

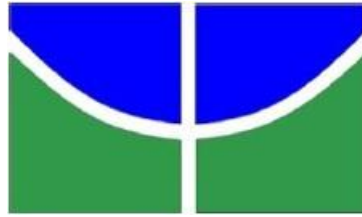
**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária**  
**Programa de Pós-Graduação em Saúde Animal**

**INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DE ESFORÇO ENTRE OS DIAS DE COMPETIÇÃO  
SOB A DEMANDA FISIOLÓGICA DE EQUINOS DE VAQUEJADA**

**SILVANA SOBRINHO BULLE ARRUDA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
EM SAÚDE ANIMAL**

**BRASÍLIA/DF  
FEVEREIRO/2015**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária  
Programa de Pós-Graduação em Saúde Animal

**INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DE ESFORÇO ENTRE OS DIAS DE COMPETIÇÃO  
SOB A DEMANDA FISIOLÓGICA DE EQUINOS DE VAQUEJADA**

SILVANA SOBRINHO BULLE ARRUDA

ORIENTADOR: EDUARDO MAURÍCIO MENDES DE LIMA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
EM SAÚDE ANIMAL

PUBLICAÇÃO: 108

BRASÍLIA/DF  
FEVEREIRO/2015

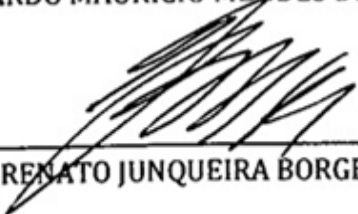
INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DE ESFORÇO ENTRE OS DIAS DE COMPETIÇÃO SOB A DEMANDA  
FISIOLÓGICA DE EQUINOS DE VAQUEJADA


SILVANA SOBRINHO BULLE ARRUDA

DISSERTAÇÃO DE Mestrado  
SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM SAÚDE ANIMAL, COMO  
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS A  
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM  
SAÚDE ANIMAL

APROVADA POR

  
\_\_\_\_\_  
EDUARDO MAURÍCIO MENDES DE LIMA, DOUTOR (UNB)

  
\_\_\_\_\_  
JOSÉ RENATO JUNQUEIRA BORGES, DOUTOR (UNB)

  
\_\_\_\_\_  
ANDERSON FARIAS, DOUTOR (UPIS)

BRASÍLIA/DF, 27 DE FEVEREIRO DE 2015

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

ARRUDA, S.S.B. **Influência da variação de esforço entre os dias de competição sob a demanda fisiológica de equinos de vaquejada.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade de Brasília, 2015, 18p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de Mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos; foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

Arruda, Silvana Sobrinho Bulle

Influência da variação de esforço entre os dias de competição sob a demanda fisiológica de equinos de vaquejada. /Silvana Sobrinho Bulle Arruda

Orientação de Eduardo Maurício Mendes de Lima.

Brasília, 2015. 18p.: il.

Dissertação de mestrado (M) – Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Veterinária, 2015.

1. Exercício. 2. Gasometria. 3. Demanda fisiológica. 4. Equilíbrio hidroeletrólítico. I. Lima, E.M.M. II. Doutor

Dedico este trabalho ao meu esposo, o anjo enviado por Deus para compartilhar sonhos e valores, para me trazer paz e autoconfiança.

À minha família, que jamais mediu esforços para que eu chegasse até aqui. Ao meu orientador Eduardo, pelo apoio desde o início, pelo caráter admirável e amizade inesperada.

Aos cavalos, motivo de toda a luta, por darem asas aos meus sonhos e torná-los concretos objetivos e por jamais permitirem que eu desistisse.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por guiar meus passos em busca do aprendizado, por tornar a UnB um sonho realizado, prover sabedoria para que eu enfrentasse os desafios durante toda jornada em Brasília. E por ter colocado pessoas maravilhosas ao meu lado que transformaram minha vida pessoal e profissional.

Ao meu esposo Lúcio, meu companheiro. Eu achava que estava sozinha, buscava tantas respostas e você me trouxe a calma e entendimento para aceitar, para esperar o tempo de Deus. Foi através de você que Ele me tornou o que sou hoje.

Aos meus pais, Silvio e Rosana, pelo apoio à minha longa caminhada para formação profissional. Muitos foram os momentos de dificuldade e por isso a minha mais profunda gratidão. Aos meus irmãos Augusto e Gustavo, minha família amada.

A minha amiga Viviane pela paciência com minha ausência e por não deixar que a distância prejudicasse nossos laços. Agradeço a Deus por ter a certeza de poder contar com você... sempre!

Ao meu professor orientador, Eduardo Maurício Mendes de Lima, por ter me surpreendido com sua postura, sinceridade, confiança e total disponibilidade em ajudar. E tornado a realização deste trabalho muito proveitosa, por todo o conhecimento compartilhado, e principalmente pela amizade.

Ao meu mestre Luiz Paulo Martins Filho, pela confiança ao me enviar à Brasília, pelo exemplo de profissional competente e sério. Você faz parte de todas as minhas conquistas.

À Fabieni, André Leonardo e André Vianna, pela ajuda indispensável. Este trabalho é da equipe! Aos alunos Verônica e Gilvan, pelo apoio e disponibilidade mesmo em finais de semana e horários extras, vocês certamente são diferenciados.

Aos professores José Renato Junqueira Borges e Fábio Ximenes pelos conhecimentos compartilhados, apoio e pela amizade. À professora Roberta Ferro de Godoy, pela confiança mesmo me conhecendo pouco e indicação de orientação.

Ao Hospital Veterinário de Grandes Animais da UnB e animais que lá estiveram. Por me proporcionarem o maior crescimento não só profissional como pessoal. As lembranças ficarão guardadas em forma de saudade.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE ABREVIATURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT .....	xii

## CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO CLÍNICA E HEMOGASOMÉTRICA DE EQUINOS EM COMPETIÇÃO DE VAQUEJADA.....	1
INTRODUÇÃO .....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	1
RESULTADOS .....	2
DISCUSSÃO .....	5
CONCLUSÃO .....	7
REFERÊNCIAS.....	7

## CAPÍTULO II

PARÂMETROS HIDROELETROLÍTICOS DE EQUINOS EM COMPETIÇÃO DE VAQUEJADA.....	9
INTRODUÇÃO .....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS .....	11
DISCUSSÃO .....	12
CONCLUSÃO.....	16
REFERÊNCIAS.....	16

## CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	18
----------------------------	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

D0	Avaliação antes do exercício, em repouso
D1	Avaliação após o exercício do primeiro dia de competição
D2	Avaliação após o exercício do segundo dia de competição
D3	Avaliação após o exercício do terceiro dia de competição
pH	Potencial hidrogênionico
Pco <sub>2</sub>	Pressão de dióxido de carbono
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Bicarbonato
cBASE	Concentração de base titulável
HCT	Hematócrito
Hb	Hemoglobina
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
ml	Mililitro
bpm	Batimentos por minuto
mpm	Movimentos por minuto
mmHg	Milímetro de mercúrio
mmol/L	Milimol por litro
°C	Grau Celsius
µm	Micrômetro



## LISTA DE TABELAS

## Página

<b>Tabela 1</b>	Frequência cardíaca em batimentos por minuto (FC), frequência respiratória em movimentos por minuto (FR), potencial hidrogênionico (pH), pressão de dióxido de carbono (pCO <sub>2</sub> ), bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) e concentração de base titulável (cBase) de equinos de vaquejada antes do exercício (D0), após o primeiro (D1), segundo (D2) e terceiro dia de competição (D3). <sup>a-d</sup> Letras diferentes na mesma linha indicaram diferença estatística (p<0,05).	3
<b>Tabela 2</b>	Hematócrito, hemoglobina, sódio, glicose, cálcio ionizado e potássio. Os valores representam a média ± erro padrão da média, n=5 por grupo. Quando comparados os momentos D0 [a], D1 [b], D2 [c], D3 [d] ( <i>one-way</i> ANOVA e pós-teste de Holm-Sidak), letras diferentes na mesma linha indicam p≤0,05.	11

## LISTA DE FIGURAS

Página

- Figura 1** Avaliação relativa da frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pH,  $pCO_2$ ,  $HCO_3^-$  e cBASE no primeiro (D1), segundo (D2) e terceiro dia (D3) de competição em relação à avaliação antes do exercício (D0), em equinos de vaquejada 4
- Figura 2** Hematócrito (HCT), hemoglobina (Hb), sódio, glicose, cálcio ionizado e potássio no primeiro (D1), segundo (D2) e terceiro dias (D3) de competição de equinos de vaquejada, em relação à avaliação antes do exercício (D0). 12

## RESUMO

As análises clínica e complementar são uma boa alternativa para avaliar a demanda fisiológica de equinos atletas. O objetivo deste estudo foi avaliar se a variação do esforço entre os três dias de competição de vaquejada promoveu alterações clínicas, hemogasométricas e hidroeletrolíticas. Durante a competição os animais realizaram oito *sprints* nos dois primeiros dias (D1 e D2) e três no último (D3). Dez equinos foram avaliados através de aferição das frequências cardíaca, respiratória e coleta de amostra de sangue para uso em analisador químico portátil. Foram determinados potencial hidrogênionico (pH), pressão de dióxido de carbono (pCO<sub>2</sub>), bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), concentração de base titulável (cBASE), hematócrito (HCT), hemoglobina (Hb), glicose, sódio, cálcio ionizado e potássio. As avaliações foram realizadas em repouso de pelo menos 20 horas, antes do exercício (D0), considerado como parâmetro de controle, e imediatamente após cada *sprint*. Os parâmetros clínicos aumentaram em D1, D2 e D3, quando comparados a D0. A avaliação hemogasométrica demonstrou redução de todas as variáveis, mais acentuada entre D1 e D2. No momento D3, verificou-se menor alteração de todos os parâmetros clínicos e hemogasométricos em comparação ao D0. À análise hidroeletrolítica foi possível verificar aumento do HCT e Hb em D1, com manutenção deste incremento em D2 e D3, considerando D0. A glicemia aumentou em relação a D0, nos três dias de competição, porém com diminuição em D3 quando comparado a D1. O íon sódio demonstrou incremento em D1, mantido em D2, ausência de diferença estatística comparando D0 e D3, D1 e D2, D1 com D3 e redução em D3 associado a D2. O cálcio ionizado diminuiu a partir de D1, com maior redução em D3. O potássio não demonstrou alteração em nenhum momento. Foi possível concluir que a variação de esforço entre os dias de competição promoveu alterações condizentes em parâmetros clínicos, hemogasométricos e hidroeletrolíticos, demonstrando resposta fisiológica adequada e consequente adaptação funcional.

**Palavras-chave:** exercício, gasometria, demanda fisiológica, equilíbrio hidroeletrolítico.

## ABSTRACT

Clinical and complementary analyzes are good alternative to evaluate the physiological demand of equine athletes. The objective of this study was to evaluate the variation of effort between three days of rodeo competition promoted clinical, blood gas and electrolyte. During the competition were performed eight sprints in the first two days (D1, D2), and three in the last (D3). Ten horses were evaluated by measurement of heart rates, respiratory and collection of blood sample for use in portable chemical analyzer. Hydrogenic potential (pH), carbon dioxide pressure (pCO<sub>2</sub>), bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) concentration of titratable base (CBase), hematocrit (HCT), hemoglobin (Hb), glucose, sodium, calcium and potassium ionized were determined. The evaluations were performed at rest at least 20 hours before exercise (D0), considered as a control parameter, and immediately after each sprint. The increased clinical parameters D1, D2 and D3 when compared to D0. The hemogasometric evaluation showed reduction of all variables, more marked between D1 and D2. In D3, there was minor variation of all clinical and blood gas parameters compared to D0. In the electrolyte analysis we observed increased HCT and Hb in D1, maintaining this increase in D2 and D3, considering D0. Blood glucose increased in relation to D0 in the three days of competition, but with decrease in D3 when compared to D1. The sodium ion showed increase in D1, D2 kept, no statistical difference comparing D0 and D3, D1, D2, D3 with D1 and D3 associated with reduction in D2. The ionized calcium decreased from D1 to D3 further reduction. Potassium showed no change in no time. It was concluded that the change effort between the days of competition promoted consistent changes in clinical, blood gas and electrolyte parameters, demonstrating appropriate physiological response and consequent functional adaptation.

**Keywords:** exercise, blood gas analysis, physiological demand, electrolyte balance.

## **CAPÍTULO I**

# **AVALIAÇÃO CLÍNICA E HEMOGASOMÉTRICA DE EQUINOS EM COMPETIÇÃO DE VAQUEJADA**

## **INTRODUÇÃO**

A habilidade dos equinos para atividades atléticas caracterizadas por exercício de alta intensidade ocorre devido a mecanismos de incremento das respostas cardiovascular e respiratória, que afetam principalmente o fluxo sanguíneo, fornecendo oxigênio e substrato para as células que intensificam seu metabolismo. Também é necessário buscar o equilíbrio ácido-base através de uma série de reações bioquímicas e físico-químicas associadas com a produção anaeróbica de energia (BAYLY et al., 2006). Portanto, a execução do exercício depende de modificações integradas de vários sistemas orgânicos (BAYLY et al., 2006).

A competição de vaquejada submete os animais a condições muito diferentes das quais ocorrem no treinamento. O esforço promovido por três dias consecutivos de exercício intenso, sob restrições de descanso, alimento e água podem refletir em alterações físicas, bioquímicas e hematológicas (LOPES et al., 2009), o que torna a avaliação clínica e complementar extremamente útil para mensurar a demanda fisiológica durante essa atividade esportiva (BALOGH et al., 2001).

No entanto, há escassez de informações sobre essas alterações, principalmente considerando o nível de esforço, diferente entre os dias. O objetivo deste trabalho foi determinar se a variação do grau de esforço a que os equinos foram submetidos entre os três dias de competição de vaquejada foi capaz de refletir sob as frequências cardíaca e respiratória, pH, pressão de dióxido de carbono ( $pCO_2$ ), bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) e concentração de base titulável (cBASE).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram avaliados dez equinos machos, com sete a dez anos de idade, participantes de competições de vaquejada. Os animais estavam alojados no Haras “João Coragem” (Brasília, Distrito Federal, Brasil, latitude 15°46’48” sul, longitude 47°55’45” oeste e altitude média de 1130m) no mesmo local onde foi realizada a competição “3ª Vaquejada

Parque João Coragem". O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso Animal da Universidade de Brasília (# 68388/2013).

Em quatro dias distintos, vinte avaliações foram completadas, a primeira para aferição do estado antes do exercício, utilizada como parâmetro de controle e as avaliações subsequentes, até três minutos após cada *sprint*, que durou em média 15 segundos: dia zero (D0, sete dias antes da competição, com 20 horas de repouso); dia um (D1, primeiro dia de competição, oito *sprints*); dia dois (D2, segundo dia de competição, oito *sprints*) e dia três (D3, terceiro dia de competição, três *sprints*). Nos três dias de competição, o intervalo entre cada *sprint* foi de aproximadamente 15 minutos.

Exame clínico completo, coleta de 4ml de sangue da veia jugular esquerda para realização de hemograma (pochH-100ivDiff<sup>®</sup>) e determinação através de analisador químico portátil (i-STAT, cartucho CG8+), do potencial hidrogeniônico (pH), pressão de dióxido de carbono (pCO<sub>2</sub>), bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e concentração de base titulável (cBase) foram procedidos em D0. Nos dias um, dois e três foram realizadas aferições das frequências cardíaca, respiratória e coleta de sangue venoso para utilização no analisador químico portátil.

Os dados foram apresentados como média e erro padrão da média obtidos nos diferentes dias. A normalidade foi comprovada pelo teste de Kolmogorov-Sminov e dados foram comparados através do teste *one-way* ANOVA, seguido pelo pós-teste de Holm-Sidak (GraphPad Prism 6.02 for Windows, GraphPad Software, San Diego, CA, USA). Foi considerado  $p \leq 0.05$ , como estatisticamente significativo.

## RESULTADOS

Considerando os parâmetros clínicos (Tabela 1 e Figura 1), a frequência cardíaca (FC) aumentou substancialmente em D1 em comparação ao D0 ( $p < 0,0001$ ), e reduziu em D2 e D3 ( $p < 0,0001$ ), em relação ao D1. A frequência respiratória (FR) sofreu elevação em D1, com manutenção desse nível em D2, quando comparados a D0 ( $p < 0,0001$ ), e apresentou diminuição em D3, em relação a D1 e D2. O pH, pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e cBASE (Tabela 1 e Figura 1) apresentaram redução ( $p < 0,0001$ ) a partir de D1, no entanto, em D3 esta alteração foi menos acentuada, em relação a D1 e D2 ( $p < 0,0001$ ).

Tabela 1. Frequência cardíaca, respiratória, pH, pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e concentração de bases tituláveis (cBASE). Os valores representam a média ± erro padrão da média, n=10 por grupo, p≤0,05 quando relacionados os momentos D0, D1, D2, D3 (*one-way* ANOVA e pós-teste de Holm-Sidak).

Parâmetros	D0	D1	D2	D3
<b>FC (bpm)</b>	39,20±1,02 <sup>a</sup>	111,8±3,75 <sup>b</sup>	100,4±3,1 <sup>c</sup>	89,87±3,04 <sup>d</sup>
<b>FR (mpm)</b>	20±2,82 <sup>a</sup>	61,17±2,26 <sup>b</sup>	63,38±2,41 <sup>b</sup>	53,73±1,7 <sup>c</sup>
<b>pH</b>	7,42±0,0 <sup>a</sup>	7,19±0,02 <sup>b</sup>	7,19±0,01 <sup>b</sup>	7,27±0,02 <sup>c</sup>
<b>pCO<sub>2</sub> (mmHg)</b>	45±1,42 <sup>a</sup>	36,58±2,02 <sup>b</sup>	35,5±1,38 <sup>b</sup>	40,75±1,34 <sup>a,b</sup>
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mmol/L)</b>	29,66±0,97 <sup>a</sup>	14,14±0,68 <sup>b</sup>	13,89±0,64 <sup>b</sup>	19,62±1 <sup>c</sup>
<b>cBASE</b>	5,2±1,06 <sup>a</sup>	-14±0,94 <sup>b</sup>	-14,25±0,81 <sup>b</sup>	-7,06±1,14 <sup>c</sup>

Frequência cardíaca em batimentos por minuto (FC), frequência respiratória em movimentos por minuto (FR), potencial hidrogênionico (pH), pressão de dióxido de carbono (pCO<sub>2</sub>), bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e concentração de base titulável (cBase) de equinos de vaquejada antes do exercício (D0), após o primeiro (D1), segundo (D2) e terceiro dia de competição (D3). <sup>a-d</sup> Letras diferentes na mesma linha indicaram diferença estatística (p<0,05).

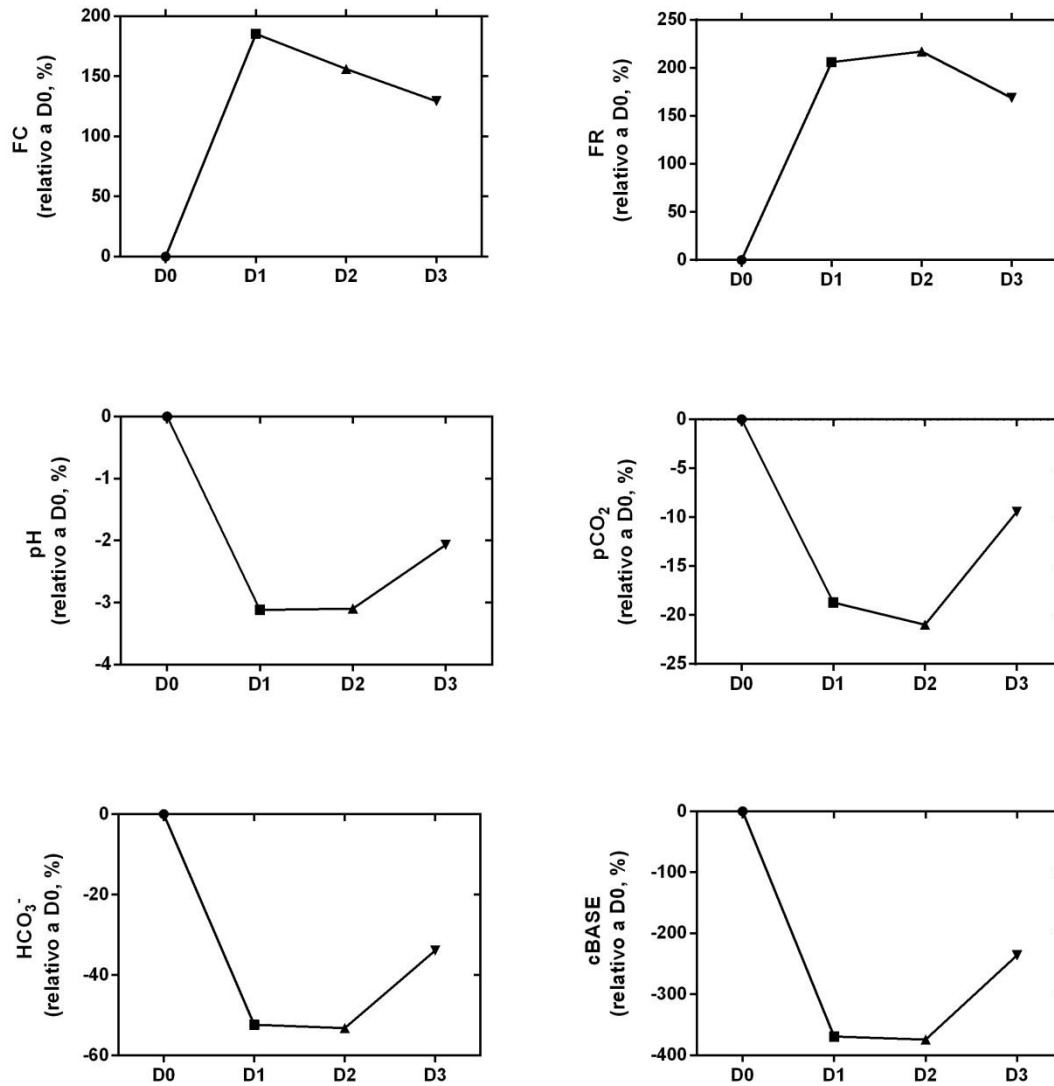


Figura 1: Avaliação relativa da frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pH, pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e cBASE no primeiro (D1), segundo (D2) e terceiro dia (D3) de competição em relação à avaliação antes do exercício (D0), em equinos de vaquejada



## DISCUSSÃO

Na vaquejada, o exercício possui alta intensidade e curta duração (LOPES et al., 2009). A variação do esforço entre os dias de competição influenciou os parâmetros clínicos, como frequência cardíaca e respiratória, em resposta ao exercício e à compensação das alterações ácido-base.

### **Influência do exercício sobre frequências respiratória e cardíaca**

O esforço diante do exercício cria a necessidade de aumento substancial no fluxo de substratos para as células e suprimento de oxigênio, que é obtido pelo incremento das trocas gasosas, através da elevação da frequência respiratória (HINCHCLIFF et al., 2002) e maior aporte de sangue para os tecidos, regulado pela frequência cardíaca (PICCIONE et al., 2013), assim como verificado no presente estudo, onde houve aumento de 185% na frequência cardíaca em D1 e 217% na frequência respiratória em D2, comparado à avaliação antes do exercício (D0). A redução de 29% na FC em D3 em relação a D2 possivelmente também esteve relacionada à individualidade dos animais em responder ao esforço, em cada um dos dias. Pois em D3 os animais apresentaram uma resposta cardiovascular mais efetiva, levando a crer que essa compensação, preparada ou ativada, esteve funcionalmente relacionada com o esforço demandado dos outros dias, ou seja, os animais estavam adaptados.

Em contrapartida, em D3 houve menor exigência quando considerado o esforço, tendo em vista, que foi o dia em que foi realizada a menor quantidade de *sprints*, com redução de 29% da FC e de 49% da FR relacionado a D2. Possivelmente ocorreu menor demanda de substrato para as células e suprimento de oxigênio no D3 quando comparado aos primeiros dias de competição.

O exercício de alta intensidade realizado pelos animais na competição de vaquejada resultou em incremento da produção intramuscular de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), corroborando com Ferraz et al. (2010), o que influenciou a frequência respiratória principalmente em D1 e D2, para compensar e reduzir a concentração de CO<sub>2</sub>.

### **Status ácido base**

Ferraz et al. (2010) verificaram após o exercício de cavalos de polo de alto handicap, redução no pH, pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, assim como observado neste estudo. Demonstrando certa similaridade da intensidade destas modalidades.

A avaliação de pH evidenciou, em relação ao D0, redução de 3% em D1 e de 2% em D3. A maioria do dióxido de carbono produzido no músculo durante o exercício foi transformado em ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), que se difundiu para a circulação sanguínea e dissociou-se em íon hidrogênio ( $H^+$ ) e bicarbonato ( $HCO_3^-$ ). Possivelmente o sistema respiratório aumentou a taxa de remoção do  $CO_2$  no D1 e D3 e a conversão para  $HCO_3^-$  não foi completada, corroborando com Fazio et al. (2012). Isto permitiu justificar os valores de  $pCO_2$  que demonstraram reduções de 19% em D1 e de 9,5% em D3, e  $HCO_3^-$  que diminuiu 66,1% em D1 e 33,8% em D3, quando comparado à D0. A ausência de diferença estatística entre D1 e D2, possivelmente ocorreu pela ausência de necessidade de incremento para compensação respiratória, tendo em vista que  $pCO_2$  e  $HCO_3^-$  acompanharam a alteração de pH e não apresentaram mudança nesses dias.

A cBASE quantificou a produção de bases no sangue (VIU et al., 2010) estabelecendo acidose metabólica pela redução de 370% em D1 e 237% em D3, com ausência de diferença estatística entre D1 e D2, condizente com o verificado para os outros parâmetros relativos ao *status* ácido-base nesses dias. Quanto mais negativos os valores (D1 e D2), maior foi o grau de acidose metabólica, com certa diminuição deste em D3, o que acompanhou os valores de outras variáveis referentes ao *status* ácido base .

Na vaquejada, a acidose metabólica foi detectada pela redução nas variáveis pH,  $pCO_2$ ,  $HCO_3^-$  e cBASE, assim como observado por Ferraz et al. (2012). A acidose metabólica possui relação com a difusão do ácido láctico produzido pelas células musculares para a circulação sanguínea (WATANABE et al., 2006). Em contrapartida, a maioria dos autores não atribuiu a acidose ao ácido láctico, mas sim ao aumento na liberação de prótons ( $H^+$ ) durante a hidrólise de ATP, que ocorre de forma mais acentuada no exercício de alta intensidade (ROBERGS; PARKER, 2006; BONING; MAASEN, 2008 e FERRAZ et al., 2010), assim como o realizado e observado pelos equinos na competição de vaquejada.

A alteração do nível de esforço entre os dias possivelmente promoveu maior grau de acidose metabólica, determinada por maior redução em pH,  $pCO_2$ ,  $HCO_3^-$  e cBASE no primeiro dia de competição, com manutenção deste nível no D2 e redução no último dia. Nesse momento os animais realizaram menor esforço caracterizado por redução do número de *sprints* (três) e menor gasto de ATP com redução na liberação de prótons quando comparado a D1 e D2 (oito *sprints*).

## CONCLUSÃO

O maior esforço no primeiro e segundo dias de competição produziu maior alteração nos parâmetros clínicos e hemogasométricos dos animais competidores. Com a diminuição do número de *sprints* no último dia e conseqüente redução do nível de esforço, os animais responderam com alterações não tão acentuadas. Desse modo, a variação de esforço em cada dia refletiu em modificações dos parâmetros clínicos e hemogasométricos. Isto sugere que, apesar das condições adversas enfrentadas durante a competição, os animais apresentaram adaptação e a resposta fisiológica foi adequada em cada dia.

## REFERENCIAS

- ART, T.; LEKEUX, P. Exercise-induced physiological adjustments to stressful conditions in sports horses. **Livestock Production Science**, v.92, p.101-111.2005.
- BALOGH, N.; GAÁL,T.; PETRI, A. Biochemical and antioxidant changes in plasma and erythrocytes of Pentathlon horses before and after exercise. **Veterinary Clinical Pathology**, v.30, p. 214-218.2001.
- BAYLY, W.M.; KINGSTON, J.K.; BROWN, J.A.; KEEGAN, R.D.; GREENE,S.A.; SLIDES, R.H. 2006. Changes in arterial, mixed venous and intraerythrocytic concentrations of ions supramaximally exercising horses. **Equine Veterinay Journal Supplement**, v.36, p. 294-297. 2006.
- BONING, D.; MAASEN, N. Last word on point: counterpoint: lactic acid is/is not the only physicochemical contributor to the acidosis of exercise. **Journal applied Physiology**, v.105, p. 369. 2008.
- FAZIO, F.; MESSINA, V.; CASELLA, S.; GIANNETTO, C.; MARAFIOTI, S.; PICCIONE, G. Effect of a simulate show jumping competition on the blood gas profile of horses trained for show jumping. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, v.36, p. 259-265. 2012.

- 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**, v.38, p.191-195. 2010.
- HINCHCLIFF, K.W.; LAUDERDALE, M.A.; DUTSON, J.; GEOR, J.; LACOMBE, V.A.; TAYLOR, L.E. High intensity exercise conditioning increases accumulated oxygen deficit of horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, p. 9-16. 2002.
- LOPES, K.R.F.; BATISTA, J.S.; DIAS, R.V.C.; SATO-BLANCO, B. 2009. Influência das competições de vaquejada sobre os parâmetros indicadores de estresse em equinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p. 538-543. 2009.
- PICCIONE, G.; MESSINA, V.; BAZZANO, M.; GIANETTO, C.; FAZIO, F. Heart Rate, Net Cost of Transport, and Metabolic Power in Horse Subjected to Different Physical Exercises. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.33, p.586-589.2013.
- ROBERGS, R.A.; PARKER, D. The wandering argument favoring a lactic acidosis. **American Journal Physiology**, v.291, p. 238-239.2006
- SANTIAGO, T.A.; MANSO, H.E.C.C.C.; ABREU, J.M.G.; MELO, S.K.M.;FILHO, H.C.M.Blood biomarkers of the horse after field Vaquejada test. **Comparative Clinical Pathology**, v.23, p.769-774.2014
- VIU, J.; JOSE-CUNILLERAS, E.;ARMENGOU, L.; CESARINI, C.; TARACÓN, I.; RIOS, J;; MONREAL, L. Acid-base imbalances during a 120km endurance race compared by traditional and simplified strong ion difference methods. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v.38, p. 76-82.2010.
- WATANABE, M.J.;THOMASSIAN, A.; TEIXEIRA-NETO, F.J.; ALVES, A.L.G.; HUSSNI, C.A.; NICOLETTI, J.L.M. Alterações do pH, da PO<sub>2</sub> e da PCO<sub>2</sub> arteriais e da concentração de lactato sanguíneo de cavalos da raça árabe durante exercício em esteira de alta velocidade. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinaria Zootecnia**, v.58, p. 320-326.2006.

## **CAPÍTULO II**

### **PARÂMETROS HIDROELETROLÍTICOS DE EQUINOS EM COMPETIÇÃO DE VAQUEJADA**

#### **INTRODUÇÃO**

Nas competições de vaquejada os cavalos são extremamente exigidos, realizam exercício físico de alta intensidade, curta duração, caracterizado por rápida largada, mudanças de direção e paradas abruptas, além de exigir elevada força física durante a derrubada do boi. Alguns cavalos disputam várias provas em uma mesma competição, todos os finais de semana (LOPES et al., 2009).

A execução do exercício intensifica as respostas metabólicas, com modificações físicas, bioquímicas e hematológicas (LOPES et al., 2009). Quando essas mudanças resultam em respostas fisiológicas adequadas, há adaptação funcional ao esforço e condições a que o animal é submetido durante as competições. Nesse sentido, a avaliação do equilíbrio hidroeletrolítico é de extrema importância, não existindo nenhum processo metabólico independente ou que se mantenha inalterado diante da modificação no balanço hídrico e iônico (BAYLY et al. 2006).

Há escassez de informações sobre alterações hematológicas de equinos em competição de vaquejada, quando são submetidos a diferentes níveis de esforço entre os dias, além de restrições de descanso, alimentação e água. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a demanda fisiológica referente aos parâmetros: hematócrito (HCT), hemoglobina (Hb), sódio, glicose, cálcio ionizado e potássio.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados dez equinos machos, com sete a dez anos de idade, atletas de prova de vaquejada. Os animais estavam alojados no Haras João Coragem (Brasília, Distrito Federal, Brasil, latitude 15°46'48" sul, longitude 47°55'45" oeste e altitude média de 1130m) no mesmo local onde foi realizada a competição. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso Animal da Universidade de Brasília (# 68388/2013).

Vinte avaliações foram realizadas em quatro dias distintos, a primeira para aferição do estado antes do exercício (D0, sete dias antes da competição, com 20hs de repouso), utilizada como parâmetro de controle e as avaliações subsequentes após cada *sprint*, em três dias consecutivos: dia um (D1, primeiro dia de competição, oito *sprints*); dia dois (D2, segundo dia de competição, oito *sprints*) e dia três (D3, terceiro dia de competição, três *sprints*).

Em D0 foi procedido exame clínico completo e coleta de 4ml de sangue venoso para realização de hemograma (pochH-100ivDiff®). Foram determinados através de analisador químico portátil (i-STAT, cartucho CG8+), o hematócrito (HCT), hemoglobina (Hb), glicose, sódio, cálcio ionizado e potássio. Em D1, D2 e D3 foram realizadas coleta de sangue venoso para determinação dos parâmetros em analisador químico portátil.

Os dados foram apresentados como média e erro padrão da média obtidos nos diferentes dias. A normalidade foi comprovada pelo teste de Kolmogorov-Sminov e comparados através do teste *one-way* ANOVA, seguido pelo pós-teste de Holm-Sidak (GraphPad Prism 6.02 for Windows, GraphPad Software, San Diego, CA, USA). Foi considerado  $p \leq 0.05$ , como estatisticamente significativo.

## RESULTADOS

A análise hidroeletrólítica (Tabela 2 e Figura 2), relacionada à D0, demonstrou que o hematócrito e a hemoglobina aumentaram em D1 (162%,  $p < 0,0001$ ). Esse aumento foi mantido em D2 e D3. A glicemia aferida nos três dias de competição esteve aumentada em relação ao D0, porém houve diminuição de 13% ( $p < 0,001$ ) na glicemia aferida em D3 em relação à D1. Os dados referentes ao íon sódio demonstraram incremento em D1 ( $p = 0,02$ ), que se manteve em D2. Foi observada ausência de diferença estatística quando comparados D0 com D3, D1 com D2, D1 com D3. E redução em D3, relacionado a D2 ( $p = 0,026$ ). A concentração de cálcio ionizado diminuiu a partir do D1 ( $p < 0,0001$ ), sendo que essa diminuição foi acentuada no D3 ( $p < 0,0001$ ). A concentração de potássio sanguíneo, não alterou entre os diferentes momentos.

Tabela 2. Hematócrito, hemoglobina, sódio, glicose, cálcio ionizado e potássio. Os valores representam a média  $\pm$  erro padrão da média,  $n = 10$  por grupo. Quando comparados os momentos D0 [a], D1 [b], D2 [c], D3 [d] (*one-way* ANOVA e pós-teste de Holm-Sidak), letras diferentes na mesma linha indicam  $p \leq 0,05$ .

Parâmetros	D0	D1	D2	D3
HCT (%)	30,8 $\pm$ 1,46 <sup>a</sup>	49,83 $\pm$ 1,74 <sup>b</sup>	49,75 $\pm$ 1,04 <sup>b</sup>	47,8 $\pm$ 1,54 <sup>b</sup>
Hb (g/dL)	10,46 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	16,94 $\pm$ 0,59 <sup>b</sup>	16,91 $\pm$ 0,35 <sup>b</sup>	16,25 $\pm$ 0,52 <sup>b</sup>
Sódio (mmol/L)	136,6 $\pm$ 0,67 <sup>a</sup>	139,3 $\pm$ 0,80 <sup>b,c</sup>	139,9 $\pm$ 0,32 <sup>c</sup>	138 $\pm$ 0,30 <sup>a,b</sup>
Glicose (mg/dL)	93,4 $\pm$ 2,76 <sup>a</sup>	138,9 $\pm$ 3,54 <sup>b</sup>	131,2 $\pm$ 2,44 <sup>b</sup>	120,7 $\pm$ 3,52 <sup>c</sup>
Cálcio ionizado (mmol/L)	1,72 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	1,49 $\pm$ 0,01 <sup>b,c</sup>	1,54 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	1,48 $\pm$ 0,016 <sup>c</sup>
Potássio (mmol/L)	3,94 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	4,09 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	3,76 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	3,84 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>

Hematócrito (HCT), hemoglobina (Hb). Antes do exercício (D0), após o primeiro (D1), segundo (D2) e terceiro dias de competição (D3).

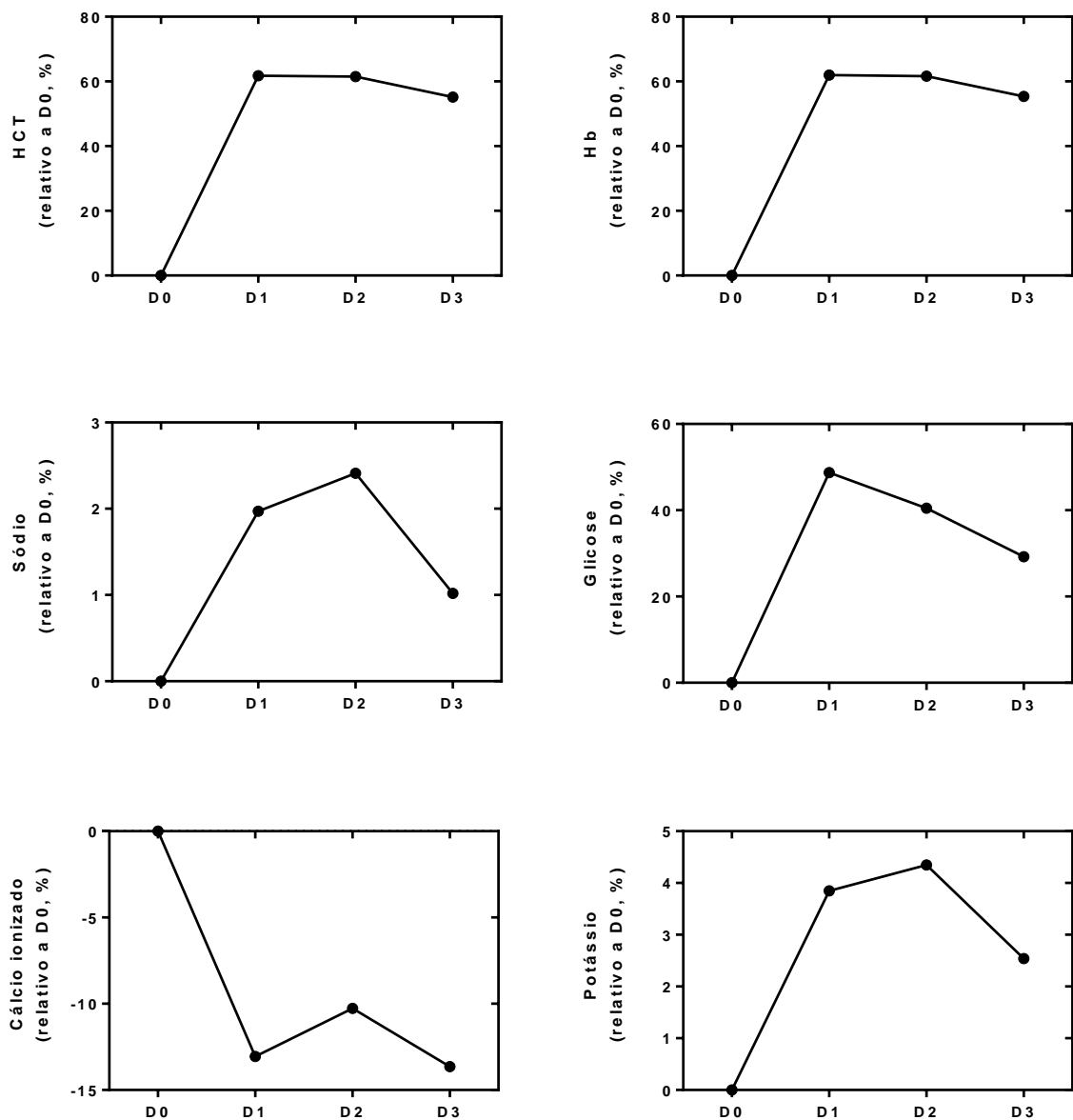


Figura 2: Hematócrito (HCT), hemoglobina (Hb), sódio, glicose, cálcio ionizado e potássio no primeiro (D1), segundo (D2) e terceiro dias (D3) de competição de equinos de vaquejada, em relação à avaliação antes do exercício (D0).

## DISCUSSÃO

### Hematócrito, hemoglobina e concentração de sódio

A contração esplênica é o fenômeno fisiológico que fundamenta as alterações em hematócrito e hemoglobina após o exercício de alta intensidade, principalmente em equinos, cães e humanos (BAYLY et al., 2006). A partir dessas inferências foi possível



justificar o aumento de HCT e Hb de 62% em D1 e D2 e 55% em D3, semelhante aos achados em equinos exercitados em esteira e equinos de polo de alto handicap (BAYLY et al., 2006; FERRAZ et al., 2010). Houve ausência de diferença estatística entre os dias de competição, no entanto na avaliação relativa D3 apresentou redução de 7% quando comparado a D2. Foi atribuída alguma importância biológica a esse dado, pois o terceiro dia de competição foi caracterizado por menor esforço, o que possivelmente promoveu menor demanda fisiológica e redução em HCT e Hb.

A perda de fluido corpóreo e redistribuição de água do compartimento extracelular para o intracelular também pode acarretar alteração dos níveis de HCT e Hb levando a desidratação (COENEN, 2005). O principal mecanismo responsável pela perda de fluido, relacionada ao exercício, é a sudorese, que não teve grande expressão neste trabalho. Sobretudo essa via de termorregulação não é muito importante em exercício de alta intensidade e curta duração (SCOTT et al., 1999).

Os níveis plasmáticos de sódio auxiliam na avaliação do grau de hidratação por demonstrar a relação entre a composição corporal total de sódio e a quantidade total de água no organismo. Portanto, seu aumento indica perda de fluido hipotônico (STOCKAM, 1995), justificando assim o incremento de 2% na concentração de sódio no D1 e manutenção dessa elevação no D2. Já no terceiro dia (D3) houve aumento (1%) do íon sódio em relação ao momento antes do exercício e redução de 1% ( $p=0,026$ ) quando comparado ao D2. Diferenças na distribuição de fluidos entre os meios intra e extracelular podem ter mobilizado água para o compartimento intravascular (COENEN, 2005). Possivelmente houve maior fornecimento de água aos animais no período que antecedeu a competição do terceiro dia, com consequente diluição do íon e menor desidratação.

A alteração da concentração de sódio foi muito pequena, o que tornou ainda mais palpável a afirmação de que houve pouca influência da desidratação e perda de fluidos sobre os resultados de hematócrito e hemoglobina. O que possivelmente ocorreu pelo

maior fluxo de células à corrente sanguínea requerido pelo esforço. Portanto, os dados referentes a esses parâmetros foram atribuídos principalmente ao esforço e refletiram a variação do mesmo entre os dias, expressando resposta fisiológica adequada dos animais frente ao estímulo promovido pelo exercício.

### **Concentração de glicose**

Assim como em cavalos de polo de alto handicap (FERRAZ et al., 2010), houve aumento dos valores plasmáticos de glicose em relação ao repouso nos três dias de competição, sendo que a maior elevação ocorreu em D1 (49%), sem diferença estatística quando comparado à D2. Este fato foi relacionado à atividade de hormônios que regulam o metabolismo energético, através do aumento da concentração plasmática de glicose, como as catecolaminas e o glucagon, que promovem glicogenólise e neoglicogênese (MCKEEVER, 2011). A glicose é a principal fonte energética para contração muscular, por sua vez, deriva de via anaeróbica nos equinos de vaquejada. Em D3, houve menor incremento tomando D0 (29%) e redução de 9%, quando relacionado a D2. Portanto, considerando o nível de esforço menor em D3, houve menor demanda energética e consequente redução na mobilização de glicose. Assim, a demanda fisiológica refletiu a necessidade imposta pelo esforço, diferente em cada dia.

### **Concentração de potássio**

Não houve diferença estatística entre os níveis de potássio quando comparados os momentos de análise, semelhante ao exercício de alta intensidade executado por cavalos de polo de alto handicap (FERRAZ et al., 2010). É diferente dos níveis elevados de potássio encontrados em equinos submetidos a exercício máximo na esteira (SILVA et al., 2009). É fato que o exercício promove o movimento de potássio da reserva intracelular para extracelular (COENEN, 2005). No entanto, o potássio plasmático reduz rapidamente

ao término do exercício, com uma interrupção instantânea da liberação de potássio dos músculos, quando não há potencial de ação para propagação, como ocorre quando o exercício cessa. Porém nesse momento a bomba de sódio/potássio ainda está muito ativa, o que permite captação instantânea do potássio e conseqüentemente redução rápida desse íon no plasma. Três minutos após o término do exercício, o nível de potássio plasmático pode até ser menor do que o encontrado antes do exercício (BARTON et al., 2002). Considerando essas inferências foi possível justificar os resultados referentes à avaliação de potássio. Provavelmente não foi possível encontrar aumento com diferença estatística devido ao momento de análise, pois o potássio já estaria sofrendo captação, fato que pode ter ocorrido em cavalos de polo (FERRAZ et al., 2010). De outra forma, no exercício em esteira houve incremento no nível de potássio, pois a metodologia permitiu otimizar o tempo de coleta (SILVA et al., 2009).

As análises realizadas em estudos a campo sofrem influência direta de fatores como o tempo de saída do animal da pista e colaboração do cavaleiro. Isto reflete nos resultados encontrados, pois atribui-se esse viés a modalidade analisada e sua resposta fisiológica para que a interpretação do dado seja correta.

### **Concentração de cálcio ionizado**

A diminuição da concentração sérica de cálcio pode ocorrer pela ligação deste íon com a molécula de troponina para permitir a união da actina e miosina. Assim, o cálcio move-se intracelularmente, permitindo a eficiente contração muscular (GEISER et al., 1995). Foi possível inferir que o exercício de alta intensidade realizado pelos equinos de vaquejada promoveu mobilização de cálcio pelas miofibrilas.

Porém, Coenen (2005) ressaltou que o exercício de curta duração não exige grande mobilização e aumento de requerimento de cálcio. A partir disso, nos equinos de

vaquejada justificou-se a pouca alteração na concentração de cálcio entre os três dias de competição.

## CONCLUSÃO

As alterações em parâmetros hidroeletrólíticos refletiram a demanda imposta pelo esforço, que variou entre os dias. As respostas fisiológicas foram adequadas e condizentes com a intensidade do estímulo ao organismo.

## REFERENCIAS

ART, T.; LEKEUX, P. Exercise-induced physiological adjustments to stressful conditions in sports horses. **Livestock Production Science**, v.92,p.101-111.2005.

BARTON, M.H.; WILLIAMSON, L.; JACKS, S.; NORTON, N. Body weight, hematologic findings, and serum and plasma biochemical findings of horses competing in a 48-,83-, or 150-km endurance ride under similar terrain and weather conditions. **American Journal of Veterinary Research**, v. 64, p.746-753.2002.

BAYLY, W.M.; KINGSTON, J.K.; BROWN, J.A.; KEEGAN, R.D.; GREENE, S.A.; SLIDES, R.H. Changes in arterial, mixed venous and intraerythrocytic concentrations of ions supramaximally exercising horses. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v.18, p. 294-297.2006.

COENEN, M.Exercise and stress: impact on adaptive processes involving water and electrolytes. **Livestock Production Science**, v.92, p.131-145. 2005.

FERRAZ, G.C.; SOARES, O.A.B.; FOZ, N.S.B.; PEREIRA, M.C.; QUEIROZ-NETO, A. The workload and plasma íon concentration in a training match session of high-goal (elite) polo ponies. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v.42, n.38, p. 191-195.2010.

- GEISER, D.R.; ANDREWS, E.M.; ROHRHACH, B.W.; WHITE, S.L.; MAYKUTH, P.L.; GREEN, E.M.; ROVENZA, M.K. Blood ionised calcium concentrations in horses before and after the cross-country phase of three-day event competition. **American Journal of Veterinary Research**, v.56, p. 1502-1505.1995.
- LOPES, K.R.F.; BATISTA, J.S.; DIAS, R.V.C.; SATO-BLANCO, B. 2009. Influência das competições de vaquejada sobre os parâmetros indicadores de estresse em equinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p. 538-543. 2009.
- MCKEEVER,C.H. Endocrine alterations in the equine athlete: an update. **Veterinary Clinics Equine Practice**, v.27,p. 197-218. 2011.
- SILVA, M.A.G.; MARTINS, L.M.W.; GOMIDE, L.M.W.; ALBERNAZ, R.M.; QUEIROZ-NETO, A. Determinação de eletrólitos, gases sanguíneos, osmolalidade, hematócrito, hemoglobina, base titulável e ânion gap no sangue venoso de equinos destreinados submetidos a exercício máximo e submáximo em esteira rolante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria Zootecnia**, v.61, n.5, p.1021-1027. 2005.
- SCOTT, B.D.; MARLIN, D.J.; SCHROTER, R.C. Thermoregulatory strategies during short-term exercise at different intensities. **Equine Veterinary Journal**, v.30, p.356-361.1999.
- STOCKAM, S.L. Interpretation of equine serum biochemical profile results. **Veterinary Clinics North America Equine Practice**, v.11, n.3, 1995, 391-414.
- VERVUERT, I.; STANIK, K.; COENEN, M. Effects of different levels of calcium and phosphorus intake on calcium homeostasis in exercising horses. **Equine Veterinary Journal Supplement**,v.36,p.659-663.2006.

## CAPÍTULO III

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da demanda fisiológica de equinos participantes da modalidade de vaquejada durante a competição demonstrou parâmetros que refletiram o estado orgânico dos animais sob situações reais de exercício e manejo, o que evidencia resultados úteis, desde que interpretados adequadamente. A vaquejada é um esporte que alcança grande expansão no Brasil, porém ainda são adotadas práticas impróprias de alimentação, descanso e hidratação dos animais, o que na maioria das vezes, difere das circunstâncias de treinamento. Isso pode levar ao pressuposto de que ao final da competição, os animais apresentariam respostas patológicas e alterações graves em indicadores hematológicos, principalmente pelas condições contrastantes entre treinamento e competição. Em contrapartida, este estudo demonstrou resposta fisiológica através de alterações clínicas, hemogasométricas e hidroeletrolíticas em maior ou menor grau, dependendo e correspondendo ao esforço caracterizado pelo número variável de *sprints*. Portanto, apesar da grande exigência associada ao esforço de três dias consecutivos de exercício intenso e ausência de manejo e nutrição adequados, os animais demonstraram adaptação funcional.