utilizando-se o método descrito por Stewart (1983) e simplificado por Constable (1997) e Mckeena et al., (1997). A diferença de íons fortes (DIF), íon gap forte (IGF) e a concentração de tampões fracos não voláteis (A_{tot}) foram calculados por meio das seguintes fórmulas:

$$[DIF] = ([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) - ([\text{Cl}^-] + [\text{lactato}^-])$$

$$A_{tot} = 2,45 \times \text{proteína total (MCKEENA, 1997)}$$

$$A_{tot} = 2,25 \times \text{albumina} + 1,4 \times \text{globulina} + 0,59 \times P_i \text{ (CONSTABLE, 1997)}$$

¹¹ BIO 2000 – Labtest, São Paulo, Brasil

¹² YSI 2300 – Yellow Springs, Ohio, EUA

$$IGF = \frac{A_{tot}}{1 + 10^{(pKa-pH)}} - AG$$

O valor utilizado para a Ka do plasma ($2.22 \times 10^{-7} \text{ Eq.l}^{-1}$; pKa = 6,65) foi determinado experimentalmente por Constable (1997). Para avaliar os distúrbios foram utilizados os valores de A_{tot} calculados pelo método proposto por Constable (1997).

Também foi calculada a osmolaridade (Osm) do plasma de acordo com a seguinte formula (VIU et al., 2010):

$$Osmolaridade = 2(Na^+ + K^+) + glicose + \frac{Uréia + 0,47}{2,8}$$

As variáveis Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Cl^- , lactato⁻, glicose, ureia e P_i , para a modalidade enduro, foram corrigidas para retirada do efeito da hemoconcentração provocada pela desidratação, de acordo com o proposto por (CWYNSKA et al., 2011):

$$V_{Corr} = V \times \frac{PPT_1}{PPT_2}$$

Onde: V_{corr} = Variável corrigida; V = variável sem correção; PPT_1 = proteína Plasmática total antes do exercício e PPT_2 = proteína plasmática total depois do exercício.

4.5. Comparação das modalidades 3T e Enduro

Para esta comparação, descartamos a distribuição previamente utilizada no experimento 1. Portanto, utilizaram-se para o a modalidade 3T, um grupo de 10 animais. Para a modalidade enduro, nós utilizamos somente os animais finalistas, consistindo em 10 animais. Em relação aos momentos comparados, utilizaram-se os momentos antes e após na modalidade 3T, e os momentos, M0 (antes) e M2 (imediatamente após) da modalidade enduro

As variáveis utilizadas para a comparação foram as que permitiram utilizar as abordagens tradicional e mecanicista: pH, P_vCO_2 , HCO_3^- , EB, albumina, globulina, DIF, A_{tot} , *anion gap*, IGF Na^+ , K^+ , Cl^- , Lactato, P_i .

4.6. Compilação dos resultados e análise estatística

Realizou-se análise estatística utilizando-se o programa computacional *Sigmaplot v.12*¹³ e os resultados foram apresentados como média \pm desvio padrão da média. Gráficos demonstrando a relação individual das variáveis fisiológicas obtidas nas diferentes modalidades e nos diferentes experimentos foram confeccionados e os resultados expressos em média \pm erro padrão da média.

Para avaliação da normalidade dos dados utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk. Para avaliação do efeito provocado pelo esforço físico sobre as variáveis obtidas no experimento 1 empregou-se o teste t de student, para amostras pareadas. Para comparação entre os grupos DS e DI utilizou-se o teste t de student para amostras não pareadas.

Realizou-se no experimento 2, análise de variância (ANAVA) de uma via para amostras repetidas no tempo, seguido pelo teste de Tukey, quando necessário. Para os dados não paramétricos empregou-se o teste de Friedman. Para a comparação dos equinos finalistas e eliminados na modalidade enduro equestre foi realizado teste t para amostras não pareadas. Para comparação entre as modalidades 3T e Enduro, utilizou-se análise de variância (ANAVA).

A partir dos resultados obtidos nos equinos finalistas da modalidade Enduro 160 km, realizamos teste t entre os valores calculados de A_{tot} (MCKEENA et al., 1997) e A_{tot} (CONSTABLE, 1997). O grau de concordância entre os métodos foi calculado como descrito por Bland e Altman, 1986. Adicionalmente

¹³ Sigmaplot vs.12 - StatSoft Inc., Tulsa, EUA

foi realizada correlação de Spearman entre os valores de A_{tot} . Para todas as análises estabeleceu-se o nível de significância em 5% ($p < 0,05$).

5. RESULTADOS

5.1. Modalidade três tambores (3T)

Os valores relacionados às velocidades e as frequências cardíacas obtidos na simulação da prova de 3T estão revelados na Tabela 1. Não houve diferenças entre os valores das velocidades médias (V_m) e das velocidades médias de pico (V_{mpico}) dos diferentes grupos (DS e DI). Também não foi observada diferença para os valores das frequências cardíacas médias (FC_m) e das frequências cardíacas de pico (FC_{pico}).

Tabela 1. Valores das médias \pm desvio padrão das variáveis velocidade média (V_m), velocidade média de pico (V_{mpico}), frequência cardíaca média (FC_m) e frequências cardíacas de pico (FC_{pico}) de equinos da raça QM apresentando desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI) antes e após simulação de prova de três tambores (3T) – Ribeirão Preto, 2012.

Variáveis		V_m (km h ⁻¹)	V_{mpico} (km h ⁻¹)	FC_{pico} (bpm)	FC_m (bpm)	Tempo (s)
Grupos	DS	28,8 \pm 0,6	30,7 \pm 1,1	206 \pm 8,7	181 \pm 7,5	19,7 \pm 0,5
	DI	21,9 \pm 0,7	27,7 \pm 5,4	203 \pm 12,9	177 \pm 3,5	20,5 \pm 0,6
Médias		22,4 \pm 0,8	29,23 \pm 4,1	205 \pm 10,6	179 \pm 5,9	20,2 \pm 0,7

^{ab} - letras na mesma coluna indicam diferença estatística

Os tempos percorridos pelos dois grupos durante a prova foram 19,7 \pm 0,5 segundos e 20,5 \pm 0,6 segundos, para os grupos DS e DI, respectivamente, e não houve diferença estatística entre os tempos de prova.

De acordo com a Figura 3, após o esforço de 3T, observa-se que houve elevação dos valores de lactato para os equinos do grupo DS quando comparado ao DI, sendo os valores de 13,1 \pm 1,5 e 10,5 \pm 0,8 mmol l⁻¹, respectivamente. Em

relação aos valores da lactatemia de repouso observamos maiores valores no grupo DI.

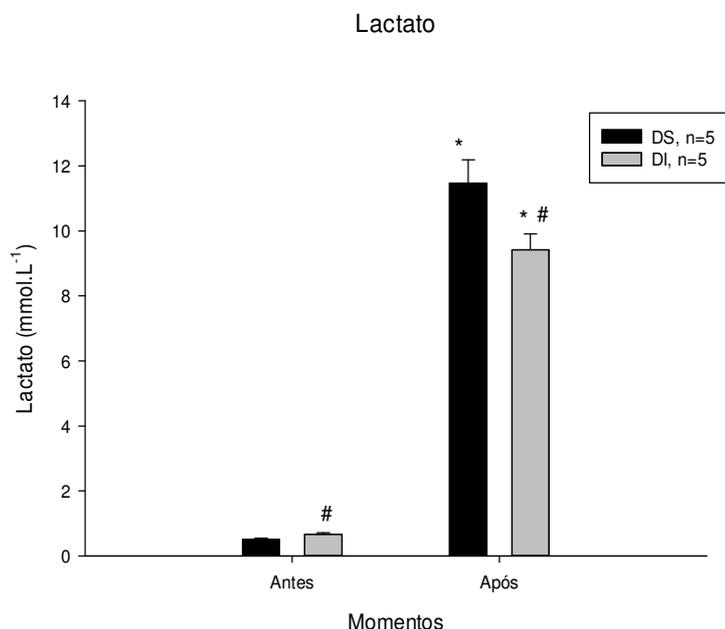


Figura 3. Representação gráfica das concentrações de lactato (Lac^-) de equinos da raça QM apresentando desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e depois da simulação da prova de três tambores (3T). * Significa aumento após o esforço, # significa diferença entre os grupos ($p < 0,05$)

Para os grupos DS e DI foram feitas comparações entre as variáveis sanguíneas e seus resultados estão apresentados na Tabela 2. Os valores de hematócrito (Ht) e hemoglobina (Hb) aumentaram após a prova de 3T. Porém, não houve diferença quando comparamos os grupos entre si.

A proteína total aumentou somente no grupo DS, comportamento seguido pela concentração de globulinas. O esforço aumentou a albuminemia nos dois grupos, sendo que o DS as concentrações desta foram maiores pós esforço. Não houve diferença na glicemia, tanto entre os momentos, quanto entre os grupos. Não foram observadas alterações nas concentrações séricas ureia após o exercício em ambos os grupos e entre os grupos.

Tabela 2. Médias \pm desvio padrão de variáveis fisiológicas de equinos da raça QM apresentando desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI) antes e após simulação de prova de três tambores (3T) – Ribeirão Preto, 2012.

Variáveis	Valores de referência £	DS		DI	
		Antes	Após	Antes	Após
Ht	36 a 44	33,6 \pm 3,9	51,0 \pm 4,0*	33,0 \pm 3,9	47,2 \pm 3,0*
Hb	11 a 19	11,4 \pm 1,3	17,3 \pm 1,3*	11,2 \pm 1,3	16,0 \pm 1,0*
PPT	6,5 a 7,5	6,0 \pm 0,4	6,9 \pm 0,3*	6,2 \pm 0,4	7,0 \pm 0,6
Alb	3,4 a 4,7	2,5 \pm 0,1	2,9 \pm 0,1*	2,3 \pm 0,1	2,6 \pm 0,2*#
Glo	2,6 a 3,6	3,4 \pm 0,4	3,9 \pm 0,3*	3,9 \pm 0,5	4,4 \pm 0,7
Gli	5,45 a 5,98	3,23 \pm 0,2	3,43 \pm 0,5	3,3 \pm 0,2	3,0 \pm 0,5
Ureia	9 a 20	35,7 \pm 8,0	35,0 \pm 8,3	38,7 \pm 6,0	40,2 \pm 5,4

Ht = Hematócrito, Hb = hemoglobina, PPT = proteína plasmática total, Alb = albumina, Glo = globulina, Gli= glicose; Ht está expresso em %, Hb, PPT, Alb, Glo em g dl⁻¹, gli em mmol l⁻¹, ureia em mg.dl⁻¹. * na mesma linha significa diferença entre os momentos; # na mesma linha significa diferença entre os grupos no mesmo momento ($p < 0,05$); £ SOMA et al., 1996; CONSTABLE, 1997; KINGSTON, 2004; TORIBIO et al., 2001 NAVARRO et al., 2005

As variáveis hemogasométricas estão apresentadas na Tabela 3. Podemos perceber, após o esforço, uma redução nos valores de pH e na concentração do íon bicarbonato em ambos os grupos. No presente estudo a pressão parcial de CO₂ diminuiu somente no momento após o esforço no grupo DI. O EB e a tCO₂ diminuíram no momento após em ambos os grupos.

Tabela 3. Médias \pm erro padrão das variáveis hemogasométricas de equinos da raça QM apresentando desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI) antes e após simulação de prova de três tambores (3T). Ribeirão Preto, 2012.

Variáveis	Valores de referência £	DS		DI	
		Antes	Após	Antes	Após
pH	7,31 a 7,45	7,42 \pm 0,01	7,18 \pm 0,03*	7,41 \pm 0,01	7,24 \pm 0,01*
HCO ₃ ⁻	24 a 30	31,5 \pm 0,7	17,7 \pm 1,5*	30,2 \pm 0,4	18,9 \pm 0,6*
P _v CO ₂	41 a 53	49,1 \pm 1,2	48,7 \pm 2,3	48,2 \pm 0,7	44,9 \pm 1,12*
P _v O ₂	35 a 40	29,6 \pm 3,5	52,6 \pm 4,7*	28,4 \pm 3,3	50,0 \pm 3,1*
S _v O ₂	75%	54,4 \pm 6,6	69 \pm 4,8*	51,2 \pm 8,1	72,6 \pm 3,7*
EB	-1 a 7	7,2 \pm 1,9	-10,2 \pm 4,2*	5,8 \pm 0,8	-8,0 \pm 1,8*
tCO ₂	28 a 35	31,5 \pm 1,6	18,8 \pm 3,2*	30,2 \pm 0,9	20,2 \pm 1,7*
Lac ⁻	<2	0,507 \pm 0,08	13,1 \pm 1,5*	0,664 \pm 0,11#	10,5 \pm 0,8*#

HCO₃⁻= bicarbonato, P_vCO₂ = pressão parcial venosa de dióxido de carbono, P_vO₂= pressão parcial de oxigênio, sO₂= saturação de oxigênio, EB= excesso de base, tCO₂ = dióxido de carbono total, lac= lactato; P_vCO₂, PO₂ e tCO₂ estão expressos em mmHg, sO₂ em %, e EB em mEq l⁻¹; * na mesma linha significa diferença entre os momentos; # na mesma linha significa diferença entre os grupos; £ SOMA et al., 1996; NAVARRO et al., 2005; GONDIM et al., 2013

Os resultados das variáveis eletrolíticas estão registrados na Tabela 4. Podemos observar o aumento dos valores do cátion sódio, no momento após em ambos os grupos. Não houve alteração na calemia após o esforço em ambos os grupos, comportamento seguido pelo íon cloreto. A cloremia de repouso dos animais do grupo DI foi superior às do grupo DS. O íon fósforo aumentou após o exercício somente no grupo DI. O Ca⁺⁺ diminuiu no momento após o esforço em ambos os grupos DS e DI. Com relação à osmolaridade, podemos observar aumento após a simulação em ambos os grupos.

Tabela 4. Médias \pm desvio padrão dos eletrólitos de equinos da raça QM apresentando desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI) antes e após simulação de prova de três tambores (3T). Ribeirão Preto, 2012.

Variáveis	Valores de referência £	DS		DI	
		Antes	Após	Antes	Após
Na ⁺	134 a 144	138 \pm 0,9	143 \pm 2,9*	139 \pm 0,8	142 \pm 0,7*
K ⁺	3,5 a 4,5	3,8 \pm 0,05	3,7 \pm 0,2	3,5 \pm 0,2	4,1 \pm 0,4
Cl ⁻	90 a 100	94 \pm 2,0	96 \pm 3,0	102 \pm 4,6#	97 \pm 7,1
Pi	1,5 a 4,5	3,8 \pm 0,2	4,1 \pm 0,6	3,7 \pm 0,3	4,4 \pm 0,4*
Ca ⁺⁺	1,4 a 1,6	1,6 \pm 0,05	1,4 \pm 0,04*	1,6 \pm 0,04	1,4 \pm 0,07*
Osm	279 a 296	301 \pm 6,4	310 \pm 8,4*	303 \pm 4,4	310 \pm 2,3*

Na⁺= sódio, K⁺= potássio, Cl⁻ = cloreto. Pi= fósforo, Ca⁺⁺= cálcio e , osm = osmolaridade; Na⁺, K⁺, Cl⁻ e Ca⁺⁺ estão expressas em mmol.l⁻¹, Pi em mg.dl⁻¹ e Osm em mOsm.kg⁻¹; * na mesma linha significa diferença entre os momentos; # na mesma linha significa diferença entre os grupos (p<0,05); £ SOMA et al., 1996; CONSTABLE, 1997; KINGSTON, 2004; NAVARRO et al., 2005

As variáveis calculadas para identificação das alterações no equilíbrio ácido-base estão apresentadas na Tabela 5. Para a variável calculada DIF, observamos maiores valores de repouso nos animais do grupo DS. Houve redução dos valores de DIF após o exercício somente no grupo DS. O *anion gap* aumentou após o esforço em ambos os grupos, não apresentando alteração entre os grupos. O A_{tot} aumentou somente após e exercício no grupo DS. O íon gap forte diminuiu após o esforço tanto no DS como no DI, não apresentando diferença entre os grupos.

Tabela 5. Médias \pm desvio padrão das variáveis calculadas: diferença de íons fortes (DIF), *anion gap* (AG), concentração de tampões fraços não voláteis (A_{tot}) e íon gap forte (IGF) de equinos da raça QM apresentando desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI) antes e após simulação de prova de três tambores (3T). Ribeirão Preto, 2012.

Variáveis	Valores de referência £	DS		DI	
		Antes	Após	Antes	Após
DIF	37 a 43	47,7 \pm 1,2	39,9 \pm 4,7*	39,7 \pm 2,0#	37,7 \pm 3,4
AG	8 a 13	16,6 \pm 1,8	35,3 \pm 5,6*	10,1 \pm 2,3	29,3 \pm 6,0*
EB	-1 a 7	7,2 \pm 1,9	-10,2 \pm 4,2*	5,8 \pm 0,8	-8,0 \pm 1,8*
A_{tot}	12 a 15	12,8 \pm 0,6	14,6 \pm 0,6*	12,9 \pm 0,4	14,6 \pm 1,0
IGF	-2 a +6	-5,6 \pm 4,3	-24,0 \pm 6,0*	1,0 \pm 5,2	-17,6 \pm 5,9*

Os valores de DIF, AG estão expressos em mmol.l⁻¹, A_{tot} em mEq.l⁻¹; * na mesma linha significa diferença entre os momentos; # na mesma linha significa diferença entre os grupos (p<0,05) £SOMA et al., 1996; CONSTABLE, 1997; NAVARRO et al., 2005; LINDINGER; WALLER, 2008.

O principal distúrbio identificado em ambos os grupos, pelas abordagens tradicional e físico química, foi a acidose metabólica. Houve coincidência diagnóstica de 100% entre as abordagens.

5.2. Modalidade Enduro (160 km)

Onze animais completaram a prova, 5 animais foram eliminados por problemas metabólicos (1 no quinto anel, 1 no quarto anel e 1 no terceiro anel), 2 foram eliminados por claudicação (1 no segundo anel e 1 no quinto anel), e um animal foi retirado da competição pelo proprietário no terceiro anel. O equino número 32 foi retirado deste estudo por ter sido eliminado antes do segundo anel (66 km). O equino número 37, terminou a prova com uma hora de diferença do penúltimo colocado, sendo excluído dos equinos finalistas. Para os propósitos

deste estudo, todos os animais eliminados após o segundo anel (66 km) foram incluídos nas análises, conforme metodologia também adotada por Viu et al., (2010). A velocidade média dos animais finalistas foi de 17 km h⁻¹.

O tempo médio de coleta dos animais do grupo finalistas estão discriminados na Tabela 6. Os equinos eliminados foram avaliados individualmente, já que possuíram momentos de coleta diferentes, impossibilitando a comparação estatística dos dados com os finalistas. O animal finalista (37) que foi retirado da análise estatística foi avaliado, individualmente, juntamente com os animais eliminados.

Tabela 6. Número de horas percorridas* por cada equino finalista da prova de enduro de 160 km, após o início da corrida nos momentos de coleta 66 km (M1), 160 km (M2), 2 horas (M3) e 15 horas após (M4). Brasília, 2012.

Momento	M1	M2	M3	M4
Animal				
31	01:58:18	12:39:33	14:39:33	29:39:33
41	01:57:34	12:49:13	14:49:13	29:49:13
38	01:57:21	12:49:16	14:49:16	29:49:16
36	01:59:31	12:52:16	14:52:16	29:52:16
30	02:01:15	12:57:46	14:57:46	29:57:46
35	01:57:53	12:57:55	14:57:55	29:57:55
43	01:58:22	12:57:59	14:57:59	29:57:59
29	01:57:29	12:59:04	14:59:04	29:59:04
40	01:57:44	13:15:17	15:15:17	30:15:17
26	01:58:34	13:19:34	15:19:34	30:19:34
Média	1:58:24	12:57:47	14:57:47	29:57:47
DP	0:01:11	0:11:59	0:11:59	0:11:59

* Dados oficiais fornecidos pela CBH /FEI; Formato (HH:MM:SS).

As variáveis sanguíneas relacionadas à prova de enduro estão descritas na Tabela 7. Não houve nenhuma alteração nas variáveis hematimétricas. As

proteínas totais aumentaram somente duas horas após a competição quando comparados ao momento 15 horas. Não houve alterações na glicemia durante todos os momentos de coleta. Houve um aumento nas concentrações séricas de ureia ao final da competição e 15 horas após quando comparados aos valores de repouso.

Tabela 7. Média \pm desvio padrão das variáveis fisiológicas, de equinos finalistas de uma prova de Enduro de 160 km, nos momentos antes (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), e imediatamente (M3) e 15 horas após (M4). Brasília, 2012.

	Valores de Referência £	M0	M1	M2	M3	M4
Ht	36 a 44	36 \pm 5,06a	41,1 \pm 8,4a	44,1 \pm 11,2a	39,2 \pm 7,2a	39,1 \pm 5,5a
Hb	11 a 19	12,3 \pm 1,9a	13,9 \pm 2,9a	15,0 \pm 3,8a	12,4 \pm 2,8a	13,3 \pm 1,8a
PPT	6,5 a 7,5	6,5 \pm 0,3ab	6,7 \pm 0,5ab	7,0 \pm 0,8ab	7,3 \pm 0,8a	6,4 \pm 0,5b
Alb	3,4 a 4,7	3,0 \pm 0,1a	2,7 \pm 0,5a	2,92 \pm 0,4a	2,7 \pm 0,7a	2,9 \pm 0,3a
Glo	2,6 a 3,6	3,5 \pm 0,3a	3,8 \pm 0,5a	3,6 \pm 0,5a	3,7 \pm 0,9a	3,5 \pm 0,4a
Gli	5,45 a 5,98	3,6 \pm 20,4a	3,6 \pm 0,9a	3,5 \pm 1,4a	3,7 \pm 0,7a	4,3 \pm 1,0a
Ureia	9 a 20	33,5 \pm 8,0b	36,3 \pm 10b	61,7 \pm 19,9a	50,6 \pm 21,4ab	68,1 \pm 27,1a

Ht = Hematócrito, Hb = hemoglobina, PPT = proteína plasmática total, Alb = albumina, Glo = globulina, Gli= glicose; Ht está expresso em %, Hb, PPT, Alb, Glo em g.dl⁻¹, ureia em mg.dl⁻¹ e gli em mmol.l⁻¹; a-b letras diferentes na mesma linha significam diferença estatística pelo teste de Tukey (p<0,05). £SOMA et al, 1996; CONSTABLE, 1997; KINGSTON, 2004; TORIBIO et al., 2001 NAVARRO et al., 2005

A Tabela 8 registra as variáveis hemogasométricas. Houve um aumento dos valores de pH durante e após a competição e após a corrida o pH (Figura 4) retornou aos valores de repouso. A concentração de HCO₃⁻ diminuiu no momento duas horas após quando comparado aos valores de repouso (Figura 5). Os valores de PvCO₂ (Figura 6) apresentaram redução imediatamente e duas horas após a corrida, retornando aos valores de repouso 15 horas após.

A PvO₂ aumentou no momento 66 km, quando comparado aos valores de repouso. Ao final da competição os valores desta variável retornaram aos valores de repouso. Não houve alteração da variável SvO₂ durante a competição.

Os valores de EB aumentaram no momento 66 km e diminuíram no momento duas horas após quando comparados aos valores de repouso. A variável $t\text{CO}_2$ diminuiu no momento 2 horas após quando comparada ao momento 66 km. A lactatemia (Figura 7) aumentou durante a prova e teve seu maior valor no final da competição, retornando aos valores de antes da prova 15 horas após.

Tabela 8. Médias \pm desvio padrão das variáveis hemogasométricas, de equinos finalistas da modalidade enduro, nos momentos antes (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 horas (M3) e 15 horas após (M4). Brasília, 2012.

	Valores de Referência ξ	M0	M1	M2	M3	M4
pH	7,31 a 7,45	7,41 \pm 0,02 ^{bc}	7,45 \pm 0,02 ^a	7,46 \pm 0,02 ^a	7,40 \pm 0,02 ^c	7,43 \pm 0,03 ^{ab}
HCO₃⁻	24 a 30	29,7 \pm 2,1 ^{ab}	31,6 \pm 2,9 ^a	26,9 \pm 2,5 ^{bc}	27,1 \pm 2,4 ^c	30,1 \pm 3,4 ^{ab}
PvCO₂	41 a 53	46,2 \pm 2,44 ^a	45,8 \pm 1,9 ^a	41,1 \pm 3,32 ^c	43,0 \pm 2,3 ^{bc}	44,7 \pm 3,4 ^{ab}
PvO₂	35 a 40	34,7 \pm 3,8 ^{bc}	40,6 \pm 4,1 ^a	38,5 \pm 5,1 ^{ab}	32,6 \pm 3,3 ^c	38,0 \pm 6,5 ^{ab}
SvO₂	75%	64,3 \pm 6,9 ^a	66,1 \pm 11,4 ^a	69,9 \pm 12,7 ^a	54,4 \pm 9,4 ^a	67,2 \pm 18,2 ^a
EB	-1 a 7	5,4 \pm 2,5 ^b	8,2 \pm 3,3 ^a	5,5 \pm 2,4 ^b	2,4 \pm 2,8 ^c	6,2 \pm 3,7 ^{ab}
tCO₂	28 a 35	31,0 \pm 2,2 ^{ab}	32,9 \pm 2,9 ^a	30,0 \pm 2,4 ^{bc}	28,4 \pm 2,6 ^c	31,4 \pm 3,5 ^{ab}
Lac⁻	<2	0,480 \pm 0,10 ^c	1,01 \pm 0,23 ^b	1,59 \pm 0,34 ^a	0,854 \pm 0,21 ^b	0,739 \pm 0,21 ^{bc}

PvCO₂ = pressão parcial venosa de dióxido de carbono, PvO₂ = pressão parcial de oxigênio, sO₂ = saturação de oxigênio, EB = excesso de base, tCO₂ = dióxido de carbono total, lac⁻ = lactato; PvCO₂, PO₂ e tCO₂ estão expressos em mmHg, sO₂ em %, e EB em mEq.l⁻¹; PvCO₂, PO₂ e tCO₂ estão expressos em mmHg, sO₂ em %, e EB e lac⁻ em mmol.l⁻¹. ^{abc} letras diferentes na mesma linha significam diferença estatística pelo teste de Tukey (p<0,05). ξ SOMA et al., 1996; NAVARRO et al., 2005; GONDIM et al., 2013.

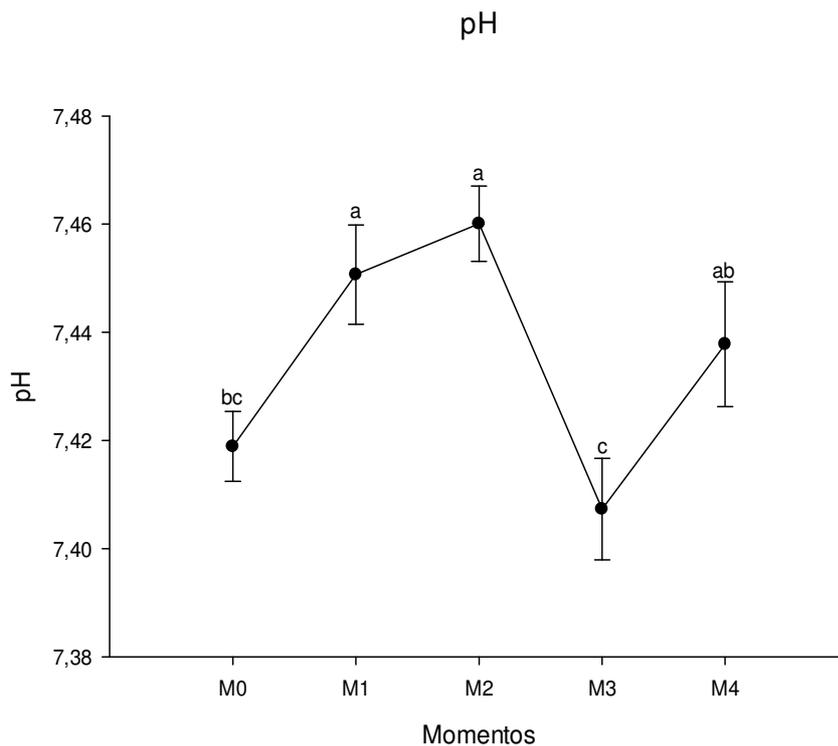


Figura 4. Representação gráfica do pH sanguíneo dos equinos finalistas da modalidade enduro 160 km nos momentos antes da corrida (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 (M3) e 15 horas após (M4). Letras diferentes significam diferença estatística de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

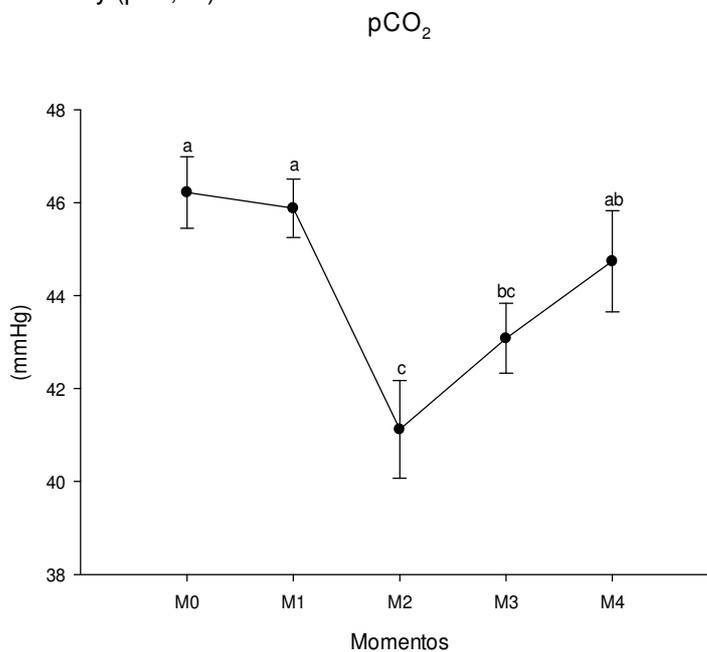


Figura 5. Representação gráfica da pressão parcial venosa de dióxido de carbono (P_vCO₂) dos equinos finalistas da modalidade enduro 160 km nos momentos antes da corrida (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 (M3) e 15 horas após (M4). Letras diferentes significam diferença estatística de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

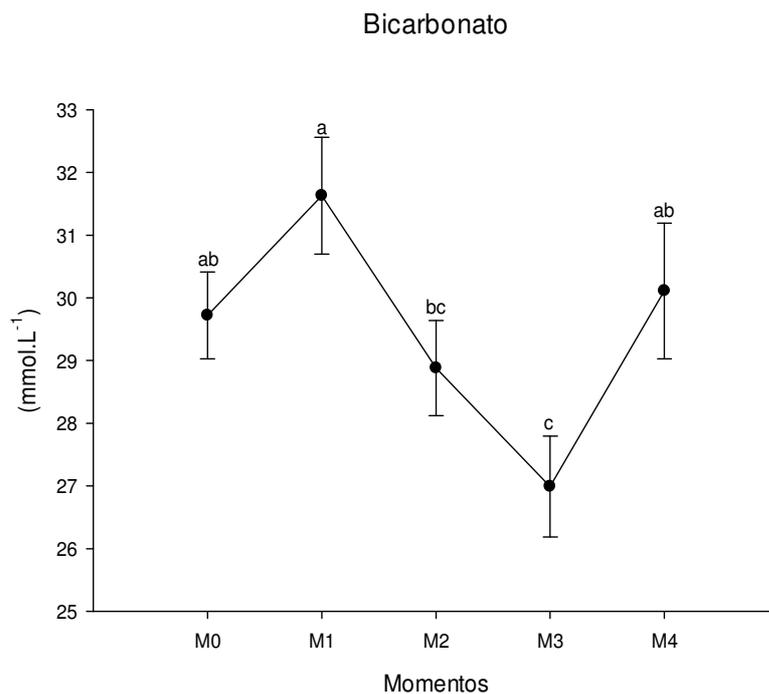


Figura 6. Representação gráfica da concentração de Bicarbonato (HCO_3^-) sanguíneo dos equinos finalistas da modalidade enduro 160 km nos momentos antes da corrida (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 (M3) e 15 horas após (M4). Letras diferentes significam diferença estatística de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

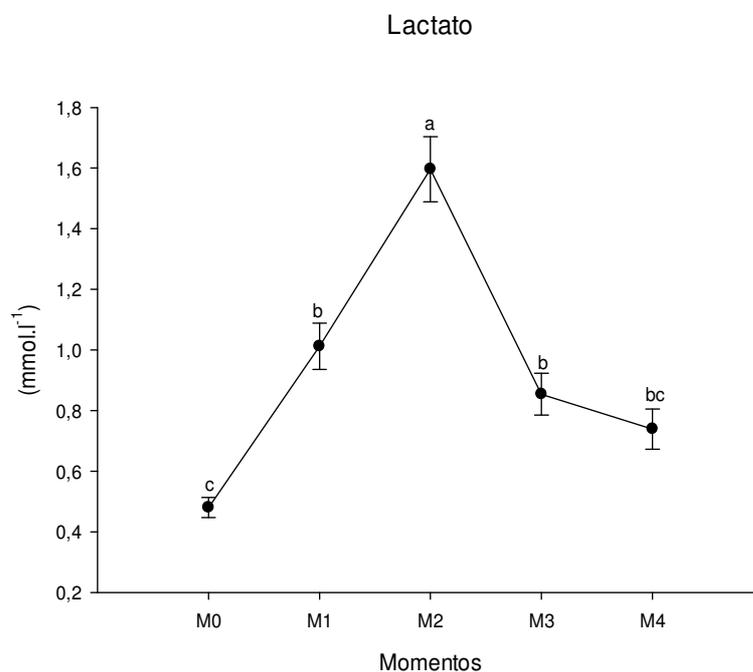


Figura 7. Representação gráfica da concentração Lactato (Lac^-), sanguíneo dos equinos finalistas da modalidade enduro 160 km nos momentos antes da corrida (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 (M3) e 15 horas após (M4). Letras diferentes significam diferença estatística de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

A mensuração dos eletrólitos plasmáticos está registrada na Tabela 9. A natremia não se alterou durante e após a competição. Houve uma diminuição na calemia, que persistiu mesmo 15 h após o término da competição. A cloremia não se alterou em todos os momentos de análise. Apesar de não apresentar diferença estatística, podemos perceber uma tendência à diminuição da cloremia durante e após o exercício de enduro ($p= 0,0569$).

As concentrações de fósforo aumentaram ao final da prova, e duas horas após a prova, retornando aos valores do repouso, 15 horas após. A calcemia diminuiu até o final da corrida, e após 2 horas retornou aos valores de repouso e assim se manteve até 15 horas após. A osmolaridade aumentou 15 horas após a competição.

Tabela 9. Médias \pm desvio padrão dos eletrólitos de equinos finalistas da modalidade enduro de 160 km, nos momentos antes (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 horas (M3) e 15 horas após (M4). Brasília, 2012.

	Valores de Referência ξ	M0	M1	M2	M3	M4
Na ⁺	134 a 144	137 \pm 1,8 ^a	126,8 \pm 24,9 ^a	125,7 \pm 20,2 ^a	119,6 \pm 16,8 ^a	137,4 \pm 15,0 ^a
K ⁺	3,5 a 4,5	3,8 \pm 0,5 ^a	3,1 \pm 0,7 ^b	3,1 \pm 0,6 ^b	2,7 \pm 0,6 ^b	3,1 \pm 0,7 ^b
Cl ⁻	90 a 100	100 \pm 1,8 ^a	90,9 \pm 18,0 ^a	85,1 \pm 14,9 ^a	84,6 \pm 13,8 ^a	86,8 \pm 22,4 ^a
P _i	1,5 a 4,5	3,1 \pm 0,3 ^c	4,2 \pm 0,6 ^{bc}	4,6 \pm 1,4 ^{ab}	6,0 \pm 1,7 ^a	3,3 \pm 0,6 ^{bc}
Ca ⁺⁺	1,4 a 1,6	1,67 \pm 0,06 ^a	1,39 \pm 0,2 ^{ab}	1,30 \pm 0,4 ^b	1,37 \pm 0,2 ^{ab}	1,54 \pm 0,2 ^{ab}
Osm	279 a 296	297 \pm 3,5 ^{ab}	276,8 \pm 53,5 ^{ab}	283 \pm 45,0 ^{ab}	263 \pm 36,3 ^b	311 \pm 30,4 ^a

HCO₃⁻ = bicarbonato, Na⁺= sódio, K⁺= potássio, Cl⁻ = cloreto. Pi= fósforo e Ca⁺⁺= cálcio; Osm = osmolaridade; HCO₃⁻, Na⁺, K⁺, Cl⁻ e Ca⁺⁺ estão expressas em mmol.l⁻¹, Pi em mg.dl⁻¹; todas as variáveis estão expressas em mmol.l⁻¹. Osm em mOsm.kg⁻¹. ^{abcd} letras diferentes na mesma linha significam diferença estatística pelo teste de Tukey (p<0,05). Momentos de coleta: M0 – antes da corrida, M1- 66 km, M2 – imediatamente após, M3 e M4 - 2 e 15 horas após. SOMA et al., 1996; KINGSTON, 2004; NAVARRO et al., 2005.

A partir da mensuração dos eletrólitos e hemogasometria, foi possível calcular as variáveis, DIF, AG, A_{tot} e IGF (Tabela 10). Os valores de DIF só apresentaram aumento significativo 15 horas após (Figura 8). O *anion gap* aumentou somente 15 horas após a competição. A concentração de tampões fracos não voláteis (A_{tot}) aumentou somente no momento duas horas após a competição (Figura 9). O íon gap forte diminuiu somente 15 horas após o exercício (Figura 10).

Tabela 10. Médias \pm desvio padrão das variáveis calculadas diferença de íons fortes (DIF), *anion gap* (AG), Concentração de tampões fracos não voláteis (A_{tot}) e íon gap forte (IGF), de equinos finalistas da modalidade enduro, nos momentos antes (M0), 66 km (M1), 160 km (M2), 2 horas (M3) e 15 horas após (M4).

	Valores de Referência ξ	M0	M1	M2	M3	M4
DIF	37 a 43	39,5 \pm 2,3 ^{ab}	38,1 \pm 8,0 ^b	42,0 \pm 7,5 ^{ab}	37,1 \pm 4,5 ^b	48,0 \pm 12,1 ^a
AG	5 a 16,2	10,4 \pm 3,2 ^{ab}	7,5 \pm 9,0 ^b	14,8 \pm 7,8 ^{ab}	11,0 \pm 5,4 ^{ab}	18,5 \pm 12,6 ^a
A_{tot}	12 a 15	13,5 \pm 0,6 ^b	13,9 \pm 0,8 ^{ab}	14,4 \pm 0,9 ^{ab}	15,0 \pm 1,4 ^a	13,6 \pm 0,7 ^b
IGF	-2 a +6	1,3 \pm 3,0 ^{ab}	4,5 \pm 8,9 ^a	-2,3 \pm 7,3 ^{ab}	1,7 \pm 4,8 ^{ab}	-6,9 \pm 12,4 ^b

Os valores de DIF, AG estão expressos em mmol.l⁻¹, A_{tot} em mEq.l⁻¹; ^{abcd} letras diferentes na mesma linha significam diferença estatística pelo teste de Tukey (p<0,05); Momentos: M0 – antes da corrida, M1- 66 km, M2 – imediatamente após, M3 e M4 - 2 e 15 horas após. ξ SOMA et al., 1996; CONSTABLE, 1997; NAVARRO et al., 2005; LINDINGER; WALLER, 2008.

Ao final da corrida podemos identificar uma alcalose metabólica, identificada pelo aumento do pH e pelo aumento do DIF (figura 14), no método tradicional e físico químico, respectivamente. Duas horas após a competição, ambas as metodologias não identificaram alterações. Após 15 horas a alcalose metabólica está presente e identificada pelas duas abordagens.

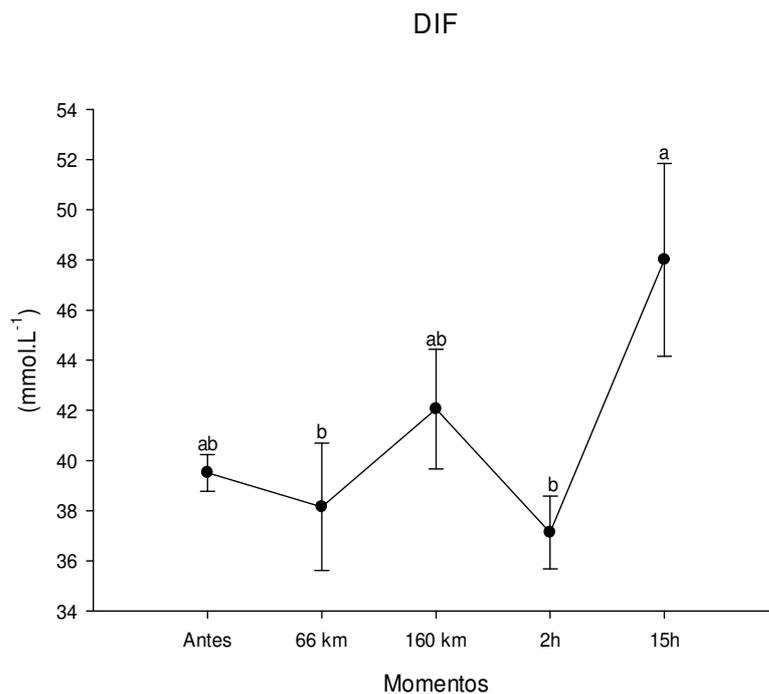


Figura 8. Representação gráfica da diferença de íons fortes (DIF) dos equinos finalistas nos momentos M0, M1, M2, M3 e M4. M0 – antes da corrida, M1- 66 km, M2 – imediatamente após, M3 e M4 - 2 e 15 horas após.

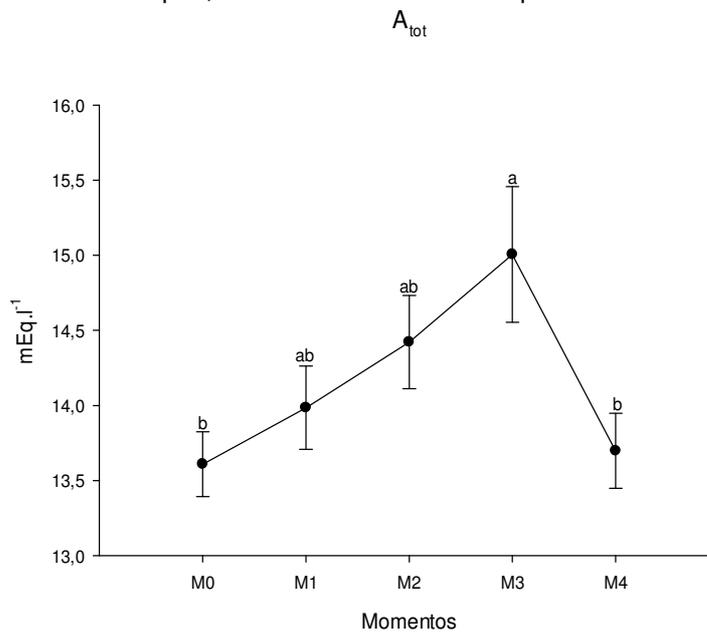


Figura 9. Representação gráfica do A_{tot} do grupo Finalistas nos momentos M0, M1, M2, M3 e M4. M0 – antes da corrida, M1- 66 km, M2 – imediatamente após, M3 e M4 - 2 e 15 horas após.

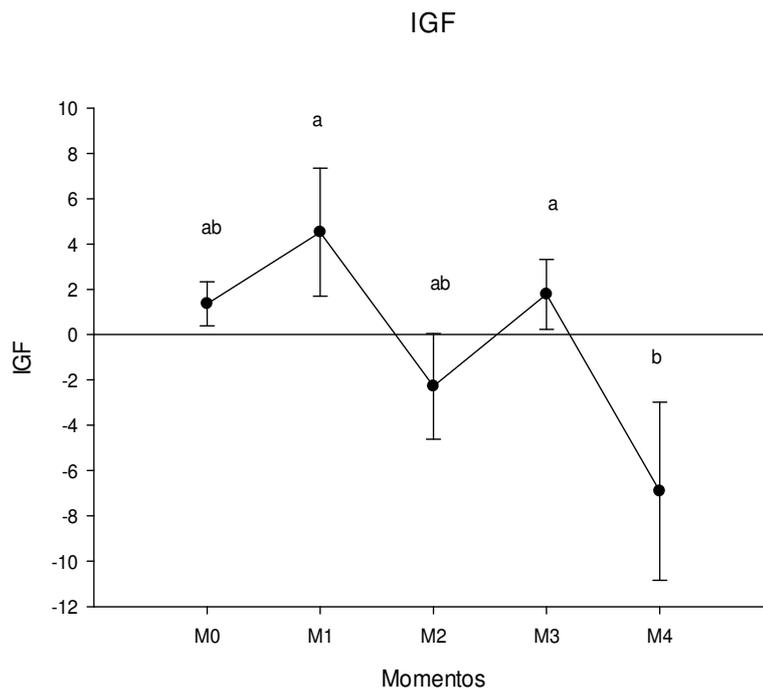


Figura 10. Representação gráfica do IGF dos equinos finalistas nos momentos M0, M1, M2, M3 e M4. M0 – antes da corrida, M1- 66 km, M2 – imediatamente após, M3 e M4 - 2 e 15 horas após.

Realizou-se a análise individual de todos os equinos finalistas para a identificação das principais alterações do equilíbrio ácido-base, totalizando de 44 análises. Todos os valores de pH, P_{vCO_2} , HCO_3^- , DIF e A_{tot} foram comparados aos valores de referência da literatura para diagnosticar as alterações apresentadas por cada animal em cada momento de coleta. Os resultados para a abordagem tradicional estão descritos na Tabela 11 e os resultados para a análise físico-química na Tabela 12.

Tabela 11. Número de equinos finalistas da modalidade enduro de 160 km diagnosticados com alterações no estado ácido-base pelo método tradicional, nos momentos M1, M2, M3 e M4.

Abordagem tradicional				
M1	M2	M3	M4	Interpretação
0	3	0	0	Alcalose respiratória
5	3	1	4	Alcalose metabólica
5	4	9	6	Sem alterações
10	10	10	10	Total de animais avaliados

M0 – antes da corrida, M1- 66 km, M2 – imediatamente após, M3 e M4 - 2 e 15 horas após.

Podemos perceber que o principal distúrbio no momento 66 km foi a alcalose metabólica. Cinco animais não apresentaram nenhuma alteração. No mesmo momento pela abordagem físico-química podemos perceber que somente 3 animais não apresentaram nenhum distúrbio. Cinco animais também apresentaram uma alcalose metabólica pelo DIF. Um animal apresentou acidose metabólica pelo DIF. Um animal apresentou um distúrbio complexo que foi a alcalose metabólica pelo DIF e concomitante acidose metabólica pelo A_{tot} .

Ao final da prova, pela abordagem tradicional identificamos tanto alcalose metabólica quanto a alcalose respiratória. A alcalose metabólica se desenvolveu em dois animais pela diminuição da concentração de HCO_3^- e pela diminuição do pH, porém em um animal somente o pH se alterou. Este animal em questão teve o seu pH alterado pelo aumento nos valores de DIF.

Quinze horas após 6 animais não apresentaram alterações pela abordagem tradicional, enquanto que pela abordagem físico-química, todos os animais apresentaram distúrbios. O distúrbio predominante por ambas as abordagens foi a alcalose metabólica.

Tabela 12. Número de equinos finalistas da modalidade enduro 160 km diagnosticados com alterações no estado ácido-base pelo método físico-químico, nos momentos M1, M2, M3 e M4

Abordagem Quantitativa				
M1	M2	M3	M4	Interpretação
3	2	2	0	Sem alteração
5	2	1	8	Alcalose metabólica pelo DIF
1	1	2	1	Acidose metabólica pelo DIF
0	1	1	0	Acidose metabólica pelo A_{tot}
0	0	0	1	Alcalose metabólica pelo DIF e pelo A_{tot}
0	0	1	0	Acidose metabólica pelo DIF e pelo A_{tot}
0	2	0	0	Alcalose metabólica pelo DIF + Alcalose respiratória
0	1	0	0	Acidose metabólica pelo DIF + Alcalose respiratória
1	1	3	0	Alcalose Metabólica pelo DIF + acidose metabólica pelo A_{tot}
10	10	10	10	Total de animais avaliados
		40		Total de análises realizadas

M0 – antes da corrida, M1- 66 km, M2 – imediatamente após, M3 e M4 - 2 e 15 horas após.

Observando os resultados adquiridos, obtivemos uma coincidência diagnóstica total, quando o mesmo diagnóstico foi obtido pelos dois métodos, de 30% (12/40 análises), e uma coincidência parcial, quando pelo menos um distúrbio foi diagnosticado pelos dois métodos, de 10% (4/40 análises).

Comparando as variáveis hemogasométricas dos animais finalistas e eliminados (Tabela 13) percebemos alterações somente nos valores de P_vCO_2 dos animais eliminados, que apresentaram uma diminuição no momento 66 km quando comparados aos valores apresentados pelos animais finalistas.

Tabela 13. Médias \pm desvio padrão das variáveis pH, P_{VCO_2} , HCO_3^- , DIF, A_{tot} e IGF, dos equinos finalistas e eliminados da modalidade enduro de 160 km, nos momentos antes (M0) da competição e aos 66 km (M1).

	Finalistas (n=10)		Eliminados (n=7#)	
	M0	M1	M0	M1
pH	7,41 \pm 0,02	7,45 \pm 0,02	7,40 \pm 0,01	7,46 \pm 0,02
P_{VCO_2}	46,2 \pm 2,4	45,8 \pm 1,9	48,6 \pm 4,5	42,9 \pm 1,7*
P_{VO_2}	34,7 \pm 3,8	40,6 \pm 4,1	31,5 \pm 7,3	41,5 \pm 4,8
HCO_3^-	30 \pm 2,1	32 \pm 2,9	30 \pm 2,1	31 \pm 2,1
EB	5,4 \pm 2,6	8,2 \pm 3,4	5,8 \pm 2,0	7,2 \pm 2,8
DIF	39 \pm 2,3	38 \pm 8,0	41 \pm 1,9	46 \pm 9,4
A_{tot}	13,6 \pm 0,7	14,0 \pm 0,8	13,7 \pm 0,6	15,0 \pm 1,5
IGF	1,3 \pm 3,0	4,5 \pm 8,9	1,1 \pm 0,5	3,7 \pm 14,6

P_{VCO_2} = pressão parcial venosa de dióxido de carbono, HCO_3^- = bicarbonato, DIF = diferença de íons fortes, A_{tot} = concentração de tampões fracos não-voláteis, IGF = íon gap forte; P_{VCO_2} está expressos em mmHg os valores de DIF e IGF estão expressos em mmol.l⁻¹, A_{tot} em mEq.l⁻¹; Momentos: M0 – antes da corrida, M1- 66 km. # o animal 32 foi excluído, por desclassificação anterior à corrida. * significa diferença estatística entre os grupos;

Observando apenas os animais eliminados, observamos uma coincidência total e parcial de aproximadamente 9,3% (4/22 análises). A principal alteração de acordo com o método tradicional apresentada pelos animais eliminados no momento M1 foi alcalose metabólica, que ocorreu em 4 dos 7 animais eliminados, os demais não apresentaram nenhuma alteração. No momento da eliminação, 3 animais não apresentaram alteração, 2 apresentaram alcalose respiratória e somente um apresentou alcalose metabólica.

Contrastando com a abordagem tradicional, no momento M1, somente um animal não apresentou alterações. Os demais apresentaram diversos tipos de alterações, que estão descritos na Tabela 14.

Tabela 14. Número de animais eliminados diagnosticados com alterações no estado ácidos-base pelo método físico químico, dos equinos eliminados, nos momentos M1, M2 e M4

M1	M2 E	M4	Interpretação
1	0	1	Sem alteração
2	1	5	Alcalose metabólica pelo DIF
1	1	0	Acidose metabólica pelo A_{tot}
1	0	0	Acidose metabólica pelo DIF
0	1	0	Alcalose metabólica pelo DIF + Alcalose respiratória
0	0	1	Acidose metabólica pelo DIF + Alcalose metabólica pelo A_{tot}
2	2	0	Alcalose Metabólica pelo DIF + acidose metabólica pelo A_{tot}
0	1	0	Alcalose metabólica pelo DIF + acidose metabólica A_{tot} + alcalose respiratória
7	6*	7	Total de animais avaliados

E= momento da eliminação. M1- 66 km, M2 – imediatamente após e M4 - 15 horas após. * O animal de número 37 não possui momento de eliminação.

5.3. Comparação entre as modalidades 3T e Enduro

A Tabela 15 mostra a comparação das médias das variáveis pH, P_vCO_2 , EB, HCO_3^- e lactato para os momentos antes e depois dos animais de 3T e dos animais finalistas do enduro. Podemos perceber que os valores de pH no repouso não apresentam diferença. Porém após os exercícios podemos perceber comportamentos contrários, diminuindo na modalidade 3T e aumentando na modalidade enduro. Relacionando a variável P_vCO_2 , podemos perceber que há diferença entre os valores de repouso, com os valores mais baixos pertencentes aos animais de enduro. Observamos a diminuição na P_vCO_2 , somente nos equinos da modalidade enduro. Com relação ao íon bicarbonato, não foi observada diferença entre os valores de repouso. Quando observamos o momento após, houve diminuição do bicarbonato para os animais de 3T. Em relação à lactatemia, houve um aumento em ambas as modalidades, porém o exercício de 3T revelou um incremento superior quando comparada à modalidade enduro de 160 km.

Tabela 15. Médias \pm desvio padrão das variáveis pH, pressão parcial venosa de dióxido de carbono (P_vCO_2), excesso de base (EB), concentração de bicarbonato (HCO_3^-) e lactemia dos equinos competidores das modalidades três tambores (3T) e enduro de 160 km nos momentos antes e após as competições.

Variável	Exercício	Antes	Após
pH	3T	7,41 \pm 0,02 ^{aA}	7,21 \pm 0,1 ^{bA}
	Enduro	7,41 \pm 0,02 ^{aA}	7,46 \pm 0,02 ^{bB}
P_vCO_2	3T	48,7 \pm 2,3 ^{aA}	46,8 \pm 4,4 ^{aA}
	Enduro	46,2 \pm 2,4 ^{aB}	41,1 \pm 3,3 ^{bB}
EB	3T	6,5 \pm 1,6 ^{aA}	-9,1 \pm 3,3 ^{bA}
	Enduro	5,4 \pm 2,5 ^{aA}	5,5 \pm 2,4 ^{aB}
HCO_3^-	3T	30,9 \pm 1,4 ^{aA}	18,3 \pm 2,6 ^{bA}
	Enduro	29,7 \pm 2,1 ^{aA}	28,8 \pm 2,3 ^{aB}
Lac ⁻	3T	0,585 \pm 0,1 ^{aA}	11,8 \pm 1,8 ^{bA}
	Enduro	0,48 \pm 0,1 ^{aA}	1,59 \pm 0,3 ^{aB}

P_vCO_2 está expresso em mmHg, EB em m Eq l⁻¹, HCO_3^- e lac⁻ em m mol l⁻¹. ^{a,b} – letras minúsculas na mesma linha significam diferença estatística nos momentos no mesmo exercício ^{A,B} – letras maiúscula na mesma coluna significam diferença entre os exercícios, no mesmo momento

Na Tabela 16 estão os valores dos eletrólitos utilizados na metodologia físico-química dos animais de 3T e enduro. Não houve diferença nas concentrações de sódio plasmático entre os momentos dos exercícios, porém podemos observar a diferença no momento após entre as modalidades. As concentrações de potássio não foram diferentes no repouso, mas apresentaram diferença entre as modalidades no momento após. Na modalidade 3t não houve alteração na calemia após a simulação, enquanto no enduro houve a diminuição após a prova. Os valores da concentração de cloreto não foram diferentes no momento do repouso. Após os exercícios, houve diminuição da cloremia em ambos os exercícios, sendo este mais exacerbado nos animais de enduro. O P_i não se alterou quando comparamos as modalidades, apesar de apresentar aumento no momento após do enduro.

Tabela 16. Médias \pm desvio padrão dos eletrólitos de equinos competidores das modalidades três tambores (3T) e enduro de 160 km nos momentos antes e após as competições.

Variável	Exercício	Antes	Após
Na⁺	3T	139 \pm 1,9 ^{aA}	143 \pm 2,1 ^{aA}
	Enduro	137 \pm 1,8 ^{aA}	125,7 \pm 20,2 ^{aB}
K⁺	3T	3,7 \pm 0,5 ^{aA}	4,0 \pm 0,4 ^{aA}
	Enduro	3,8 \pm 0,5 ^{aA}	3,1 \pm 0,6 ^{bB}
Cl⁻	3T	98,3 \pm 5,3 ^{aA}	95,8 \pm 5,6 ^{aA}
	Enduro	100 \pm 1,8 ^{aA}	85,1 \pm 14,9 ^{bB}
P_i	3T	3,8 \pm 0,3 ^{aA}	4,3 \pm 0,5 ^{aA}
	Enduro	3,1 \pm 0,3 ^{aA}	4,6 \pm 1,4 ^{bA}

Na⁺= sódio, K⁺= potássio, Cl⁻ = cloreto. Pi= fósforo e Lac=lactato; Na⁺, K⁺ e Cl⁻ e Lac⁻ estão expressas em mmol.l⁻¹, exceto Pi, que está em mg.dl⁻¹ ab – letras minúsculas na mesma linha significam diferença estatística nos momentos no mesmo exercício AB – letras maiúscula na mesma coluna significam diferença entre os exercícios, no mesmo momento

Podemos observar aumento na albuminemia no momento após somente na modalidade 3T. A albuminemia de repouso foi elevada nos equinos competidores de enduro, após os exercícios não houve diferença entre as modalidades. As globulinas aumentaram somente nos animais de enduro após o exercício e foram diferentes entre os grupos após o exercício.

Tabela 17. Médias \pm desvio padrão das concentrações das variáveis Albumina e Globulina em equinos competidores de 3T e enduro de 160 km nos momentos antes e após as competições.

Variável	Exercício	Antes	Após
Alb	3T	2,46 \pm 0,2 ^{aA}	2,79 \pm 0,3 ^{bA}
	Enduro	3,00 \pm 0,1 ^{aB}	2,92 \pm 0,4 ^{aA}
Glob	3T	3,7 \pm 0,6 ^{aA}	4,2 \pm 0,6 ^{bA}
	Enduro	3,5 \pm 0,3 ^{aA}	3,6 \pm 0,5 ^{aB}

Alb, Glo em g.dl⁻¹ e a,b – letras minúsculas na mesma linha significam diferença estatística nos momentos no mesmo exercício A,B – letras maiúscula na mesma coluna significam diferença entre os exercícios, no mesmo momento

As variáveis calculadas para as modalidades 3T e enduro estão apresentadas na tabela 18. Relacionando as médias das variáveis DIF e A_{tot} dos equinos de 3T e enduro não observamos diferença entre os momentos e entre as modalidades. O AG aumentou no momento após na modalidade 3T, porém não se alterou na modalidade enduro. No momento após das duas modalidades percebemos que o AG dos animais realizando 3T apresenta valores superiores ao da modalidade enduro. O íon gap forte apresentou diferença significativa no momento após quando comparada as duas modalidades.

Tabela 18. Médias \pm desvio padrão das variáveis diferença de íons fortes (DIF), concentração de tampões fracos não voláteis (A_{tot}), *anion gap* (AG) excesso de base (EB) e íon gap forte (IGF) de equinos competidores de 3T e enduro de 160 km nos momentos antes e após as competições.

Variável	Exercício	Antes	Após
DIF	3T	43,7 \pm 5,5 ^{aA}	38,8 \pm 5,5 ^{aA}
	Enduro	39,5 \pm 2,3 ^{aA}	42,0 \pm 7,5 ^{aA}
A_{tot}	3T	12,9 \pm 0,5 ^{aA}	14,7 \pm 0,8 ^{bA}
	Enduro	13,5 \pm 0,6 ^{aA}	14,4 \pm 0,9 ^{aA}
AG	3T	13,4 \pm 5,6 ^{aA}	32,3 \pm 6,4 ^{bA}
	Enduro	10,4 \pm 3,2 ^{aA}	14,8 \pm 7,8 ^{aB}
IGF	3T	-2,33 \pm 5,7 ^{aA}	-20,8 \pm 6,6 ^{bA}
	Enduro	1,3 \pm 3,0 ^{aA}	-2,3 \pm 7,3 ^{aB}
EB	3T	6,5 \pm 1,6 ^{aA}	-9,1 \pm 3,3 ^{bA}
	Enduro	5,4 \pm 2,5 ^{aA}	5,5 \pm 2,4 ^{aB}

Os valores de DIF, AG e IGF estão expressos em mmol.l⁻¹, A_{tot} e EB em mEq.l⁻¹ ab – letras minúsculas na mesma linha significam diferença estatística nos momentos no mesmo exercício AB – letras maiúscula na mesma coluna significam diferença entre os exercícios, no mesmo momento

5.4. Comparação de diferentes metodologias para cálculo da variável A_{tot}

A Figura 11 representa a comparação das diferentes metodologias de cálculo da variável A_{tot} . Podemos perceber que em todos os momentos, exceto após 15 horas, há diferença estatística entre os valores de A_{tot} encontrados.

Concentração de tampões fracos não voláteis

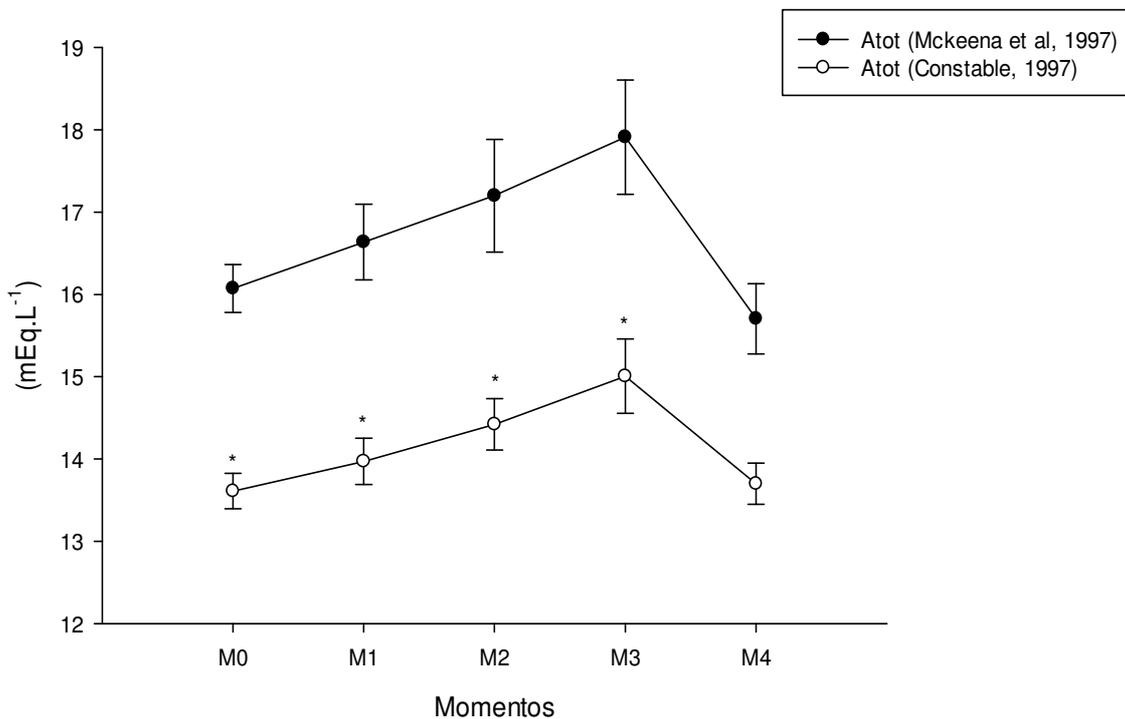


Figura 11. Comparação entre as médias dos diferentes valores de A_{tot} calculados: A_{tot} (MCKEENA et al., 1997) e A_{tot} (CONSTABLE, 1997) dos animais do grupo finalistas da modalidade enduro 160km

O grau de concordância entre os métodos de cálculo foi determinado pelo cálculo do viés e o limite de concordância de 95% como descrito por Bland e Altman (1986), e está representado na Figura 12. O viés e o limite de concordância a 95% foram de 2,45, e 2,12 a 7,02, respectivamente.

Diagrama de concordância de Bland-Altman

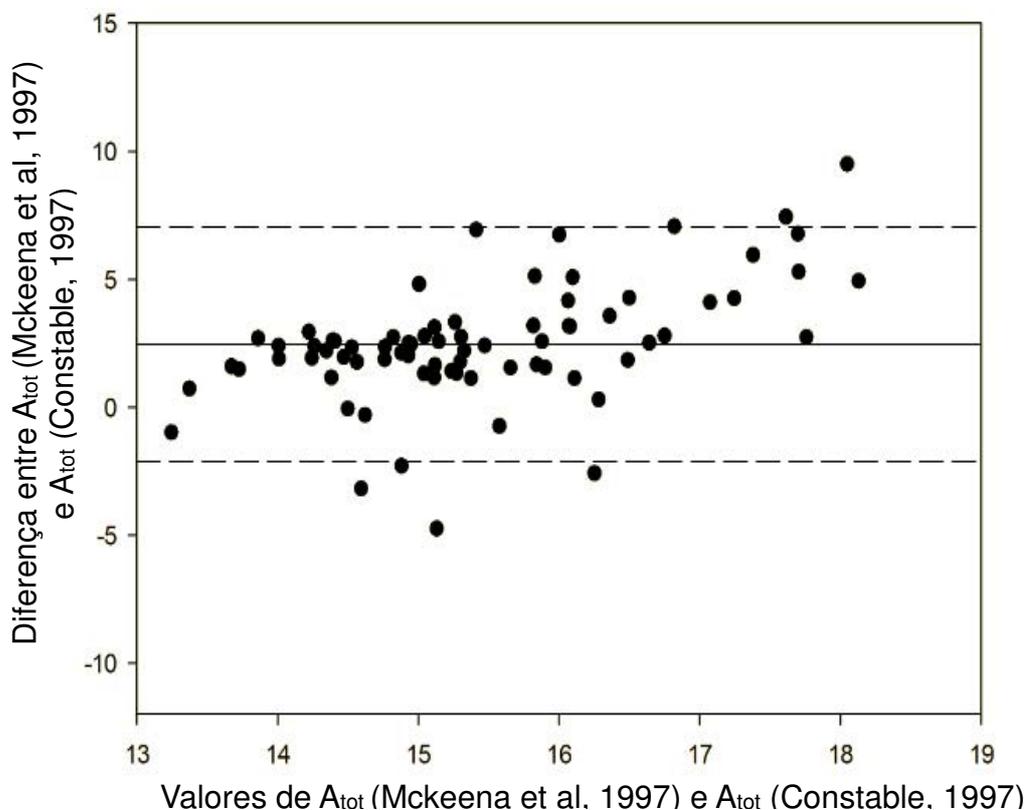


Figura 12. Resultados da análise de Bland-Altman que demonstrou a concordância entre os valores de A_{tot} encontrado pelos diferentes métodos de cálculo (McKeena, 1997 e Constable, 1997). O viés, ou diferença média, é representada pela linha sólida, e os limites de concordância a 95% pela linha tracejada.

A figura 13 mostra o gráfico de dispersão e a correlação de Spearman. Não houve correlação entre os valores da variável A_{tot} calculada pelas duas metodologias.

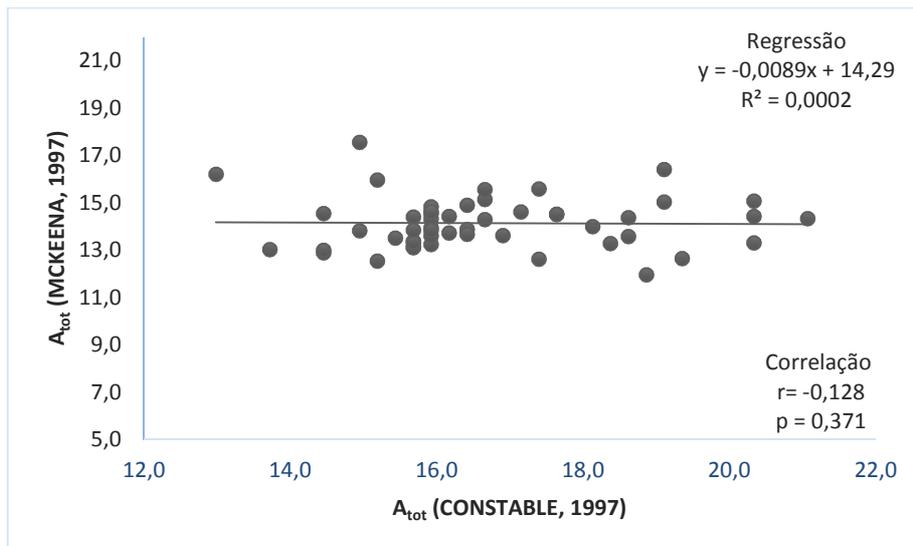


Figura 13. Gráfico de dispersão dos valores de A_{tot} pelas diferentes metodologias. O coeficiente de determinação e a reta de regressão linear estão demonstradas no gráfico.

6. DISCUSSÃO

Neste estudo estudamos o comportamento das variáveis hemogasométricas e eletrolíticas e os distúrbios no equilíbrio ácido-base de equinos da raça QM submetidos à simulação de uma prova de 3T. O Principal distúrbio diagnosticado pela metodologia tradicional e físico-química foi a acidose metabólica. O mesmo foi realizado com equinos da raça PSA competindo uma prova de enduro de 160 km. O principal distúrbio observado pela abordagem tradicional foi a alcalose metabólica. Pela abordagem físico química foram diagnosticados distúrbios mistos. Comparando as duas modalidades percebemos a natureza antagônica dos exercícios pelos resultados das variáveis hemogasométricas e eletrolíticas.

6.1. Modalidade três Tambores (3T)

Não houve diferença entre as velocidade e frequências cardíacas em ambos os grupos DS e DI. Talvez estes resultados sejam explicados pelo erro estatístico do tipo 2, isto é, há uma diferença, porém não é detectada pelo baixo número de observações. Couroucé (1999) determinou que a FC é uma importante variável para determinação do nível de condicionamento físico de equinos, haja vista que numa mesma intensidade, é possível atingir menores valores de frequência cardíaca submáximas. De acordo com a literatura os dados de frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$) podem variar entre 213 a 242 bpm (MARLIN; ALLEN, 1999; VINCENT et al., 2006; BETROS et al., 2002). Porém esses valores se referem às raças PSI, Standardbreds e animais de pólo. Utilizando o valor de 227 bpm como média dos valores de $FC_{máx}$ da literatura, podemos inferir que o exercício da corrida de 3T, quando comparamos aos valores médios da FC_m , obtidos no presente estudo, é um esforço submáximo, correspondendo a aproximadamente 78% da $FC_{máx}$. A falta de valores na literatura de $FC_{máx}$ de equinos da raça quarto de milha, especialmente os participantes da prova de 3T, evidencia a necessidade de mais estudos desta modalidade.

Os tempos percorridos pelos dois grupos durante a prova foram $19,7 \pm 0,5$ segundos e $20,5 \pm 0,6$ segundos, para os grupos DS e DI, respectivamente. Apesar de não apresentarem diferença estatística, são dados muito importantes, pois a diferença entre o animal ganhador e o segundo lugar é em sua maioria definida por milésimos de segundo. Ainda considerando a variável tempo percorrido, a discussão pode ser norteadada pela utilização predominante, no esforço de 3T, da via metabólica anaeróbia para produção de ATP. Em atletas da espécie humana é consenso que no início da atividade física e naqueles exercícios curtos, com duração entre 9 a 13 segundos, realizados em altas velocidades, como na corrida de 100 m rasos ou 110 com barreiras, a via predominante pode ser a creatina fosfato (ROBERGS; GHIASVAND; PARKER, 2004). Neste sentido, na prova de 3T parece que, além da utilização da via creatina fosfato há nítida necessidade de se utilizar concomitantemente a

glicólise anaeróbia. Isto pode ser explicado pelo aumento da lactatemia em ambos os grupos após a corrida.

Após o esforço de 3T, a lactatemia foi maior no grupo DS quando comparado ao DI, sendo os valores de $13,1 \pm 1,5$ e $10,5 \pm 0,8$ mmol l⁻¹, respectivamente. A lactatemia tem sido utilizada para se quantificar desempenho (CANFIELD; GABEL, 2014). Neste sentido, um estudo (FERRI et al., 2012) relatou correlação positiva entre lactatemias maiores com menores tempo de corrida em corredores da espécie humana de 1500m. Este resultado pode ser explicado pela maior adaptação, em indivíduos de desempenho superior, em recrutar fibras de contração rápida para o desenvolvimento de maiores velocidades durante uma corrida.

O aumento do Ht e Hb se deve à liberação da reserva esplênica de hemácias, mediada pela ação das catecolaminas em resposta ao exercício intenso (MCKEEVER; HINCHCLIFF, 1995; FERRAZ et al., 2009). O aumento na proteína total e conseqüentemente na albuminemia e globulinemia após o exercício reflete a redistribuição de fluidos para o exterior do compartimento vascular (HARGREAVES; KRONFELD; NAYLOR, 1999).

Contrariando achados na literatura, não houve diferença na glicemia, tanto entre os momentos, quanto entre os grupos. Ferraz et al., (2008) observaram, num teste de exercício incremental, uma diminuição inicial devido ao consumo de glicose pelo músculo em exercício e com o incremento da velocidade, uma elevação devido à ação das catecolaminas e do glucagon, que atua no fígado promovendo a glicogenólise. Não há dados na literatura associando o metabolismo da glicose durante exercícios de alta intensidade e curta duração em equinos. Em humanos, durante um teste máximo Marliss et al., (1992) relataram um aumento na glicemia. No nosso estudo podemos imputar participação significativa do glicogênio como fonte de energia para contração muscular. Possivelmente, num período maior de avaliação, após o exercício, encontraríamos hiperglicemia como reflexo da glicogenólise hepática e muscular mediada induzida pelas catecolaminas.

A ureia plasmática se origina da metabolização hepática de compostos nitrogenados, ou seja, da oxidação de aminoácidos, e seu aumento foi bem descrito por Rose et al., (1980) e Snow et al., (1982) para animais de enduro e animais realizando exercício prolongado. Fernandes e Larsson (2000) também evidenciaram aumento durante o exercício, e observaram diferenças entre os valores de repouso em animais de diferentes raças. Não há dados na literatura a respeito das concentrações de ureia em equinos da raça Quarto de Milha. Neste tipo de exercício não há evidências do catabolismo proteico.

A redução após o esforço nos valores de pH e na concentração do íon bicarbonato em ambos os grupos, indica uma acidose metabólica, evidenciando que a prova de 3T é um exercício que demanda o metabolismo energético anaeróbio. Ferraz et al., (2010) encontrou resultados semelhantes para equinos que participaram de uma partida treino de pólo alto. Durante o exercício de alta intensidade há o recrutamento de fibras musculares do tipo IIX, e o predomínio do metabolismo anaeróbio. Neste tipo de exercício podemos notar uma maior contribuição da glicólise anaeróbia, pois houve um incremento na lactatemia após o exercício em ambos os grupos.

O lactato é o principal produto da glicólise anaeróbia, e neste processo há a formação de prótons, mais precisamente de 2 prótons por molécula de glicose degradada. Porém a maior produção de prótons no meio intracelular durante o exercício intenso é dada pela hidrólise do ATP (ROBERGS, 2001). Quando a produção de prótons excede a sua utilização pela mitocôndria, tanto os prótons quanto o lactato aumentam sua concentração na célula muscular.

A fim de prevenir a acidificação intracelular, a fibra muscular IIX dispõe de mecanismos para o efluxo de prótons, como os transportadores de monocarboxilato (MCT4) e os transportadores de H^+/Na^+ (PÖSO, 2002). O co-transporte de lactato e H^+ em grande quantidade para o meio extracelular acarretará na diminuição do pH plasmático e no aumento na lactatemia, como observamos neste experimento.

A redução na concentração de bicarbonato se deve ao consumo deste com a finalidade de tamponamento. Achados similares foram detectados em equinos que realizaram competição de salto (AGUILERA-TEJERO et al., 2000),

onde houve a diminuição da concentração do íon bicarbonato. A redução da $P_v\text{CO}_2$, assim como a diminuição na concentração de bicarbonato, também é de caráter compensatório. Percebemos o mesmo comportamento nas variáveis PO_2 e SvO_2 , que aumentaram no momento após o esforço, em ambos os grupos. Os aumentos evidenciados nestas variáveis se devem a hiperventilação compensatória à diminuição do pH e hipercapnia.

Podemos observar o aumento dos valores do cátion sódio, no momento após em ambos os grupos, devido à redistribuição de fluidos do compartimento vascular para o compartimento extracelular (LINDINGER; WALLER, 2008). O potássio não se alterou em nenhum dos grupos experimentais, como observado por Ferraz et al., (2010) e contrastando com o aumento observado por Harris e Snow (1988), em equinos da raça PSI realizando exercício de alta intensidade, e Taylor et al., (1995), em animais realizando *sprints* consecutivos. Estes autores descreveram o aumento do íon potássio devido a diminuição do volume plasmático pela redistribuição e pelo movimento do K^+ para o exterior das células musculares durante a contração muscular, o que não foi observado neste trabalho.

Não houve alteração na cloremia após o exercício. Alguns estudos (TAYLOR et al., 1995; CARLSON, 1995) observaram a dinâmica iônica em exercícios de alta intensidade, sendo que a cloremia tende a diminuir, pois em situações de acidose, o tamponamento do íon H^+ pelo sistema bicarbonato é realizado com maior velocidade no interior da hemácia onde há uma maior concentração da enzima anidrase carbônica (TAYLOR et al., 1995). O íon bicarbonato produzido é liberado da hemácia em permuta com um íon cloreto, processo denominado "*chloride shift*" (OLIVEIRA; LUNARDELLI, 2011). O grupo DI apresentou valores de repouso da cloremia maiores do que o grupo DS. Não há evidências na literatura a respeito da influência da diferença de condicionamento na cloremia de repouso em equinos. Contrariando nossos resultados, Putman; Jones e Heingenhauser, (2003) evidenciaram, na espécie humana, um incremento na concentração de cloreto após um programa de condicionamento de curta duração. Esse incremento está relacionado, segundo esses autores, com uma maior capacidade de transportes dos ânions Cl^- e

lactato entre o plasma e as hemácias, porém este mecanismo ainda deve ser melhor estudado, principalmente em equinos.

Houve aumento nas concentrações de Pi após o exercício somente no grupo DI. A principal origem do fosfato é no sistema fosfagênio, reforçando o uso desta via energética neste tipo de exercício. O Ca^{++} diminuiu no momento após o esforço em ambos os grupos DS e DI, este fato se deve, provavelmente, ao maior recrutamento de Ca^{++} pelas miofibrilas, devido ao caráter intenso deste tipo de exercício, e corroborando com os achados em equinos competidores de CCE (GEISER et al., 1995).

Houve redução dos valores de DIF após o exercício somente no grupo DS. Essa redução se deve ao aumento da concentração de lactato, que acarretará diretamente na redução dos valores de DIF. Podemos observar que no grupo DI não houve alteração nos valores de DIF, provavelmente pela menor elevação da lactatemia. De acordo com Constable (1999) a diminuição dos valores de DIF demonstra uma acidose metabólica. Neste caso, a diminuição dos valores de DIF são devido à elevação da lactatemia, o que demonstra a predominância do metabolismo anaeróbico para o 3T. Outros estudos também identificaram a mesma alteração pela abordagem mecanicista, em exercícios considerados intensos como no pólo (FERRAZ et al., 2010) e em exercícios supramáximos realizados em esteira (BAYLY et al., 2006).

Houve redução dos valores de DIF após o exercício somente no grupo DS. Essa redução se deve ao aumento da concentração de lactato, que acarretará diretamente na redução dos valores de DIF. Podemos observar que no grupo DI não houve alteração nos valores de DIF, provavelmente pela menor elevação da lactatemia. De acordo com Constable (1999) a diminuição dos valores de DIF demonstra uma acidose metabólica. Neste caso, a diminuição dos valores de DIF são devido à elevação da lactatemia, o que demonstra a predominância do metabolismo anaeróbico para o 3T. Outros estudos também identificaram a mesma alteração pela abordagem mecanicista, em exercícios considerados intensos como no pólo (FERRAZ et al., 2010) e em exercícios supramáximos realizados em esteira (BAYLY et al., 2006).

O *anion gap* aumentou após o esforço em ambos os grupos, não apresentando alteração entre os grupos. O *anion gap* é uma forma de estimar os ânions e cátions não mensurados no plasma, tais como os fosfatos, sulfatos, acetoacetatos e lactato. Porém, em situações de acidose, o consumo do ânion bicarbonato para o tamponamento do H^+ plasmático é refletida no aumento dos valores do AG. Silva et al., (2009) e Aguilera-Tejero et al., (2000) também observaram o aumento do AG em animais realizando exercício máximo, e animais de salto, respectivamente.

O aumento do A_{tot} pode ser explicado principalmente devido ao aumento da albumina. Neste caso pela redistribuição de fluidos, gerando assim hemoconcentração. A elevação do A_{tot} contribui para o desenvolvimento da acidose metabólica em cavalos (CONSTABLE; HINCHCLIFF; MUIR 3RD, 1998).

O íon gap forte diminuiu após o esforço tanto no DS como no DI, não apresentando diferença entre os grupos. O IGF reflete a concentração de cátions e ânions fortes não calculados e poucos trabalhos (VIU et al., 2010) relacionados à fisiologia do exercício em equinos o utilizaram como variável de avaliação do equilíbrio ácido-base. Entretanto sua aplicação é semelhante ao AG e reflete a concentração de ânions e cátions não mensurados. Contudo o IGF é mais preciso, pois inclui em seu cálculo o A_{tot} , e AG, levando em consideração as cargas negativas das proteínas, fosfatos e do ânion bicarbonato (CONSTABLE; HINCHCLIFF; MUIR 3RD, 1998). No caso específico do exercício de 3T, a hiperlactatemia influencia diretamente no valor negativo do IGF, pois o lactato não está incluído no cálculo do IGF sendo certamente o íon não mensurado mais abundante no plasma.

Este é o primeiro trabalho que relatou a abordagem mecanicista em equinos da raça QM da modalidade 3T. A escassa literatura em torno desta modalidade ressalta a importância de mais estudos relacionados. Silva et al., (2009) observaram os distúrbios eletrolíticos pela abordagem tradicional, obtendo resultados semelhantes ao deste estudo. O tipo de exercício de três tambores, gera uma diminuição no pH, P_vCO_2 , HCO_3^- , que são indicativos, pelo método tradicional, de uma acidose metabólica. Por ser um exercício intenso,

podemos extrapolar os resultados obtidos por Taylor et al., (1995), que observaram uma acidose metabólica em animais realizando *sprints* repetidos.

A abordagem mecanicista ou físico-química, apesar de ser uma abordagem mais ampla, para esta modalidade, não diferiu no diagnóstico das alterações entre os métodos utilizados. A abordagem físico-química é uma ferramenta útil para o entendimento do mecanismo gerador da alteração no equilíbrio ácido-base. Porém nessa modalidade, o mecanismo pelo qual há o desenvolvimento da acidose metabólica é bem elucidado. O aumento notável da concentração de lactato devido ao metabolismo predominantemente anaeróbio é um dos fatores que levam a diminuição da DIF, uma das variáveis independentes. Também é bem evidente a redistribuição de fluidos, pelo aumento da albumina e globulina, fato confirmado pelo aumento da variável A_{tot} , que contempla em seu cálculo as concentrações de albumina e globulina.

6.2. Modalidade Enduro (160 km)

O equino de número 37 terminou a competição uma hora após os demais e apresentou menor velocidade média ($14,84 \text{ km h}^{-1}$), desta forma, a intensidade do esforço na etapa final foi menor do que a dos outros animais.

Durante a competição não houve alteração das proteínas totais. Somente duas horas após observamos aumento desta variável, quando comparada ao momento 15 horas após a esforço. Após o início do exercício observamos, pela ação das catecolaminas no sistema nervoso simpático, a contração esplênica, a redistribuição de fluidos do compartimento intravascular para o intersticial, a fim de aumentar o fluxo sanguíneo para o subcutâneo, melhorando assim a termorregulação. Contrariamente aos resultados aqui apresentados, um estudo avaliando equinos competindo em enduro de 100km (SLOET VAN OLDERUITENBORGH OOSTERBAHN et al., 1991) relatou o aumento do hematócrito, e proteína total após a competição, porém estes

autores observaram na manhã seguinte à competição o retorno aos valores de repouso, fato também observado no presente estudo.

Não houve alterações na glicemia durante toda a competição, fato também observado por Sloet van Olderburch Oosterbahn et al., (1991) e Viu et al., (2010). Esta afirmação, juntamente com o aumento da ureia após sugere, no período final da corrida, o catabolismo proteico (ROSE, 1986).

Viu et al., (2010), observaram o aumento dos valores de pH em equinos competindo em enduro de 120 km, comportamento também percebido em nosso estudo. Quinze horas após os valores de pH retornaram aos valores de antes da prova. A aumento do pH em cavalos de enduro é bem descrito na literatura (BAYLY; SCHOTT II; SLOCOMBE, 1995; VIU et al., 2010). A alcalose ocorre devido a troca do íon cloreto, perdido no suor, pelo HCO_3^- , para manutenção da eletroneutralidade do plasma.

A hiperventilação foi a causa da redução dos valores de PvCO_2 após a corrida. Com a hiperventilação, a reação $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$, se desloca para a esquerda, reduzindo assim a PvCO_2 , e conseqüentemente as concentrações de HCO_3^- . Outros estudos (DI FILLIPO et al., 2009; VIU et al., 2010) relataram após o exercício de enduro o aumento na PvCO_2 , resultante do acoplamento respiratório-locomotor. No galope, há o acoplamento do sistema respiratório e locomotor, onde o equino iguala sua frequência respiratória à sua frequência de passada. Pela ocorrência desse fenômeno, durante o exercício, o animal não consegue hiperventilar, e conseqüentemente apresenta uma hipercapnia (PADILLA et al., 2004). Pelos resultados obtidos no presente estudo, após a corrida, no momento da coleta, os animais já apresentavam hipocapnia compensatória.

A PvO_2 aumentou no momento 66 km, devido à hiperventilação, fato comprovado pela tendência à queda da PvCO_2 , neste momento. Os animais foram eficazes em manter a oxigenação sistêmica, uma vez que a SvO_2 não se alterou durante a prova. Os valores de EB e tCO_2 aumentaram aos 66 km de prova, evidenciando o desenvolvimento da alcalose metabólica, marcada pelo aumento do pH. Duas horas após a prova, ambos diminuíram e 15 horas

retornaram aos valores de antes do esforço. Houve redução do HCO_3^- após a prova, retornando aos valores de antes da competição 15 horas após. Esses achados se devem a ocorrência da hiperventilação, também evidenciada pela diminuição da P_vCO_2 , como discutido anteriormente.

O lactato é produzido quando há uma maior participação do metabolismo anaeróbico durante o exercício, pois é o principal produto oriundo da glicólise anaeróbia. A concentração de lactato está altamente correlacionada com a intensidade do exercício (GUHL; LINDNER; VON WITTKE, 1996). Podemos imputar que na etapa final do enduro, o exercício foi mais intenso, devido às maiores velocidades e conseqüentemente maior lactatemia.

A natremia não se alterou durante e após a competição. Na literatura, há muitos trabalhos que relataram comportamentos diferentes na concentração de sódio durante e após o exercício de enduro. Alguns relataram que a concentração de sódio permaneceu inalteradas (AGUILERA-TEJERO et al., 2000; TEIXEIRA-NETO et al., 2004), enquanto outros observaram um aumento significativo durante o exercício (SILVA et al., 2009; HESS et al., 2005). Ao início do exercício, muitas alterações ocorrem na dinâmica dos fluidos corporais, uma delas é a redistribuição intercompartimental da água, onde ela é deslocada do espaço vascular para o espaço intersticial, dessa forma ajudando o processo de termorregulação.

Em exercícios prolongados, como é o caso do enduro, podem haver perdas mais acentuadas de fluidos por conta da sudorese. Como descrito previamente o suor equino é hipertônico em relação ao plasma quando consideramos o íon Cl^- , porém para equilibrar as cargas elétricas do suor, também são excretados os íons sódio e potássio obedecendo as seguintes proporções: $\text{Cl}^- = \text{Na}^+ + \text{K}^+$. Pelo fato de a concentração de sódio no plasma e no suor serem similares, e pelos mecanismos regulatórios do sódio mediados pela aldosterona (MCKEEVER, 2011), que aumentam a captação de sódio no intestino, não há grandes variações nas concentrações de sódio plasmático, como observado neste estudo.

O potássio é um dos íons mais abundantes no meio intracelular. Durante o exercício intenso, é descrito que há um aumento na calemia pelo extravasamento de K^+ pelas células musculares, pela ação das catecolaminas nos receptores α -adrenérgicos. Porém após o exercício, o comportamento deste íon se altera, ocorrendo uma diminuição causada pelo influxo de K^+ para o interior das células devido à ação também das catecolaminas, porém sobre os receptores β -adrenérgicos, corrigindo a hipercalemia inicial (TAYLOR et al., 1995). Em exercícios submáximos a perda de fluidos pela sudorese parece ser a principal causa de hipocalemia, que foi evidenciada neste estudo pela diminuição da concentração de K^+ após o momento M1 e permanecendo diminuída após 15 horas. Também podemos destacar a contribuição do aumento da excreção renal de potássio (SCHOT II et al., 1997).

Na pesquisa em questão, obtivemos cloremias diferentes das encontradas na literatura. A hipocloremia é um dos distúrbios mais observados em animais enduristas (VIU et al., 2010, SILVA et al., 2009; HESS et al., 2005). Apesar de não haver diferença entre a cloremia nos momentos de análise, há uma clara tendência a diminuição até o momento 2 horas após, o que pode ser atribuído à perda de Cl^- pelo suor. A principal fonte de P_i , é a hidrólise da fosfocreatina, que participa do sistema fosfagênio, fonte de energia anaeróbia alática (SPURWAY, 1992). O aumento da concentração de P_i ao final do exercício, confirma a participação do metabolismo anaeróbio em resposta ao aumento da intensidade nos momentos finais da competição. Viu et al., (2010) também observaram o aumento do P_i em equinos competindo em enduro de 120km. Com relação ao íon Ca^{++} , Viu et al., (2010), Silva et al., (2009) e Aguilera-Tejero et al., (2000) também observaram a diminuição deste íon ao final do esforço.

A osmolaridade é a medida da pressão osmótica determinada pelo número de partículas nos fluidos corporais (TOPLIFF, 2006) e no caso deste experimento no fluido vascular. Apesar do perfil eletrolítico se apresentar normal e para alguns eletrólitos, inclusive estarem diminuídos, não podemos descartar as outras partículas contidas no espaço vascular, tais como a albumina, que exerce cerca de 75% de atividade oncótica plasmática (KINGSTON, 2008). No

caso desta modalidade o aumento da ureia proveniente do catabolismo proteico, como já mencionado anteriormente, foi a responsável pelo aumento da osmolaridade. O aumento da osmolaridade também pode ser indicativo de desidratação (SCHOTT II, 2010), porém como não houve aumento do ht, hb, PT e os principais eletrólitos no espaço vascular (Na^+ , K^+ , Cl^-) podemos descartar essa hipótese.

Os valores de DIF só apresentaram aumento significativo 15 horas após o exercício, resultado previamente relatado (SLOET VAN OLDERUITENBORGH OOSTERBAHN et al., 1991). Isso demonstrou que ainda 15 horas após a alcalose metabólica ainda se encontra presente, provavelmente pela não recuperação do déficit de Cl^- .

O ânion gap diminuiu somente 15 horas após a competição, pelos mesmos motivos do aumento do DIF. O *anion gap* tem a finalidade de estimar ânions e cátions não mensurados no plasma. O aumento do AG, pode significar o aumento nos ânions ou uma diminuição nos cátions ou ambos. Aproximadamente 2/3 do AG se origina das cargas negativas oriundas das proteínas plasmáticas e o restante se origina dos fosfatos, e ânions fortes como o lactato, β -OH butirato, acetoacetato e ânions associados à uremia (CONSTABLE; HINCHCLIFF; MUIR 3RD., 1998). Podemos observar o aumento das concentrações séricas de ureia ao final da competição, indicando o catabolismo proteico, que produz intermediários, tais como NH_3 , ácido úrico e ureia (FRAPE, 1994), detectáveis pelo AG.

O aumento da concentração de P_i , observado ao final da competição e também duas horas após a competição, influenciou diretamente na elevação da variável A_{tot} . Viu et al., (2010) observou resultados semelhantes, porém o aumento do A_{tot} , foi principalmente pelo aumento da proteína total gerada pela desidratação. Fato não observado neste estudo. Não podemos descartar a possibilidade dos animais terem atenuado a desidratação por conta da reposição eletrolítica durante a competição, bem como a manutenção de alguns eletrólitos. Relatos anteriores indicam que uma adequada reposição eletrolítica pode atenuar a desidratação e o déficit eletrolítico (HOFFMANN et al., 2002).

Os valores de IGF, não se alteraram durante a competição, porém podemos observar valores negativos logo após a competição, isso se deve provavelmente à produção de intermediários do catabolismo proteico, como NH_3 , ácido úrico e ureia (FRAPE, 1994), não mensuráveis pelo A_{tot} e ao aumento da lactatemia.

Apesar de não ser uma abordagem nova (STEWART, 1983; CONSTABLE, 1997), a abordagem físico química foi pouco utilizada para avaliar distúrbios eletrolíticos em cavalos atletas. Utilizando a abordagem tradicional para analisar os valores médios do pH, HCO_3^- e P_{vCO_2} dos equinos finalistas, não observamos alterações nos valores de pH no momento 66 km, embora o aumento do HCO_3^- indique uma alcalose metabólica.

Ao final da primeira etapa da competição (66km), foi observado uma alcalose metabólica. Todos os animais diagnosticados apresentaram aumento tanto no íon HCO_3^- quanto nos valores de pH. Viu et al., (2010), no momento de coleta após a segunda checagem veterinária (65,4km) observaram o aumento somente na concentração de HCO_3^- , porém o pH não se alterou, provavelmente houve a compensação dessa alcalose pelo aumento do A_{tot} , observado simultaneamente e que quando aumentado, tem poder acidificante (LINDINGER; WALLER, 2008). Cinco animais não apresentaram nenhuma alteração. No mesmo momento pela abordagem físico-química podemos perceber que somente 3 animais não apresentaram nenhum distúrbio. Cinco animais também apresentaram uma alcalose metabólica pelo DIF. O equino de número 43 apresentou acidose metabólica pelo DIF, que foi devido ao aumento na concentração sérica de Cl^- , e por este motivo, podemos imputar que esse aumento se deve a hemoconcentração, considerando que esse animal não apresentou perdas destes íons através da sudorese, possivelmente pela eficiência da estratégia de reposição eletrolítica. O equino de número 41 apresentou distúrbio complexo que foi a alcalose metabólica pelo DIF e concomitante acidose metabólica pelo A_{tot} . Esse animal apresentou aumento nas concentrações de sódio, que foi de maior magnitude do que o aumento do Cl^- e do Lac^- , e houve aumento na concentração de fosfato, que aumentou os valores de A_{tot} , identificando a acidose metabólica. Apesar de apresentar esse distúrbio

misto, o distúrbio que é mais evidenciado é a alcalose metabólica pelo aumento do DIF, uma vez que os valores de pH se apresentaram aumentados.

Ao final da prova, pela abordagem tradicional identificamos tanto alcalose metabólica quanto a alcalose respiratória. A alcalose metabólica se desenvolveu em 3 animais (equinos 26, 35 e 38) pela diminuição da concentração de HCO_3^- e pela diminuição do pH, porém em um animal somente o pH se alterou (equino 26). A abordagem físico-química é extremamente útil em distúrbios onde somente o pH se altera e pela abordagem tradicional muitas vezes o diagnóstico é impreciso e falho quando em respeito a elucidar o mecanismo pelo qual o distúrbio foi desenvolvido. Este animal em questão (equino 26) teve o seu pH alterado pelo aumento nos valores de DIF, que ocorreram pelo aumento nas concentrações de sódio e potássio, provavelmente pela ocorrência da desidratação, uma vez que esse animal também apresentou elevada osmolaridade. Esse mesmo animal, apresentou acidose metabólica pelo A_{tot} que se deu principalmente pelo aumento da concentração de P_i . Contudo, como o animal apresentando esse mesmo distúrbio no momento 66km, a alcalose foi predominante uma vez que o pH apresentou aumento.

Quinze horas após 6 animais não apresentaram alterações pela abordagem tradicional, enquanto que pela abordagem físico-química, todos os animais apresentaram distúrbios. O distúrbio predominante por ambas as abordagens foi a alcalose metabólica. Isso é um achado importante, pois mesmo 15 horas após a competição os animais continuam em desequilíbrio eletrolítico e a abordagem físico-química é uma ferramenta útil para a decisão de um protocolo terapêutico para acelerar o reestabelecimento da homeostase. Essa abordagem já é utilizada com eficiência para a administração de fluidoterapia em animais eliminados por razões metabólicas (FIELDING et al., 2012).

Observando os resultados adquiridos, obtivemos uma coincidência diagnóstica total, quando o mesmo diagnóstico foi obtido pelos dois métodos, de 30% (12/40 análises), e uma coincidência parcial, quando pelo menos um distúrbio foi diagnosticado pelos dois métodos, de 10% (4/40 análises). Neste estudo, os resultados obtidos diferem dos obtidos por Viu et al., (2010), que só

obteve concordância diagnóstica entre os métodos em 3 das 94 análises realizadas. Isso se deve ao fato de que esses autores realizaram as análises durante as etapas da competição, onde as alterações eletrolíticas são mais exacerbadas.

Muitos estudos observaram o perfil eletrolítico de competidores de enduro finalistas e eliminados (MUÑOZ et al., 2010; BARNES et al., 2010), porém não há nenhuma abordagem das variáveis hemogasométricas. Neste trabalho, constatamos um maior valor de P_vCO_2 nos animais eliminados após a primeira etapa da competição. Esse fato se deve principalmente aos momentos de coleta.

Observando apenas os animais eliminados, observamos uma concordância total e parcial de aproximadamente 9,3% (4/22 análises). A principal alteração de acordo com o método tradicional apresentada pelos animais eliminados no momento M1 foi alcalose metabólica, que ocorreu em 4 dos 7 animais eliminados, os demais não apresentaram nenhuma alteração. No momento da eliminação, 3 animais não apresentaram alteração, 2 apresentaram alcalose respiratória e somente um apresentou alcalose metabólica.

Contrastando com a abordagem tradicional, no momento M1, somente um animal não apresentou alterações. Os demais apresentaram diversos tipos de alterações, que estão descritos na Tabela 14. Podemos perceber que no momento da eliminação vários animais apresentaram distúrbios mistos, indicando que a abordagem físico-química é de grande utilidade para a detecção de distúrbios, especialmente em animais de enduro.

Podemos perceber que no momento da eliminação vários animais apresentaram distúrbios mistos, indicando que a abordagem físico-química é de grande utilidade para a detecção de distúrbios, especialmente em animais de enduro

6.3. Comparação entre as modalidades 3T e Enduro

Nesta comparação, estamos analisando dois exercícios completamente diferentes. Um é caracterizado pela alta intensidade e curta duração, enquanto o outro é de intensidade moderada e longa duração (CAPELLETO; ANGELI; GRAFF, 2009; SCHOTT II et al., 2006).

Relacionando a variável pH dos animais competidores de 3T e enduro, não houve diferença entre os valores de repouso. Entretanto após os exercícios podemos perceber comportamentos distintos, como esperado pelo antagonismo dos exercícios realizados e de acordo com os resultados descritos por Silva et al., (2009) quando comparando exercícios de intensidade máxima e submáxima. Na prova de 3T há uma produção exacerbada de íons H^+ e Lac^- , pelas fibras musculares de metabolismo rápido e glicolítico, que tem um poder acidificante no plasma. Já no enduro equestre, o pH aumenta, desta vez não pelo metabolismo muscular, mas sim pelas perdas eletrolíticas pela sudorese para os fins de termorregulação, uma vez que o exercício tem duração prolongada, há a maior necessidade da dissipação de calor, estando associada à desidratação (SNOW et al., 1982).

Por outro lado a variável $PvCO_2$, apresentou diferença entre os valores de repouso, com os valores mais baixos pertencentes aos animais de enduro. Podemos atribuir essa diferença às diferentes raças, pois Silva et al., (2009) e Silva et al., (2013) realizaram estudos com equinos Puro Sangue Árabes, e equinos Quarto de Milha de 3T e encontraram valores de repouso semelhantes ao encontrados neste estudo. Após o exercício, percebemos diminuição do $PvCO_2$ nos animais de enduro. Essa resposta é inesperada, pois diversos estudos relatam a aumento do PCO_2 (hipoventilação) para a compensação da alcalose metabólica (DI FILLIPO et al., 2009, VIU et al., 2010), pela combinação do CO_2 com a água, formando ácido carbônico, acidificando o plasma (CORLEY; MARR, 1998).

Na Tabela 16, observamos o comportamento do íon bicarbonato, que não apresentou diferença entre os valores de repouso. Quando observamos o

momento após percebemos a diminuição do bicarbonato para os animais de 3T. Esse comportamento é influenciado, na modalidade 3T, ao tamponamento dos íons H^+ produzidos pelo músculo na predominância do metabolismo anaeróbio. Esse fato também é confirmado quando observamos uma diminuição da variável EB no momento após o exercício para os equinos de 3T. Nos animais de enduro, não houve alterações nas concentrações de bicarbonato, apesar da literatura relatar seu aumento para a manutenção da eletroneutralidade plasmática devido à perda de cloreto na sudorese (DI FILLIPO, et al., 2009; VIU. et al., 2010)

O exercício de 3T revelou um incremento superior nas lactatemia após o exercício, quando comparada ao enduro. O exercício de 3T como descrito anteriormente é um exercício de alta intensidade e curta duração, por este motivo há a predominância do metabolismo anaeróbio. Comparando essa modalidade ao enduro, procuramos obter resultados que comprovem a maior utilização do metabolismo anaeróbio em animais de enduro em função da adoção da velocidade livre. Observamos um aumento na lactatemia na modalidade enduro. Contudo, quando realizamos a comparação entre os valores do enduro com a prova de 3T ele não foi significativo.

Podemos imputar que as velocidades utilizadas pelos competidores no final da competição de enduro foram capazes de aumentar a participação do metabolismo anaeróbio glicolítico, resultando dessa forma no aumento da lactatemia. Contudo, a porcentagem da lactatemia dos animais de enduro quando comparada às dos animais de 3T foi de aproximadamente 13,5%. Apesar de aumentar a participação da via glicolítica, ela ainda é reduzida, não sendo capaz de gerar, por exemplo uma acidose metabólica clássica.

A velocidade média da prova de enduro foi de 17 km h^{-1} ($4,7 \text{ m s}^{-1}$), Soares et al., (2013) encontrou velocidades para o limiar anaeróbio individual de animais da raça Árabe de $9,81 \text{ m.s}^{-1}$. Ainda que a velocidade encontrada por estes pesquisadores tenha sido superior, devemos ressaltar que as condições experimentais são diferentes e um teste na esteira rolante tem uma menor intensidade, pois não há componentes externos influenciando no desempenho do equino, tais como: o peso do ginete; as condições ambientais; os

declives/aclives na pista. Esses fatores certamente contribuem para que a intensidade de uma prova real seja elevada. Mesmo sendo uma prova seletiva para o mundial de enduro, de nível internacional, podemos perceber que mesmo com a adoção da velocidade livre, não há a impressão de grandes velocidades na prova de enduro, comparativamente à modalidade 3T.

Os mecanismos regulatórios para a manutenção da natremia são muito eficientes (MCKEEVER, 2011), por este motivo não houve diferença nas concentrações de sódio plasmático entre os momentos dos exercícios. As concentrações de sódio não foram diferentes no repouso, mas apresentaram aumento e diminuição após o exercício, nos animais de 3T e enduro respectivamente. O aumento da calemia nos animais de 3T se deve provavelmente ao efluxo de potássio das células musculares estimuladas pelas catecolaminas após o início do exercício. No exercício de enduro podemos destacar o momento de coleta, que permitiu o influxo de K^+ de volta às células também pela ação das catecolaminas. Por ser um exercício prolongado, também há a participação de mecanismos renais de excreção de K^+ , gerando assim a hipocalemia após o exercício (SCHOTT II et al., 1997).

O comportamento do íon cloreto foi semelhante nas duas modalidades estudadas. Após os exercícios, houve diminuição da cloremia em ambos os exercícios, sendo este mais exacerbado nos animais de enduro. A hipocloremia é um achado comum em animais de enduro (BARNES et al., 2010) e em animais realizando exercício máximo também é observado, mas se caracteriza por ser uma alteração rapidamente revertida pelo término do exercício. Isso se deve ao fato do mecanismo pelos quais o decréscimo de cloreto ocorre. Em animais realizando exercício máximo, ocorre por um fenômeno chamado "*chloride shift*" no qual o ânion bicarbonato é excretado da hemácia em troca de um ânion cloreto, para fins de tamponamento (CARLSON, 1995). O enduro a perda é mais severa pela sudorese, e o reestabelecimento da concentração de Cl^- depende da ativação de mecanismos renais (TOPLIFF, 2006), ocorrendo assim em maior tempo.

Apesar de ser um exercício que utiliza predominantemente o metabolismo anaeróbio, não observamos indícios do uso do sistema fosfagênio na modalidade 3T, uma vez que não observamos diferença nas concentrações de P_i . Já na modalidade enduro, observamos um aumento no momento após a competição. O aumento do P_i nos animais de enduro se deve principalmente, como observado anteriormente à hidrólise da fosfocreatina.

A albuminemia de repouso foi elevada nos equinos competidores de enduro, fato provavelmente atribuído à expansão de volume plasmático devido ao treinamento realizado para esta modalidade (CONVERTINO, 1991). Na modalidade 3T houve aumento após o exercício devido à redistribuição de fluidos ao início do exercício, gerando hemoconcentração. Após os exercícios não houve diferença entre as modalidades. As globulinas aumentaram somente nos animais de enduro após o exercício. Alguns estudos relacionam as globulinas ao exercício. Fazio et al., (2010) e Gondim et al., (2013) observaram um aumento nas concentrações de haptoglobinas após um período de 80 dias de treinamento e após uma partida treino de pólo. A dinâmica das globulinas e da resposta de fase aguda no exercício equino ainda é pouco estudada.

Apesar dos equinos das diferentes modalidades apresentarem distúrbios eletrolíticos completamente diferentes, quando analisados pelos determinantes físico-químicos da abordagem mecanicista, relacionando às médias das variáveis DIF e A_{tot} , não observamos diferença entre os momentos e entre as modalidades, provavelmente devido à variação individual dos eletrólitos e variáveis hematológicas dos equinos. Apesar de não apresentar diferenças, essas variáveis são muito úteis para o diagnóstico individual dos processos fisiopatológicos.

Quando relacionamos o AG podemos perceber um aumento evidente no momento após na modalidade 3T e a não alteração na modalidade enduro. Porém quando comparamos o momento após das duas modalidades percebemos que o AG dos animais realizando 3T apresenta valores muito superiores ao da modalidade enduro. Isso se deve devido o comportamento do íon HCO_3^- , que na modalidade 3T decresce para o tamponamento do H^+ advindo

do metabolismo anaeróbio enquanto no enduro há um aumento (que não foi observado neste estudo) para manter a eletroneutralidade plasmática.

A diminuição do IGF na modalidade 3T já foi discutido anteriormente. A diferença entre as modalidades de deve principalmente ao aumento da lactatemia dos animais de 3T e a manutenção da lactatemia dentro dos valores fisiológicos dos animais de enduro.

6.4. Comparação de diferentes metodologias para cálculo da variável A_{tot}

De posse dos dados gerados pelo teste t e o diagrama de Bland-Altman podemos considerar que os valores de A_{tot} propostos por Constable (1997) além de terem uma abordagem mais ampla, se mantem dentro dos valores descritos na literatura, sendo mais confiáveis para a realização de um diagnóstico.

Não houve correlação entre os valores da variável A_{tot} calculada pelas duas metodologias, isso ressalta a diferença entre as metodologias de cálculo. Apesar de não haver correlação entre os métodos, podemos perceber pela Figura 24, que os valores obtidos pelas diferentes metodologias apresentam o mesmo comportamento.

7. CONCLUSÕES

O desempenho atlético dos equinos da modalidade 3T pode ser identificado somente por algumas variáveis, porém não pelas diferentes abordagens do equilíbrio ácido-base. Nesta modalidade houve uma grande concordância entre a metodologia tradicional e mecanicista, diagnosticando o mesmo distúrbio que foi a acidose metabólica.

Na modalidade enduro podemos afirmar que a abordagem mecanicista é precisa na avaliação de distúrbios complexos, comuns nesta modalidade. O principal distúrbio observado nos animais finalistas por ambas as metodologias

foi a alcalose metabólica. O distúrbio predominante, pela abordagem tradicional, nos equinos eliminados foi a alcalose respiratória e pela abordagem físico química a alcalose metabólica.

Quando comparadas as modalidades, podemos perceber comportamentos opostos devido à natureza contrária dos exercícios realizados. Apesar da adoção da velocidade livre do enduro, este não pareceu utilizar o metabolismo anaeróbio como a prova de 3T.

Não houve correlação entre método descrito por Constable (1997) e o método descrito por Mckeena et al., (1997), para o cálculo da variável A_{tot} , porém o comportamento da variável é semelhante pelas duas metodologias. A metodologia proposta por Constable (1997), parece ser mais completa para avaliação do equilíbrio ácido-base, pois utiliza mais variáveis.

8. REFERÊNCIAS

ABQM REGULAMENTO GERAL DE CONCURSOS E COMPETIÇÕES DA RAÇA QUARTO DE MILHA 2013 Disponível em: <http://www.nqmb.com.br/regulamento2013.pdf>> Acesso em: 29 maio 2014.

ACHTEN, J; JEUKENDRUP, A.E. Heart rate monitoring. **Sports Medicine**, Auckland, v.33, n.7, p.517-538, 2003

AGUILERA-TEJERO, E.; ESTEPA, J. C.; LÓPEZ, I., BAS, S.; MAYER-VALOR, R.; RODRÍGUEZ, M. Quantitative analysis of acid–base balance in show jumpers before and after exercise. **Research in Veterinary Science**, London, v. 68, n. 2, p. 103-108, 2000.

AGUILERA-TEJERO, E.; ESTEPA, J. C.; LÓPEZ, I.; BAS, S.; GARFIA, B.; RODRÍGUEZ, M. Plasma ionized calcium and parathyroid hormone concentrations in horses after endurance rides. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 219, n. 4, p. 488-490, 2001.

ART, T.; LEKEUX, P. Training-induced modifications in cardiorespiratory and ventilatory measurements in Thoroughbred horses. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 25, n. 6, p. 532-536, 1993.

BARNES, A.; KINGSTON, J.; BEETSON, S.; KUIPER C. Endurance veterinarians detect physiologically compromised horses in a 160 km ride. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 42, p. 6-11, 2010.

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 exercising horses. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 38, n. S36, p. 294-297, 2006.

BAYLY, W.; SCHOTT II, H; SLOCOMBE, R. Ventilatory responses of horses to prolonged submaximal exercise. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 27, n. S18, p. 23-28, 1995.

BERGERO, D.; ASSENZA, A.; CAOLA, G. Contribution to our knowledge of the physiology and metabolism of endurance horses. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 92, n. 2, p. 167-176, 2005.

BETROS, C.L.; MCKEEVER, K.H.; KEARNS, C.F.; MALINOWSKI, K. Effects of ageing and training on maximal heart rate and VO₂max. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 34, n. S34, p. 100-105, 2002.

BLACKMORE, D.; BROBST, D. **Biochemical values in equine medicine**. United Kingdom: Animal Health Trust, 1981. 108 p.

BLAND, J.M.; ALTMAN, G.D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **The lancet**, Oxford, v. 327, n. 8476, p. 307-310, 1986.

BORER, K. E.; CORLEY, K. T. T. Electrolyte disorders in horses with colic. Part 2: calcium, sodium, chloride and phosphate. **Equine Veterinary Education**, London, v. 18, n. 6, p. 320-325, 2006.

BROBST, D. Pathophysiologic and adaptive changes in acid-base disorders. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg v.183, n.7, p. 773-779, 1983.

CAPELLETO, E.C.; ANGELI, A.L.; GRAFF, H. Respostas fisiológicas em quarto-de-milha após prova de tambor. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias Ambientais**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 299-304, 2009.

CARLSON, G.P. Hematology and body fluids in the equine athlete: A review. In: GILLESPIE, J.R.; ROBINSON, N.E. **Equine exercise physiology 2**. Davis: ICEEP Publications, 1987. p. 393-424.

CARLSON, G. P. Interrelationships between fluid, electrolyte and acid-base balance during maximal exercise. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 27, n. S18, p. 261-265, 1995.

CARLSON, G. P.; OCEN, P. O.; HARROLD, D. Clinicopathologic alterations in normal and exhausted endurance horses. **Theriogenology**, Stoneham, v. 6, n. 2, p. 93-104, 1976.

CANFIELD, T.J.; GABEL, K.A. Blood Lactate, Heart Rate, and Rating of Perceived Exertion in Collegiate Sprint, Middle Distance, and Long Distance Runners after 400 and 1600 Meter Runs. **Blood**, New York, v. 1, p. 35-38, 2014.

COGGAN, A. R.; SPINA, R. J.; KOHRT, W. M.; BIER, D. M.; HOLLOSZY, J. O. Plasma glucose kinetics in a well-trained cyclist fed glucose throughout exercise. **International Journal of Sport Nutrition**, Champaign, v. 1, n. 3, p. 279-288, 1991.

CONSTABLE, P.D. A simplified strong ion model for acid-base equilibria: Application to horse plasma. **Journal applied Physiology**, Bethesda, v.83, p. 297-311, 1997.

CONSTABLE, P.D. Clinical Assessment of Acid-Base Status: Comparison of the Henderson-Hasselbalch and Strong Ion Approaches. **Veterinary Clinical Pathology**, Santa Bárbara, v.29, n.4, pp 115-128, 2000.

CONSTABLE, P. D. Clinical assessment of acid-base status. Strong ion difference theory. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 15, n. 3, p. 447, 1999.

CONSTABLE, P.D.; HINCHCLIFF, K.W.; MUIR 3RD, W.W. Comparison of anion gap and strong ion gap as predictors of unmeasured strong ion concentration in plasma and serum from horses. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 59, n. 7, p. 881-887, 1998.

CONVERTINO, V.A. Blood volume: its adaptation to endurance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hargerstown, v. 23, n. 12, p. 1338-1348, 1991

CORLEY, K. T. T.; MARR, C M. Pathophysiology, assessment and treatment of acid-base disturbances in the horse. **Equine Veterinary Education**, London, v. 10, n. 5, p. 255-265, 1998.

COUROUCÉ, A. Field exercise testing for assessing fitness in French standardbred trotters. **The veterinary journal**, London, v. 157, n. 2, p. 112-122, 1999.

CYWINSKA, A.; SZARSKA, E.; KOWALSKA, A.; OSTASZEWSKI, P.; SCHOLLENBERGER, A. Gender differences in exercise-induced intravascular haemolysis during race training in thoroughbred horses. **Research in Veterinary Science**, London, v. 90, n. 1, p. 133-137, 2011.

DI FILIPPO, P.A.; GOMIDE, L.M.W.; OROZCO, C.A.G.; DA SILVA, M.A.G.; MARTINS, C.B.; LACERDA-NETO, J.C.; SANTANA, A.E. alterações hemogasométricas e eletrolíticas de cavalos da raça árabe durante prova de enduro de 60 km. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 3, p. 840-846, 2009.

DI FILLIPO, P.A.; SANTANA, A. E.; PEREIRA, G.T. Equilíbrio ácido-base e hidroeletrolítico em equinos com cólica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1003-1009, 2008.

EATON, M.D. Energetics and performance. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J.; **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: W B Saunders. 1994. p. 49-62.

EMMETT, M.; NARINS, R. G. Clinical use of the anion gap. **Medicine**, Baltimore, v. 56, n. 1, p. 38-54, 1977.

EVANS, D.L. **Training and fitness in athletic horses**. Sydney: Rural Industries Research & Development Corporation, 2000. 64p

FARIA, C.C.S. **Relatório Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC, CNPQ) do projeto “determinação da intensidade de esforço e comparação do condicionamento físico de cavalos quarto de milha de três tambores”**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2012.

FAZIO, F.; ASSENZA, A.; TOSTO, F.; CASELLA, S.; PICCIONE, G.; CAOLA, G. Modifications of some acute phase proteins and the white blood cell count in thoroughbreds during training. **Veterinary record: journal of the British Veterinary Association**, London, v. 167, n. 9, 2010.

FEI. ANNUAL REPORT SPREADS. 2012 Disponível em: <<http://www.fei.org/fei/about-fei/publications/fei-annual-report/2012>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

FEI ENDURANCE RULES 2014. Disponível em: http://www.fei.org/sites/default/files/Endurance_Rules-2014-clean_11Nov2013.pdf . Acesso em: 29 maio 2014.

FERNANDES, W.R.; LARSSON, M. H. M. A. Alterações nas concentrações séricas de glicose, sódio, potássio, uréia e creatinina, em equinos submetidos a provas de enduro de 30km com velocidade controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 393-398, 2000.

FERRAZ, G. C.; DANGELIS, 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**, Belo Horizonte, 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 match session of high-goal (elite) polo ponies. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 42, p. 191-195, 2010.

FERRAZ, G.C.; TEIXEIRA-NETO, A. R.; D'ANGELIS, F. H.F.; LACERDA-NETO, J.C.; QUEIROZ-NETO, A. Alterações hematológicas e cardíacas em cavalos Árabes submetidos ao teste de esforço crescente em esteira rolante. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.46, n.6, p. 431-437, 2009.

FERRI, A.; ADAMO, S.; LA TORRE, A.; MARZORATI, M.; BISHOP, D.J.; MISEROCCHI G. Determinants of performance in 1,500-m runners. **European journal of applied physiology**, Udine, v. 112, n. 8, p. 3033-3043, 2012.

FIELDING, C.L.; MAGDESIAN, K.G.; MEIER, C.A.; RHODES, D.M. Clinical, hematologic, and electrolyte changes with 0.9% sodium chloride or acetated fluids in endurance horses. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, San Antonio, v. 22, n. 3, p. 327-331, 2012.

FRAPE, D.L. Diet and exercise performance in the horse. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 53, n. 01, p. 189-206, 1994.

GEISER, D.R.; ANDREWS, F.M.; WHITE, S.L.; MAYKUTH, P.L.; GREEN, E.M.; PROVENZA, M. K. Blood ionized calcium concentrations in horses before and after the cross-country phase of three-day event competition. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 56, n. 11, p. 1502-1505, 1995.

GONDIN, M.R.; FOZ, N.S.; PEREIRA, M.C.; FLAGLIARI, J.J.; OROZCO, C.A.; D'ANGELIS, F. H.; QUEIROZ-NETO, A.; FERRAZ, G.C. Acute Phase Responses of Different Positions of High-Goal (Elite) Polo Ponies. **Journal of Equine Veterinary Science**, California, v. 33, n. 11, p. 956-961, 2013.

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**, Newmarket, v. 38, n. S36, p. 118-122, 2006.

GUHL, A.; LINDNER, A.; VON WITTKE, P. Use of the relationship between blood lactate and running speed to determine the exercise intensity of horses. **Veterinary Record**, London, v. 139, n. 5, p. 108-110, 1996.

HARGREAVES, B.J.; KRONFELD, D.S.; NAYLOR, J. R. J. Ambient temperature and relative humidity influenced packed cell volume, total plasma protein and other variables in horses during an incremental submaximal field exercise test. **Equine veterinary journal**, Newmarket, v. 31, n. 4, p. 314-318, 1999.

HARRIS, P.; SNOW, D. H. The effects of high intensity exercise on the plasma concentration of lactate, potassium and other electrolytes. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 20, n. 2, p. 109-113, 1988.

HASSELBALCH, K. A. Die Berechnung der Wasserstoffzahl des blutes auf der freien und gebundenen Kohlensaure desselben, und die Sauerstoffbindung des Blutes als Funktion der Wasserstoffzahl. **Biochemische Zeitschrift**, Berlin, v.78, p.112–144, 1916.

HESS, T.M.; KRONFELD, D.S.; WILLIAMS, C.A.; WALDRON, J.N.; GRAHAM-THIERS, P.M.; GREIWE-CRANDELL, K.; LOPEZ, M.A.; HARRIS, P.A. Effects of oral potassium supplementation on acid-base status and plasma ion concentrations of horses during endurance exercise. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.66, p.466-473, 2005.

HOFFMAN, R.M.; HESS, T.M.; WILLIAMS, C.A.; KRONFELD, D.S.; GRIEWE-CRANDELL, K.M.; WALDRON, J.E.; GRAHAM-THIERS, P.M.; GAY, L.S.; SPLAN, R.K.; SAKER, K.E.; HARRIS, P.A. Speed associated with plasma pH, oxygen content, total protein and urea in an 80 km race. **Equine veterinary Journal**, London, v.34, p.39-43, 2002. Supplement.

JONES, N. L.; HEIGENHAUSER, G. J. Getting rid of carbon dioxide during exercise. **Clinical Science**, London, v. 90, n. 5, p. 323-336, 1996.

KINGSTON, J.K. Hematology and serum biochemical responses to exercise and training. In: K.W. HINCHCLIFF; A.J. KANEPS; R.J. GEOR, W.B **Equine sports medicine and surgery**: basic and clinical sciences of the equine athlete. London: Saunders, 2004. p.405

KINGSTON, J.K. Appendices. In: K.W. HINCHCLIFF; A.J. KANEPS; R.J. GEOR, W.B **Equine sports medicine and surgery**: basic and clinical Sciences of the equine athlete. London: Saunders, 2004. p1295-1301.

LAVOIE, J.; HINCHCLIFF, K. (Ed.). **Blackwell's five-minute veterinary consult**: equine. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. p. 546

LINDINGER, M. I.; ECKER, G.L. Ion and water losses from body fluids during a 163 km endurance ride. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 27, n. S18, p. 314-322, 1995.

LINDINGER M. I.; WALLER A. Muscle and blood acid-base physiology during exercise and response to training. : HINCHCLIFF, K.W.; GEOR, R.J.; KANEPES, A.J. **Equine exercise physiology - The science of exercise in the athletic horse**. London: Saunders, 2008. p.350-381.

LOONEY, A.L.; LUDDERS, J.; ERB, H.N.; GLEED, R.; MOON, P. Use of a handheld device for analysis of blood electrolyte concentrations and blood gas partial pressures in dogs and horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 213, n. 4, p. 526-530, 1998.

MARLIN, D. J.; ALLEN, J. C. R. Cardiovascular demands of competition on low-goal (non-elite) polo ponies. **Equine veterinary journal**, Newmarket, v. 31, n. 5, p. 378-382, 1999.

MARLISS, E. B.; SIMANTIRAKIS, E.; MILES, P. D.; HUNT, R.; GOUGEON, R.; PURDON, C.; HALTER, J.B.; VRANIC, M. Glucose turnover and its regulation during intense exercise and recovery in normal male subjects. **Clinical and Investigative Medicine. Médecine clinique et expérimentale**, v. 15, n. 5, p. 406-419, 1992.

MCCUTCHEON, L.J.; GEOR, R.J. Influence of training on sweating responses during submaximal exercise in horses. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 89, n. 6, p. 2463-2471, 2000.

MCKEENA, M.J.; HEIGENHAUSER, G.J.F.; MCKELVIE, R.S.; MACDOUGALL, J.D.; JONES, J.L. Sprint training enhances ionic regulation during intense exercise in men. **Journal of Physiology**, Paris, v.3 n.501, p. 687-702, 1997.

MCKEEVER, K.H. Endocrine alterations in the equine athlete: an update. **Veterinary Clinics of North America. Equine Practice**, Philadelphia, v. 27, n. 1, p. 197-218, 2011.

MCKEEVER, K. H. The endocrine system and the challenge of exercise. **Veterinary Clinics of North America. Equine Practice**, Philadelphia, v. 18, p. 321–353, 2002.

MCKEEVER, K. H. Body fluids and electrolytes: response to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia: W B Saunders, 2004. p.853-871.

MCKEEVER, K. H.; HINCHCLIFF, K. W. Neuroendocrine control of blood volume, blood pressure and cardiovascular function in horses. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 27, n. S18, p. 77-81, 1995.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R., RUBIO, M. D.; AGÜERA, E. I.; CASTEJÓN, F. M. Cardiovascular and metabolic adaptations in horses competing in cross-country events. **The Journal of Veterinary Medical Science**, Tokyo, v. 61, n. 1, p. 13-20, 1999.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; TRIGO, P.; CASTEJÓN-RIBER, C.; CASTEJÓN, F.M. Dehydration, electrolyte imbalances and renin-angiotensin-aldosterone-vasopressin axis in successful and unsuccessful endurance horses. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 42, n. s38, p. 83-90, 2010.

NAPPERT, G.; JOHNSON, P. J. Determination of the acid-base status in 50 horses admitted with colic between December 1998 and May 1999. **The Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v.42, n.9, p.703, 2001.

NAVARRO, M.; MONREAL, L.; SEGURA, D.; ARMENGOU, L.; AÑOR, S. A Comparison of Traditional and Quantitative Analysis of Acid-Base and Electrolyte Imbalances in Horses with Gastrointestinal Disorders. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Lawrence, v.19, n.6, p.871-877, 2005.

NELSON, D.L.; COX, M. M. **Lehninger principios de bioquímica**. São Paulo: Omega, 2009. p. 708-731.

NIELSEN, B. D.; TURNER, K. K.; VENTURA, B. A.; WOODWARD, A. D.; O'CONNOR, C. I. Racing speeds of quarter horses, thoroughbreds and Arabians. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 38, n. S36, p. 128-132, 2006.

OLIVEIRA, J.R.; LUNARDELLI, A. Equilíbrio ácido-básico In: OLIVEIRA, J.R. **Alterações clínicas e laboratoriais do metabolismo iônico**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2011. p. 188-222.

PADILLA, D.J.; MCDONOUGH, P.; KINDIG, C.A.; ERICKSON, H.H.; POOLE, D.C. Ventilatory dynamics and control of blood gases after maximal exercise in the Thoroughbred horse. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 96, n. 6, p. 2187-2193, 2004.

PEIRÓ, J.R.; BORGES, A.S.; GONÇALVES, R.C.; MENDES, L.C.N. Evaluation of a portable clinical analyzer for the determination of blood gas partial pressures, electrolyte concentrations, and hematocrit in venous blood samples collected from cattle, horses, and sheep. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 71, n. 5, p. 515-521, 2010.

PÖSO, A. R. Monocarboxylate transporters and lactate metabolism in equine athletes: a review. **Acta Veterinaria Scandinavica**, London, v. 43, n. 2, p. 63-74, 2002.

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

PUTMAN, C.T.; JONES, N.L.; HEIGENHAUSER, G.J.F. Effects of short-term training on plasma acid-base balance during incremental exercise in man. **The Journal of physiology**, Paris, v. 550, n. 2, p. 585-603, 2003.

RIVERO, J.L.; PIERCY, R.J. Muscle physiology: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K.W.; GEOR, R.J.; KANEPES, A.J. **Equine exercise physiology - The science of exercise in the athletic horse**. London: Saunders, 2008. p.30-80.

ROBERGS, R.A. Exercise-induced metabolic acidosis: where do the protons come from? **Sport Science**, Champaign, v. 5, n. 2, p. 1-20, 2001.

ROBERGS, R. A.; GHIASVAND, F.; PARKER, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v. 287, n. 3, p. R502-R516, 2004.

ROBERT, C.; GOACHET, A. G.; FRAIPONT, A.; VOTION, D. M.; VAN ERCK, E.; LECLERC, J. L. Hydration and electrolyte balance in horses during an endurance season. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 42, n. s38, p. 98-104, 2010.

ROSE, R.J. Endurance exercise in the horse—A review. Part II. **British Veterinary Journal**, London, v. 142, n. 6, p. 542-552, 1986.

ROSE, R. J.; ARNOLD, K. S.; CHURCH, S.; PARIS, R. Plasma and sweat electrolyte concentrations in the horse during long distance exercise. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 12, n. 1, p. 19-22, 1980.

ROSE, R. J.; ILKIW, J. E.; MARTIN, I. C. A. Blood-Gas, Acid-Base and Haematological Values in Horses during an Endurance Ride. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 11, n. 1, p. 56-59, 1979.

SCHOTT, H. C. Challenges of endurance exercise: hydration and electrolyte depletion. In: FEEDING AND VETERINARY MANAGEMENT OF THE SPORT HORSE-KENTUCKY EQUINE RESEARCH NUTRITION CONFERENCE, 17., 2010, Lexington. **Proceedings**...p. 94-111.

SCHOTT II, H.C.; HINCHCLIFF, K.W. Fluids, electrolytes, and bicarbonate. In: Hinchcliff K.W; SAMS R.A. (Ed.). **Veterinary clinics of North America: equine practice — drug use in performance horses**. Philadelphia: WB Saunders, 1993.

SCHOTT II, H.C.; MCGLADE, K.S.; MOLANDER, H.A.; LEROUX, A.J.; HINES, M.T. Body weight, fluid, electrolyte, and hormonal changes in horses competing in 50- and 100-mile endurance rides. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.58, n.3, p. 303-309, 1997.

SCHOTT, H.C.; MARLIN, D.J.; GEOR, R.J.; HOLBROOK, T.C.; DEATON, C.M.; VINCENT, T.; DACRE, K.; SCHROTER, R.C.; JOSE-CUMILLERAS, E.; CORNELISSE, C.J.; Changes in selected physiological and laboratory measurements in elite horses competing in a 160 km endurance ride. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 36, p. 37-42, 2006.

SILVA, M.A.G.; GOMIDE, L.M.W, DIAS, D.P.M.; MARTINS, C.B.; ALBERNAZ, R.M. BERNARDI, N.S.; QUEIROZ-NETO, A.; LACERDA-NETO, J.C. equilíbrio ácido-base em equinos da raça quarto de milha participantes da prova dos três tambores **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, Rio de Janeiro, v. 35, n.2, p. 188-192, 2013.

SILVA, M.A.G.; MARTINS, C.B.; GOMIDE, L.M.; 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**, Belo Horizonte, v. 61, n. 5, p. 1021-1027, 2009.

SILVERMAN, S.C.; BIRKS, E.K. Evaluation of the i-STAT hand-held chemical analyser during treadmill and endurance exercise. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 34, n. S34, p. 551-554, 2002.

SISTEMA SGP DE GERENCIAMENTO DE PROVAS © 2014. Disponível em: <http://www.sgpsistema.com/?page=mainres&type=2013>. Acesso em: 20 dez. 2013.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M.M.; WENSING, T.; BARNEVELD, A.; BREUKINK, H.J. Heart rate, blood biochemistry and performance of horses competing in a 100 km endurance ride. **Veterinary Record**, London, 128, 175-179, 2001.

SOARES, O.A.B.; FERRAZ, G.C.; MARTINS, C.B.; DIAS, D.P.M.; LACERDA-NETO, J.C.; QUEIROZ-NETO, A. Comparison of maximal lactate steady state with V₂, V₄, individual anaerobic threshold and lactate minimum speed in horses. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 66, n. 1, p. 39-46, 2014.

SOMA, L. R., UBOH, C. E., NANN, L., GERBER, A. L. Prerace venous blood acid-base values in Standardbred horses. **Equine veterinary journal**, Newmarket, v. 28, n. 5, p. 390-396, 1996.

SNOW, D. H.; KERR, M. G.; NIMMO, M. A.; ABBOTT, E. M. Alterations in blood, sweat, urine and muscle composition during prolonged exercise in the horse. **Veterinary Record**, London, v. 110, n. 16, p. 377-384, 1982.

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

STÄMPFLI, H.R.; MISIASZEK, S.; LUMSDEN, J.H.; CARLSON, G.P.; HEIGENHAUSER, G.J.F. Weak acid-concentration Atot and dissociation constant Ka of plasma proteins in racehorses. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 31, n. S30, p. 438-442, 1999.

STEWART, P.A. Modern quantitative acid-base chemistry. **Canadian Journal Physiology Pharmacology**, Ottawa, v.61, p. 1444-1461, 1983.

TAYLOR, L. E.; FERRANTE, P. L.; WILSON, J. A.; KRONFELD, D. S. Arterial and mixed venous acid-base status and strong ion difference during repeated sprints. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 27, n. S18, p. 326-330, 1995.

TEIXEIRA NETO, A. R.; FERRAZ, G.C.; MATAQUEIRO, M.I.; LACERDA-NETO, J.C.; QUEIROZ-NETO, A. Reposição eletrolítica sobre variáveis fisiológicas de cavalos em provas de enduro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1505-1511, 2004.

TEIXEIRA-NETO, A. R.; FERRAZ, G. C.; MOSCARDINI, A. R.; ALBERNAZ, R. M.; GONDIN, M. R.; QUEIROZ-NETO, A. Do hematologic constituents really increase due to endurance exercise in horses?. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 9, p. 951-956, 2012.

TOPLIFF, D. R. Electrolytes, Cations, and Anions in the Performance horse. In: EUROPEAN EQUINE NUTRITION & HEALTH CONGRESS, 3., 2006. Merelbeke. **Proceedings**...p. 17-18.

TORIBIO, R. E., KOHN, C. W., CHEW, D. J., SAMS, R. A., ROSOL, T. J. Comparison of serum parathyroid hormone and ionized calcium and magnesium concentrations and fractional urinary clearance of calcium and phosphorus in healthy horses and horses with enterocolitis. **American journal of veterinary research**, Chicago, v. 62, n. 6, p. 938-947, 2001.

VIU, J.; JOSE-CUNILLERAS E.; ARMENGOU, L.; CESARINI, C.; TARANCÓN, 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**, Newmarket, v. 38, p. 76-82, 2010.

VINCENT, T.L.; NEWTON, J.R.; DEATON, C.M.; FRANKLIN, S.H.; BIDDICK, T.; MCKEEVER, K.H.; MCDONOUGH, P.; YOUNG, L.E.; HODGSON, D.R.; MARLIN, D.J. Retrospective study of predictive variables for maximal heart rate (HRmax) in horses undergoing strenuous treadmill exercise. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 38, n. S36, p. 146-152, 2006.

WALLER, A. **Alternative nutritional strategies for enhancing Glycogen resynthesis in horses**. 2009. 194 f. Thesis (PhD)- The University of Guelph, Guelph, 2009.

9. ANEXOS

Equinos finalistas

As Tabelas estão em ordem de chegada da competição, para os equinos finalistas, e em ordem inversa de eliminação, para os eliminados.

Tabela 19. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 31

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2	M3	M4
pH	7,41	7,42	7,45	7,38	7,40
P _V CO ₂	47	48	44	45	44
P _V O ₂	31	35	32	30	33
EB	5	6	6	1	3
HCO ₃ ⁻	30	30	30	26	27
tCO ₂	31	32	31	27	28
sO ₂ %	56	62	52	42	49
Na ⁺	136	138	118	106	110
K ⁺	4,3	3,6	2,9	2,9	2,7
Ca ²⁺	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3
Ht	27	51	34	27	26
Hb	9,2	17,4	11,6	9,3	8,8
Lactatemia	0,28	0,84	1,12	0,61	0,54
Glicemia	3,29	3,58	2,17	2,83	3,63
Uréia	36	35	52	42	46
PPT	6,2	6,3	7,1	7,9	7,7
Albumina	2,6	3,0	2,7	2,1	2,1
Globulina	3,6	3,2	3,5	4,1	4,1
Cl ⁻	104	100	84	78	81
Pi	2,8	3,9	2,8	3,7	2,6
DIF	36	40	36	31	31
A _{tot}	12,5	13,5	12,6	12,7	12
AG	7	11	7	5	4
IGF	9	3	6	8	8
osm	296,9	299,2	262,3	235,6	246,1

Tabela 20. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 41

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2	M3	M4
pH	7,42	7,46	7,46	7,39	7,44
P _V CO ₂	42	45	38	42	42
P _V O ₂	40	39	43	31	37
EB	2	8	3	1	5
HCO ₃ ⁻	27	31	27	26	29
tCO ₂	28	33	28	27	30
sO ₂ %	74	74	83	56	75
Na ⁺	135	147	147	136	148
K ⁺	4,4	3,9	3,6	3,5	4,3
Ca ²⁺	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7
Ht	36	44	42	38	42
Hb	12,2	15	14,4	13,1	14,3
Lactatemia	0,60	1,08	1,12	0,70	1,01
Glicemia	3,81	4,65	5,01	4,25	4,53
Uréia	32	48	48	43	41
PPT	7,0	6,8	6,6	7,1	6,5
Albumina	3,2	3,4	2,5	3,3	2,8
Globulina	3,8	3,6	4,5	3,7	4,2
Cl ⁻	99	108	106	100	110
Pi	3,6	4,9	4,3	5,0	2,8
DIF	40	42	44	39	41
A _{tot}	14,6	15,6	14,4	15,6	13,8
AG	14	12	18	14	13
IGF	1	4	-4	1	1
osm	294,2	324,3	324,3	298,9	323,0

Tabela 21. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 38

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2	M3	M4
pH	7,42	7,44	7,49	7,42	7,42
P _V CO ₂	49	46	42	43	52
P _V O ₂	33	39	34	32	23
EB	7	7	8	3	9
HCO ₃ ⁻	32	31	31	28	33
tCO ₂	33	32	32	29	35
sO ₂ %	62	71	67	51	38
Na ⁺	138	139	131	108	134
K ⁺	4,5	3,5	3,4	2,5	2,8
Ca ²⁺	1,7	1,6	1,3	1,3	1,5
Ht	36	47	52	41	44
Hb	12,2	15,8	17,6	14,1	14,8
Lactatemia	0,46	1,33	1,69	0,71	0,77
Glicemia	3,97	4,33	3,20	3,14	4,49
Uréia	19	20	52	42	61
PPT	6,6	6,5	6,5	7,8	6,5
Albumina	3,0	3,3	3,2	3,0	3,1
Globulina	3,6	3,3	3,4	3,6	3,5
Cl ⁻	100	103	84	74	93
pi	3,3	4,3	4,8	7,8	4,6
DIF	42	39	48	37	43
A _{tot}	13,7	14,6	14,8	16,4	14,6
AG	11	9	19	10	10
IGF	3	5	-4	7	5
osm	295,9	296,9	290,5	240,1	300,2

Tabela 22. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 36

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2	M3	M4
pH	7,41	7,44	7,47	7,40	7,47
P _V CO ₂	44	46	39	41	41
P _V O ₂	34	39	41	33	47
EB	3	7	5	1	6
HCO ₃ ⁻	28	31	28	26	30
tCO ₂	29	32	29	27	31
sO ₂ %	63	60	58	64	39
Na ⁺	136	117	101	135	131
K ⁺	4,0	2,9	2,7	3,4	1,6
Ca ²⁺	1,7	1,4	0,9	1,5	0,7
Ht	45	39	41	50	37
Hb	15,3	13,3	13,9	17,1	12,9
Lactatemia	0,45	1,00	1,33	0,90	0,37
Glicemia	3,81	2,73	2,62	4,04	1,87
Uréia	46	49	78	102	45
PPT	6,4	7,5	8,3	6,1	6,4
Albumina	3,2	2,5	2,9	3,7	1,5
Globulina	3,3	3,9	3,5	2,7	4,9
Cl ⁻	103	84	71	94	92
pi	2,5	3,8	3,2	9,3	2,9
DIF	37	35	31	43	40
A _{tot}	13,1	13,3	13,3	17,6	11,9
AG	9	5	5	19	11
IGF	4	8	9	-1	1
osm	300,4	260,2	238,0	318,0	283,1

Tabela 23. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do cavalo 30

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2	M3	M4
pH	7,46	7,43	7,44	7,41	7,40
P _V CO ₂	46	45	40	40	45
P _V O ₂	34	39	36	36	44
EB	9	6	3	0	3
HCO ₃ ⁻	32	29	27	25	27
tCO ₂	34	31	28	26	29
sO ₂ %	66	69	65	70	85
Na ⁺	136	135	132	140	148
K ⁺	3,9	3,4	3,5	4,1	3,7
Ca ²⁺	1,6	1,5	1,4	1,8	1,8
Ht	45	40	40	41	37
Hb	15,3	13,7	13,6	13,9	12,7
Lactatemia	0,51	1,24	2,03	0,70	0,57
Glicemia	3,20	3,89	3,55	3,31	4,34
Uréia	33	42	54	26	54
PPT	6,7	6,8	6,7	6,4	6,1
Albumina	3,0	2,9	3,0	3,1	3,2
Globulina	3,7	3,8	3,7	3,6	3,5
Cl ⁻	102	94	93	103	82
pi	3,0	5,6	5,0	4,0	3,0
DIF	36	44	40	41	69
A _{tot}	13,7	15,2	14,9	14,4	13,8
AG	6	15	16	17	42
IGF	8	0	-1	-2	-28
osm	295,0	296,1	294,0	301,6	327,8

Tabela 24. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 35

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2	M3	M4
pH	7,43	7,48	7,50	7,48	7,47
P _V CO ₂	47	48	43	45	48
P _V O ₂	38	47	47	36	40
EB	7	12	10	10	11
HCO ₃ ⁻	31	35	33	34	35
tCO ₂	32	36	34	35	36
sO ₂ %	71	69	64	55	74
Na ⁺	137	116	99	100	130
K ⁺	3,8	2,5	2,3	2,2	2,9
Ca ²⁺	1,8	1,3	0,9	1,2	1,4
Ht	34	39	38	35	38
Hb	11,6	13,1	12,9	12,0	13,1
Lactatemia	0,49	1,01	1,58	0,90	0,61
Glicemia	4,29	3,62	2,33	3,00	4,70
Uréia	40	35	67	54	83
PPT	6,4	7,6	8,3	8,3	6,5
Albumina	3,0	2,8	2,4	2,3	2,7
Globulina	3,4	3,6	4,0	4,1	3,7
Cl ⁻	98	81	63	66	87
pi	2,8	3,8	6,9	6,0	4,0
DIF	42	37	37	35	46
A _{tot}	13,1	13,6	15,1	14,4	13,6
AG	12	3	6	3	12
IGF	1	11	9	12	2
osm	300,3	253,9	230	227,2	300,1

Tabela 25. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 43

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2	M3	M4
pH	7,40	7,48	7,43	7,38	7,48
P _V CO ₂	50	48	48	48	49
P _V O ₂	31	47	33	27	36
EB	6	12	6	3	12
HCO ₃ ⁻	31	35	31	28	36
tCO ₂	32	36	32	30	37
sO ₂ %	56	37	54	48	70
Na ⁺	139	138	120	137	135
K ⁺	2,4	3,0	2,6	2,3	2,3
Ca ²⁺	1,6	0,7	1,1	1,5	1,4
Ht	38	46	48	50	42
Hb	12,9	15,6	16,3	7,0	14,1
Lactatemia	0,39	0,53	2,02	1,37	0,78
Glicemia	3,33	1,80	3,47	4,59	4,40
Uréia	42	22	68	.	102
PPT	6,5	5,5	7,2	6,2	6,4
Albumina	3,3	3,7	3,4	3,7	3,3
Globulina	3,2	1,7	3,1	2,5	3,2
Cl ⁻	101	118	75	95	88
pi	3,5	4,6	4,2	7,0	3,3
DIF	40	22	46	43	48
A _{tot}	13,9	13,4	14,5	16	13,9
AG	10	-12	17	16	13
IGF	4	25	-2	0	1
osm	301,3	291,9	273,2	.	315,7

Tabela 26. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 29

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2	M3	M4
pH	7,43	7,47	7,45	7,39	7,44
P _V CO ₂	47	45	39	43	43
P _V O ₂	41	37	31	35	40
EB	7	9	5	1	5
HCO ₃ ⁻	31	32	28	25	29
tCO ₂	32	33	29	27	30
sO ₂ %	74	69	57	54	78
Na ⁺	136	137	108	113	141
K ⁺	3,8	3,3	2,5	2,4	3,3
Ca ²⁺	1,7	1,4	0,9	1,1	1,5
Ht	31	41	34	33	38
Hb	10,5	13,9	11,6	11,4	12,9
Lactatemia	0,62	0,80	1,53	0,76	0,82
Glicemia	3,50	3,39	3,01	4,43	4,36
Uréia	34	31	30	39	68
PPT	5,9	5,9	7,4	6,9	5,6
Albumina	3,0	2,5	2,3	2,6	3,3
Globulina	2,9	3,4	3,6	3,3	2,6
Cl ⁻	100	98	72	83	101
Pi	3,6	4,4	6,4	5,4	3,3
DIF	39	42	37	32	42
A _{tot}	12,9	13,0	14,0	13,6	13,0
AG	9	10	10	7	14
IGF	4	3	4	7	-1
Osm	295,4	295,2	234,2	249,2	317,9

. Significa variáveis perdidas ou amostras não coletadas para análise

Tabela 27. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 40

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2	M3	M4
pH	7,39	7,41	7,46	7,41	7,38
P _V CO ₂	43	42	36	42	43
P _V O ₂	35	45	44	37	39
EB	1	2	2	1	0
HCO ₃ ⁻	26	26	25	24	25
tCO ₂	27	27	26	27	26
sO ₂ %	64	73	84	63	85
Na ⁺	141	133	140	125	167
K ⁺	3,9	3,4	3,5	2,2	3,9
Ca ²⁺	1,7	1,5	1,5	1,5	2,0
Ht	31	39	40	35	41
Hb	10,5	13,2	13,7	11,9	14,2
Lactatemia	0,58	1,24	1,58	0,95	0,98
Glicemia	3,98	4,88	6,92	4,87	5,84
Uréia	26	36	64	49	57
PPT	7,2	7,6	6,8	7,8	5,9
Albumina	2,8	2,8	2,9	2,2	3,3
Globulina	4,4	4,4	4,3	5,0	3,9
Cl ⁻	102	98	98	89	121
Pi	3,5	3,3	2,9	5,2	2,8
DIF	42	37	43	37	49
A _{tot}	14,5	14,4	14,3	15,0	14,6
AG	17	12	20	12	25
IGF	-2	2	-5	3	-11
Osm	303,2	290,0	316,3	276,2	368,7

Tabela 28. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 26

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2	M3	M4
pH	7,44	7,50	7,46	7,41	7,48
P _V CO ₂	46	47	42	43	42
P _V O ₂	30	39	36	29	41
EB	7	13	6	3	8
HCO ₃ ⁻	31	36	29	27	31
tCO ₂	32	37	31	29	32
sO ₂ %	57	77	85	41	79
Na ⁺	136	144	161	96	130
K ⁺	3,9	3,4	4,2	2,3	2,0
Ca ²⁺	1,6	1,4	2,3	0,9	1,3
Ht	39	50	57	42	46
Hb	13,3	17,1	19,4	14,3	15,8
Lactatemia	0,4	1,1	2,0	0,9	0,9
Glicemia	3,07	3,64	3,16	2,77	5,08
Uréia	27	45	104	59	124
PPT	6,7	6,4	5,3	8,6	6,5
Albumina	3,2	2,3	3,8	1,6	3,0
Globulina	3,6	4,4	2,9	7,0	3,7
Cl ⁻	100	98	105	64	62
Pi	3,1	3,5	6,1	6,6	4,1
DIF	39	48	58	33	69
A _{tot}	13,9	13,4	16,2	17,3	14,3
AG	9	14	30	7	39
IGF	5	0	-14	11	-25
osm	292,7	315,5	369,8	220,3	313,2

. Significa variáveis perdidas ou amostras não coletadas para análise

Tabela 29. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 37

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2	M3	M4
pH	7,43	7,49	7,46	7,43	7,42
P _V CO ₂	44	42	40	43	46
PO ₂	35	3437	38	31	29
EB	5	8	5	4	5
HCO ₃ ⁻	29	31	28	28	29
tCO ₂	30	32	29	29	31
sO ₂ %	66	65	90	46	52
Na ⁺	137	126	168	104	134
K ⁺	3,9	3,1	3,6	1,6	3,3
Ca ²⁺	1,7	1,2	1,8	1,3	1,6
Ht	34	44	54	33	37
Hb	11,6	15,1	18,5	11,2	12,6
Lactatemia	0,39	1,06	1,10	0,55	0,54
Glicemia	3,84	3,57	4,95	3,51	4,51
Uréia	34	45	90	47	50
PPT	6,2	6,7	4,8	7,9	6,2
Albumina	3,1	3,4	3,5	3,5	3,4
Globulina	3,1	2,8	1,3	4,4	2,8
Cl ⁻	103	89	118	72	98
pi	2,6	4,5	.	7,0	2,9
DIF	38	39	53	33	39
A _{tot}	12,8	14,2	.	15,1	13,3
AG	9	9	26	6	10
IGF	5	6	.	10	4
osm	292,7	277,7	369,8	232,5	297,1

. Significa variáveis perdidas ou amostras não coletadas para análise

Equinos eliminados

E – momento da eliminação

A – momento de avaliação clínica após quadro de rabdomiólise

Tabela 30. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavalos 27

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2E	M3	M4
pH	7,39	7,44	7,45	.	7,43
P _v CO ₂	57	44	41	.	48
P _v O ₂	17	36	40	.	36
EB	10	6	4	.	8
HCO ₃ ⁻	34	30	28	.	31
tCO ₂	36	31	29	.	32
sO ₂ %	22	86	70	.	79
Na ⁺	140	182	109	.	157
K ⁺	4,0	4,3	2,6	.	3,2
Ca ²⁺	1,6	1,8	1,0	.	1,9
Ht	40	67	41	.	43
Hb	13,6	22,6	13,8	.	14,5
Lactatemia	0,5	1,57	1,4	.	0,88
Glicemia	3,1	4,32	3,04	.	4,66
Uréia	28	52	50	.	66
PPT	6,8	5,2	8,7	.	5,9
Albumina	3,4	4,8	1,1	.	3,7
Globulina	3,4	2,0	7,2	.	3,1
Cl ⁻	100	126	71	.	109
PI	4,5	6,7	5,8	.	3,6
DIF	43	59	39	.	50
A _{tot}	15	17,5	16,1	.	14,8
AG	10	31	13	.	19
IGF	5	-13	3	.	-4
Osm	292,7	395,3	369,8	.	348,2

Tabela 31. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 33

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2 E	M3	M4
pH	7,41	7,52	7,46	.	7,51
P _V CO ₂	50	43	45	.	48
P _V O ₂	34	50	31	.	39
EB	7	12	8	.	16
HCO ₃ ⁻	32	34	31	.	39
tCO ₂	33	35	32	.	40
sO ₂ %	62	80	42	.	73
Na ⁺	140	129	97	.	129
K ⁺	3,3	3,0	2,0	.	2,0
Ca ²⁺	1,6	1,2	0,8	.	1,3
Ht	37	48	42	.	47
Hb	12,6	16,1	14,2	.	16,0
Lactatemia	0,49	1,21	1,56	.	0,71
Glicemia	2,90	3,87	1,93	.	3,88
Uréia	29	40	50	.	78
PPT	6,8	7,3	9,3	.	7,1
Albumina	3,1	3,2	3,6	.	3,3
Globulina	3,7	3,6	5,8	.	3,5
Cl ⁻	102	93	57	.	81
pi	3,1	5,4	2,7	.	3,2
DIF	41	37	41	.	49
A _{tot}	14	15,4	17,8	.	14,2
AG	9	4	12	.	11
IGF	5	11	7	.	3
osm	300,0	281,4	218,6	.	294,3

Tabela 32. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 28

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2 E	M3	M4
pH	7,41	7,48	7,46	.	7,44
P _V CO ₂	46	43	40	.	42
P _V O ₂	34	40	38	.	45
EB	5	8	4	.	5
HCO ₃ ⁻	29	32	28	.	29
tCO ₂	31	33	29	.	30
sO ₂ %	62	88	70	.	83
Na ⁺	137	163	128	.	139
K ⁺	3,3	4,1	3,3	.	3,5
Ca ²⁺	1,7	1,9	1,2	.	1,6
Ht	44	54	51	.	33
Hb	15,0	18,4	17,4	.	11,2
Lactatemia	0,32	1,47	2,64	.	0,80
Glicemia	4,35	5,42	3,13	.	4,22
Uréia	29	62	69	.	81
PPT	6,6	5,6	6,7	.	6,4
Albumina	2,9	2,3	3,4	.	3,1
Globulina	3,7	4,3	3,3	.	3,5
Cl ⁻	100	108	85	.	99
pi	3,0	8,2	6,9	.	4,6
DIF	40	57	44	.	43
A _{tot}	13,5	16,1	16,2	.	14,6
AG	11	27	19	.	15
IGF	3	-11	-3	.	-1
osm	295,5	361,4	290,5	.	318,9

. Significa variáveis perdidas ou amostras não coletadas para análise

Tabela 33. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 34

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2 E	M3	M4
pH	7,40	7,44	7,40	.	7,41
P _V CO ₂	46	40	39	.	44
P _V O ₂	40	45	45	.	39
EB	4	3	-1	.	3
HCO ₃ ⁻	28	27	24	.	27
tCO ₂	30	28	25	.	29
sO ₂ %	72	75	74	.	71
Na ⁺	137	129	131	.	139
K ⁺	3,7	3,1	2,0	.	3,8
Ca ²⁺	1,7	1,1	1,3	.	1,6
Ht	35	45	45	.	38
Hb	11,9	15,3	15,3	.	12,9
Lactatemia	0,46	1,32	1,25	.	0,44
Glicemia	3,54	4,62	3,57	.	3,99
Uréia	35	46	50	.	38
PPT	6,3	6,6	6,6	.	6,3
Albumina	2,8	2,9	3,0	.	2,95
Globulina	3,5	3,4	3,3	.	3,35
Cl ⁻	100	94	93	.	99
p	4,3	4,1	3,9	.	
DIF	40	37	39	.	43
A _{tot}	13,7	13,7	13,7	.	13,1
AG	12	11	.16	.	17
IGF	1	2	-3	.	-3
osm	297,6	285,0	287,0	.	303,3

. Significa variáveis perdidas ou amostras não coletadas para análise

Tabela 34. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 42

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1	M2 E	M3 A	M4
pH	7,42	7,46	7,35	7,30	7,40
P _V CO ₂	46	45	48	44	41
P _V O ₂	33	43	37	36	35
EB	5	8	1	-5	0
HCO ₃ ⁻	30	32	26	21	25
tCO ₂	31	33	27	23	26
sO ₂ %	61	39	49	49	85
Na ⁺	136	136	105	114	179
K ⁺	4,1	1,9	2,7	3,1	4,2
Ca ²⁺	1,7	0,7	1,0	1,0	1,9
Ht	33	25	46	30	42
Hb	11,2	8,6	15,7	10,1	14,3
Lactatemia	0,37	0,86	2,45	1,20	1,43
Glicemia	3,77	2,09	2,80	3,99	6,21
Uréia	23	27	52	76	77
PPT	6,8	6,8	8,4	8,0	5,2
Albumina	3,1	1,5	3,4	2,9	2,7
Globulina	3,7	5,3	5,0	4,9	2,5
Cl ⁻	98	88	69	.	132
Pi	2,4	6,9	6,5	.	2,1
DIF	42	25	37	.	50
A _{tot}	13,6	14,9	18,5	.	10,8
AG	14	18	13	.	25
IGF	1	-3	6	.	-11
osm	292,4	287,6	237,3	265,1	400,6

. Significa variáveis perdidas ou amostras não coletadas para análise

Tabela 35. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 39.

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1 E	M2	M3	M4
pH	7,38	7,44	.	.	7,41
P _V CO ₂	51	44	.	.	44
P _V O ₂	28	40	.	.	35
EB	5	6	.	.	3
HCO ₃ ⁻	30	29	.	.	28
tCO ₂	31	31	.	.	29
sO ₂ %	47	72	.	.	67
Na ⁺	139	139	.	.	143
K ⁺	3,7	3,3	.	.	3,9
Ca ²⁺	1,7	1,4	.	.	1,7
Ht	34	46	.	.	37
Hb	11,6	15,8	.	.	12,6
Lactatemia	0,32	1,30	.	.	0,68
Glicemia	3,13	4,27	.	.	4,20
Uréia	32	41	.	.	44
PPT	6,3	6,4	.	.	6,1
Albumina	2,8	2,3	.	.	3,0
Globulina	3,5	4,1	.	.	3,1
Cl ⁻	.	100	.	.	107
Pi	3,6	3,4	.	.	3,0
DIF	.	40	.	.	38
A _{tot}	13,2	12,8	.	.	13,1
AG	.	12	.	.	11
IGF	.	1	.	.	2
osm	300	303,5	.	.	313,1

. Significa variáveis perdidas ou amostras não coletadas para análise

Tabela 36. Variáveis hemogasométricas e eletrolíticas do Cavallo 32

Variáveis	Momentos de Avaliação				
	M0	M1 E	M2	M3	M4
pH	7,42	.	.	.	7,43
P _V CO ₂	44	.	.	.	44
P _V O ₂	35	.	.	.	40
EB	4	.	.	.	4
HCO ₃ ⁻	28	.	.	.	29
tCO ₂	30	.	.	.	30
sO ₂ %	66	.	.	.	73
Na ⁺	137	.	.	.	136
K ⁺	3,5	.	.	.	3,1
Ca ²⁺	1,7	.	.	.	1,6
Ht	42	.	.	.	35
Hb	14,3	.	.	.	11,9
Lactatemia	0,70	.	.	.	1,05
Glicemia	4,17	.	.	.	6,20
Uréia	31	.	.	.	41
PPT	7,4	.	.	.	7,4
Albumina	3,3	.	.	.	3,4
Globulina	4,1	.	.	.	4,0
Cl ⁻	100	.	.	.	98
Pi	3,8	.	.	.	2,3
DIF	40	.	.	.	40
A _{tot}	15,4	.	.	.	14,6
AG	12	.	.	.	13
IGF	3	.	.	.	2
osm	296,4	.	.	.	299,2

. Significa variáveis perdidas ou amostras não coletadas para análise