

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS HEMOGASOMÉTRICOS E BIOQUÍMICOS DE  
EQUINOS PURO SANGUE INGLÊS PRÉ E PÓS CORRIDA**

**FABIANE DE MATTOS**

**PORTO ALEGRE**

**2012/2**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS HEMOGASOMÉTRICOS E BIOQUÍMICOS DE  
EQUINOS PURO SANGUE INGLÊS PRÉ E PÓS CORRIDA**

Autora: Fabiane de Mattos

Trabalho apresentado como requisito parcial para a  
graduação em Medicina Veterinária

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Corrêa Natalini

Co-Orientador: M.V. Msc. Julio Cesar Mello Vieira

**PORTO ALEGRE**

**2012/2**

## DEDICATÓRIA

*Ao meu avô Hermes (in memoriam),  
por ser o principal responsável  
pelo meu amor aos animais.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Ivo e Nilce por todo o suporte, do emocional ao financeiro, por acreditarem no meu sonho, por me permitirem fazer as minhas escolhas e apoiarem cada uma delas. Por todos os conselhos, por toda a preocupação, por me darem a vida. Por me ensinarem todos os melhores valores do mundo, por me permitirem errar. Nada disso seria possível sem vocês. O mínimo que eu poderia fazer é agradecê-los, me faltam palavras. Desculpem-me por todos esses anos de espera, mas esse momento finalmente chegou. Essa vitória é mais de vocês do que minha. Amo muito!

Ao meu irmão Rafael, pelo companheirismo e por fazer todos os meus dias melhores. Fico muito feliz com o teu sucesso! Te amo!

Ao Julio, meu amor, por toda a compreensão, puxões de orelha e risadas. Por me dar carinho e me aguentar por tantos anos. Quero que saibas que se algum dia eu tiver a metade do teu conhecimento e dedicação como Médico Veterinário, vou ser uma profissional realizada.

Ao Professor Cláudio Natalini, por acreditar na minha ideia e por toda a ajuda na elaboração desse trabalho.

Ao pessoal do LAFA: Priscila, Ananda, Tainor, Dani e Bruna por todo empenho e parceria. Sem vocês esse trabalho não teria sido possível.

Ao Professor Rodrigo Costa Mattos e a Professora Petra Garbade pelos conhecimentos e por me ajudarem a ter mais certeza ainda que escolhi a profissão certa.

Ao Prof. Marcelo Grillo e ao Prof. Rui Lopes, obrigada pelos conselhos. Carregarei por toda a vida.

Aos meus amigos, colegas e todos que de alguma forma estiveram comigo nos momentos bons, ruins, chorando e rindo. Obrigada por existirem!

Um agradecimento mais que especial: Frida, minha cachorrinha querida. Tu entraste na minha vida pra encher de alegria os meus dias. Obrigada por todo o companheirismo, por me tornar uma pessoa mais feliz, só de olhar pra tua carinha e teus olhos azuis!

Por fim, aos cavalos, meus esteios, os responsáveis por tudo isso. A paixão por estes seres maravilhosos é inexplicável, não sai de mim e só aumenta a cada dia. Agradeço em especial às minhas amadas Dama e Fondness, minhas parceiras, parte de mim... muito obrigada por permitirem que a minha sela repousasse sobre seus lombos!

*“Um cavalo de corrida é o sonho de alimentar a vida com algo diferente: é a dor da derrota, a esperança da revanche e a felicidade extrema dos triunfos. É onde a alegria, a ansiedade, os nervos, a distração, a felicidade, as lágrimas e a adrenalina desenfreada não tem preço. Por isso, o saldo a favor de ter um cavalo de corrida nunca será encontrado no bolso, mas sim no coração.”*

*Autor desconhecido*

# **AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS HEMOGASOMÉTRICOS E BIOQUÍMICOS DE EQUINOS PURO SANGUE INGLÊS PRÉ E PÓS CORRIDA**

Autora: Fabiane de Mattos

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Corrêa Natalini

Co-Orientador: M.V. Msc. Julio Cesar Mello Vieira

## **RESUMO**

O Puro Sangue Inglês é um cavalo de esporte que pode correr em altas velocidades (65km/h), por 1-2 min em distâncias de 800 a 1500m. Essa superioridade atlética é atribuída a inúmeras adaptações fisiológicas. Embora o turfe seja um esporte de alta performance e exigência dos cavalos, os programas de treinamento ainda são feitos de forma empírica. O objetivo deste trabalho é estabelecer padrões hematológicos e bioquímicos para a avaliação da performance atlética dos cavalos de corrida. Avaliou-se um total de 8 cavalos da raça Puro Sangue Inglês. Foram utilizados 7 machos e 1 fêmea, hípidos e em atividade esportiva. Os equinos selecionados iriam percorrer distâncias que variavam entre 1100 e 1300 metros e tinham entre 3 e 4 anos. Foram realizadas três colheitas de sangue de cada animal. A primeira colheita, ainda em repouso, foi feita duas 2 horas antes da corrida (T-2); a segunda imediatamente após a corrida (T0) e a terceira após decorrida 1 hora do páreo (T1). Os parâmetros de gasometria sanguínea foram determinados através do analisador portátil iStat®, da Abbott. O aparelho utilizado para as análises bioquímicas, CK e GGT, é o Reflotron Plus, da Roche®. Também foi estabelecido, em cada amostra de sangue, o hematócrito (Ht) e as proteínas plasmáticas totais (PPT). Os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância em 1 Via (One Way ANOVA), com  $p < 0,05$  bem como ao Teste Bonferroni para comparação de médias. O hematócrito (Ht) apresentou diferença significativa entre os tempos T-2 e T0. As proteínas totais apresentaram diferença significativa (aumento) entre os tempos T-2 e T0, voltando ao valor inicial no tempo T1. No exercício máximo (T0), observou-se diminuição significativa nos valores de pH que, associada à diminuição do  $\text{HCO}_3$  e do excesso de base, caracterizam o quadro de acidose metabólica. O lactato teve um aumento significativo entre os tempos T-2 e T0. Houve aumento significativo nos valores da  $\text{pO}_2$  entre o repouso (T-2) e o final do exercício máximo (T0), decorrente da hiperventilação. A CK apresentou diferença significativa nos valores entre os tempos T-2 e T0. Os valores da enzima gama glutamil transferase apresentaram diferença significativa entre os tempos T-2 e T0/T1.

O exercício físico de alta intensidade provoca variações nos parâmetros hemogasométricos e bioquímicos dos cavalos Puro Sangue Inglês. No período pós descanso, os animais recuperaram os valores séricos para os níveis existentes no pré-páreo.

**Palavras Chave:** Puro Sangue Inglês, hemogasometria, bioquímica, performance

## **ABSTRACT**

*The Thoroughbred horse is an athlete that can run at high speeds (65km/h) for 1-2 min at distances of 800 to 1500m. This athletic superiority is attributed to numerous physiological adaptations. Although horse racing is a sport of high performance and requirement of the horses, the training programs are still made empirically. The objective of this work is to establish standards for haematological and biochemical evaluation of athletic performance of racehorses. We evaluated a total of 8 Thoroughbred horses. We used 7 males and 1 female, healthy and in athletic activity. The horses selected had raced distances ranging between 1100 and 1300 meters and were 3 or 4 years old. Three blood samples were collected from each animal. The first crop, still at rest, was performed 2 hours before the race (T-2); the second, immediately after the race (T0) and the third 1 hour after the running (T1). The parameters were determined by blood gas analyzer portable iStat ®, Abbott. The apparatus used for biochemical evaluation, CK and GGT, is the Reflotron Plus, Roche ®. It was also established in each blood sample, PCV (Ht) and total serum protein (PPT). Data were subjected to analysis of variance One Way ANOVA, with  $p < 0.05$  and the Bonferroni test for comparison of means. The hematocrit (Ht) showed a significant difference between times T0 and T-2. Total proteins showed significant difference (increase) between times T0 and T-2, back to the initial value at time T1. At maximal exercise (T0), were observed a significant decrease in pH, which coupled with the decrease in  $\text{HCO}_3^-$  and base excess, characterizing the metabolic acidosis. Lactate increased significantly between times T0 and T-2. The increased observed in values of  $\text{pO}_2$  between rest (T-2) and the end of maximal exercise (T0) is due to hyperventilation. CK showed significant differences in values between times T0 and T-2. The enzyme  $\gamma$ -glutamyl transferase showed significant difference between the times T-2 and T0/T1. The high intensity exercise causes changes in biochemical and blood gas parameters in Thoroughbred horses. After standing, the animals recovered values for serum levels existing in the pre-match.*

**Keywords:** *Thoroughbred, blood gas, biochemical, athletic performance*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Hematologia .....</b>	<b>13</b>
2.1.1	Hematócrito (Ht) .....	13
2.1.2	Proteínas totais (PPT) .....	14
<b>2.2</b>	<b>Hemogasometria .....</b>	<b>14</b>
2.2.1	Equilíbrio ácido-básico .....	15
<b>2.3</b>	<b>Bioquímica sanguínea .....</b>	<b>16</b>
2.3.1	Lactato .....	16
2.3.2	Creatina quinase (CK) .....	17
2.3.3	Gama glutamil transferase (GGT) .....	18
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Localização e período de avaliação .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2</b>	<b>Animais .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3</b>	<b>Delineamento experimental .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4</b>	<b>Análise estatística .....</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Esporte dos Reis – como o turfe ficou conhecido na Inglaterra - foi trazido ao Brasil pelos colonizadores europeus. No século XIX, época do império, há registros de importações de cavalos de origem inglesa e de corridas organizadas de forma amadora. (BLOUSSON, 1968). A palavra Turfe vem do inglês “*turf*”, que designava os primeiros eventos de corrida de cavalo. No Brasil, os hipódromos foram as primeiras instalações especificamente dedicadas à prática esportiva (MELO, 2007). Sendo que em 1968, no Brasil existiam 20 hipódromos (BLOUSSON, 1968).

Em meados do século XIX, a prática do turfe já ocupava um espaço de destaque no cenário esportivo da cidade de Porto Alegre (MAZO, 2003). No início do século XX existiam cinco Prados: Prado da Estrada do Mato Grosso (no bairro Partenon); Prado Boa Vista; Prado Rio-Grandense (no bairro Menino Deus); Prado Independência (origem do Hipódromo do Moinhos de Vento) e Prado Navegantes. A fusão desses Jockey Clubes dá origem ao Derby Club do Rio Grande Sul que se transformou em Sociedade Protetora do Turfe e, finalmente, em Jockey Club do Rio Grande do Sul em 1944. O primeiro programa de corridas da Sociedade era composto por oito páreos, e aconteceu em novembro no Prado Independência (JCRGS, 2010).

As corridas de cavalo são um esporte global. Em 2011, 234.468 cavalos diferentes participaram de 154.340 eventos turfísticos ao redor do mundo (OSAF, 2012). O esporte gera receitas através de um amplo ramo de atividades, como os direitos de transmissão, patrocínios e atendimentos veterinários. Estima-se que, para cada cavalo envolvido em uma corrida, existam ao menos 4 profissionais que dão suporte ao mesmo. Ainda, segundo a OSAF, o movimento de apostas somente na América do Sul em 2011 foi de US\$814 milhões.

Embora esteja vinculado a jogos de azar e venha sofrendo uma diminuição de público, o turfe ainda é a modalidade equestre mais representativa economicamente no mundo. De acordo com dados disponibilizados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2012) o Brasil possui o maior rebanho de equinos na América Latina e o terceiro mundial. Cerca de 7,3 bilhões de dólares são movimentados somente com a produção de cavalos. A realização de corridas de cavalo, com exploração de apostas, é permitida no país com o objetivo de suprir os recursos necessários à coordenação e fiscalização da equideocultura nacional. A organização e o julgamento das corridas de cavalos são regidos pelo Código Nacional de Corridas (CNC), elaborado pela Comissão Coordenadora da Criação do Cavalo Nacional (CCCCN).

O Brasil é um dos principais criadores mundiais de cavalos Puro Sangue Inglês (PSI). A criação brasileira alcançou um alto grau de desenvolvimento, comprovada pelas vitórias dos cavalos brasileiros no exterior. O plantel brasileiro é de aproximadamente 4500 éguas e 350 reprodutores. Além disso, garanhões estrangeiros de alta qualidade fazem temporada reprodutiva no Brasil. A produção anual é superior a 3.200 nascimentos (ABCPCC, 2011).

O Puro Sangue Inglês é um cavalo de esporte que pode correr em altas velocidades (65km/h), por 1-2 min em distâncias de 800 a 1500m. Essa superioridade atlética é atribuída a inúmeras adaptações fisiológicas: alta capacidade aeróbica, habilidade de aumentar a disponibilidade de hemácias no sangue através da contração esplênica, estoque intramuscular de energia (glicogênio), alto volume mitocondrial muscular, alta proporção de fibras musculares de contração rápida e eficiência da andadura (RIVERO et al., 2007). É uma raça que necessita um constante e aprimorado trabalho de seleção, uma vez que suas características principais, sanidade e desempenho, são dificilmente melhoradas. Classicamente mencionados na ordem, três critérios são considerados básicos para a seleção do PSI: hereditariedade, conformação e especialmente a campanha nas pistas (MOREIRA, 1997).

No Brasil, a organização e a estrutura do turfe são semelhantes ao que ocorre nos Estados Unidos e Austrália, onde a criação e o treinamento são baseados em animais que iniciam a carreira precocemente, estreando aos 2 anos de idade. Consequentemente, esses cavalos possuem uma vida esportiva mais curta, parando de correr geralmente aos 5 ou 6 anos de idade – diferente dos animais de Hipismo, por exemplo, que encerram sua carreira atlética por volta dos 20 anos.

A padronização da idade dos cavalos PSI baseia-se nas regras da Associação Brasileira dos Criadores e Proprietários de Cavalos de Corrida (ABCPCC), órgão oficial da normatização da criação do Puro Sangue Inglês no Brasil. Segundo as normas internacionais, o ano hípico para a maioria dos países do Hemisfério Sul (exceto Austrália) inicia em primeiro de julho e termina em 31 de junho do ano seguinte. A temporada de reprodução inicia em 1º de julho, de forma que todos os animais nascidos no segundo semestre (1º de julho a 31 de dezembro) completam um ano de idade em 1º de julho do ano seguinte (MATTOS, 1989). Da mesma forma, o ano turfístico é formado pelo segundo semestre de um ano, junto com o primeiro semestre do ano seguinte.

Vários fatores podem determinar o resultado de uma corrida, sendo alguns imprevisíveis e outros que podem, em certo grau, ser conhecidos durante o progresso da corrida. Entre os últimos, encontram-se os efeitos de longa duração, como o sexo do animal, a

época do seu nascimento, a idade e o tipo de pista, bem como os efeitos de curta duração, como a temperatura ambiente, o jôquei e seu peso (MOTA, 1997).

Além da interação dos fatores acima citados, o desempenho do cavalo em uma corrida depende de outras combinações complexas, como o potencial genético, dieta, ferrageamento, força, psicologia, condições sanitárias e coordenação neuromuscular, que irão influenciar a capacidade para o trabalho e o exercício. Medidas do tamanho do coração, características músculo-esqueléticas e valores hematológicos e bioquímicos tem sido utilizados, entre outros, como métodos identificadores de cavalos com potencial de desempenho superior ou inferior. Estes índices, monitorados regularmente durante os treinamentos, proporcionam um auxílio efetivo à resposta de um indivíduo ou de uma população de cavalos a um programa de treinamento (EVANS, 1989).

Embora o turfe seja um esporte de alta performance e exigência dos cavalos, os programas de treinamento ainda são feitos de forma empírica. O objetivo deste trabalho é estabelecer padrões hematológicos e bioquímicos para a avaliação da performance atlética dos cavalos de corrida.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O cavalo tem reconhecida habilidade para a prática esportiva. Como atletas que são, a avaliação da performance destes animais se torna fundamental para o reconhecimento de suas habilidades, de suas capacidades e da intensidade de exercício mais adequada aos indivíduos em diferentes fases do treinamento. (SANTOS, 2006)

A demanda pelo diagnóstico de diversos distúrbios que podem afetar o desempenho atlético, bem como a necessidade de conhecimento acerca do treinamento mais adequado, tornou-se imperativa. A avaliação de alguns parâmetros durante o treinamento ou exercício pode direcionar a intensidade e tipo de esforço apropriado à capacidade atlética de cada animal. Também, através desta avaliação, pode-se analisar as variações de parâmetros hematológicos, bioquímicos, gasométricos e fisiológicos frente a diferentes intensidades de exercício e, ainda, traçar a tendência de tais parâmetros para um grupo de animais (SANTOS, 2006).

No passado, muitos treinadores de cavalos de corrida Puro Sangue Inglês tiveram sucesso sem o conhecimento da ciência do exercício e do treinamento. Contudo, na maioria dos campos de atuação, a modificação das técnicas tradicionais e a aplicação de novos conhecimentos, frequentemente trazem grandes resultados (ROSE & HODGSON, 1994).

### 2.1 Hematologia

#### 2.1.1 Hematócrito (Ht)

O *pool* de células vermelhas sofre influência direta da concentração de catecolaminas, que são as responsáveis pela contração esplênica e a liberação de eritrócitos durante o exercício. Dependendo da intensidade, da velocidade e da duração do trabalho, ocorre uma variação nos índices de eritrócitos (PERSSON *et al*, 1973).

O cavalo possui uma ampla reserva esplênica, podendo chegar a até 50% do total de células vermelhas. Esta capacidade para armazenamento de eritrócitos e sua subsequente liberação durante o exercício, está relacionada com o tipo de cavalo, sendo muito menor em cavalos de tração do que nos cavalos Puro Sangue Inglês (KLINE & FOREMAN, 1991). A capacidade esplênica também parece estar relacionada com o aumento da idade. Diversos estudos em cavalos de trote demonstraram que o hematócrito e a hemoglobina circulante após o exercício aumentaram progressivamente entre 1 e 3 anos de idade (PERSSON, 1983).

Quando ocorre um aumento na intensidade do exercício, há um aumento linear no hematócrito. Em cavalos atletas adultos, o hematócrito máximo está geralmente na faixa de 60 a 65%, com valores médios de 61% em cavalos Puro Sangue Inglês. Enquanto a maioria do acréscimo no volume sanguíneo está relacionado a contração esplênica, cerca de 15% pode ser atribuído ao movimento dos fluidos corporais durante o exercício, que influencia diretamente no aumento do hematócrito (CARLSON, 1983).

O valor normal do hematócrito em equinos adultos em repouso varia entre 32-46% (ROSE & HODGSON, 1994).

### 2.1.2 Proteínas totais (PPT)

A avaliação das proteínas totais é indicativa da condição hídrica do animal. Além disso, pode ser um indício da presença de infecções, inflamações e determinar a queda na produção ou perda de proteínas.

Em cavalos atletas, a desidratação leva a hiperproteinemia. Entretanto, a faixa do valor normal para PPT em equinos possui uma grande amplitude (varia de 5,5 – 7,5g/dL), o que dificulta a avaliação da presença ou não de hiperproteinemia em cavalos que tiverem valores normais variando entre 5,5 – 6,0 g/dL. É importante salientar que uma alta concentração plasmática de proteína também pode ser causada por elevações nos valores de globulinas e fibrinogênio.

A hipoproteinemia não é comum em cavalos atletas. Caso ocorra, é fundamental realizar uma investigação em busca de locais de perda de proteína (trato gastrointestinal, rins), o que é uma causa mais comum do que um decréscimo na produção. (ROSE & HODGSON, 1994).

Durante o exercício máximo, ocorre o aumento da concentração das proteínas totais em resposta a troca de fluidos entre os compartimentos corporais. Quando associado com exercícios de curta duração, o valor sérico das proteínas totais geralmente retorna ao normal em aproximadamente 30 minutos após o exercício. Em trabalhos mais prolongados, como o que ocorre com os animais de enduro, ou naqueles em que há sudorese excessiva, esta troca de fluidos pode ser mais substancial e prolongada. O aumento da PPT é especialmente importante durante o período de recuperação após exercício intenso ou em climas quentes (MCGOWAN, 2008).

## 2.2 Hemogasometria

### 2.2.1 Equilíbrio ácido-básico

O exercício físico de alta intensidade induz a ocorrência de hipoxemia em equinos atletas. A hiperventilação alveolar é a resposta usual para o aumento da  $p\text{CO}_2$ , que ocorre com o aumento da intensidade do exercício. Há o desenvolvimento de uma alcalose respiratória compensatória, visando manter o equilíbrio ácido-básico (EVANS *et al.*, 1994).

A intensidade do exercício desenvolvido durante a corrida, promove alterações significativas no equilíbrio ácido-básico. Ocorre elevação do lactato como reflexo do metabolismo anaeróbico das células musculares. Mecanismos compensatórios são ativados para prevenir as variações de pH, como o consumo de bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ) e a redução do  $\text{PCO}_2$ . Existe uma relação de reciprocidade entre as variações de lactato plasmático e bicarbonato (AGUILERA-TEJERO *et al.*, 2000).

As concentrações de bicarbonato e dióxido de carbono total ( $\text{TCO}_2$ ), diminuem após a corrida, chegando a valores na faixa de 5 – 10mmol/L. Este aumento no bicarbonato coincide com o aumento da concentração do íon  $\text{H}^+$ , levando a um declínio no pH do sangue venoso para 7,0 ou menos. Após o exercício, a metabolização do lactato promove um aumento no pH e no bicarbonato, que voltam aos valores normais em cerca de 90 minutos. O valor normal do  $\text{TCO}_2$  varia entre 26-34 mmol/L. (ROSE & HODGSON, 1994). O pH sanguíneo médio de cavalos Puro Sangue Inglês, em repouso, oscila entre 7,31 e 7,38 (MULLEN; HOPES; SEWELL, 1979)

Geralmente, os valores de pH e  $p\text{CO}_2$  não refletem os desequilíbrios ácido-básicos primários, mas representam as respostas compensatórias. Assim, o excesso de base (déficit de base - DB, quando for negativo) indica o desvio da base-tampão dos valores normais. Base-tampão se refere à soma de todos os ânions do sangue, em condições padrão.

O EB é interpretado como o desvio na concentração normal do bicarbonato. Em um animal com acidose metabólica, o DB indica a quantidade de bicarbonato requerida para corrigir o equilíbrio ácido básico (GONZALEZ & SILVA, 2006).

A  $p\text{O}_2$  (pressão parcial de oxigênio) é a medida da tensão ou pressão do oxigênio dissolvido no sangue. Algumas causas para valores reduzidos de  $p\text{O}_2$  incluem reduzida ventilação pulmonar (ex. obstrução das vias respiratórias) e troca de gases diminuída entre o ar alveolar e sangue capilar (ex. bronquites, enfisema ou edema pulmonar) e a alteração no fluxo sanguíneo dentro do coração ou pulmões (ex. deformações congênitas no coração ou desvio de sangue venoso para o sistema arterial sem oxigenação nos pulmões). O aumento significativo nos valores da  $p\text{O}_2$ , pode ter origem em estímulos físicos e químicos, como o

aumento da temperatura sanguínea, que promove a elevação da frequência respiratória. (AGUILERA-TEJERO *et al.*, 2000).

A  $sO_2$  (saturação do oxigênio) é a quantidade de oxihemoglobina expressa como uma fração da quantidade total de hemoglobina capaz se unir ao oxigênio. A porcentagem de saturação de hemoglobina depende da pressão parcial de oxigênio e, por isso, quanto maior a  $pO_2$ , mais fortemente saturada será a hemoglobina. A  $sO_2$  é calculada a partir da medição de  $pO_2$  e pH e do  $HCO_3$ , calculado a partir da medição de  $pCO_2$  e pH (FENGER *et al.*, 2000).

## 2.3 Bioquímica sanguínea

### 2.3.1 Lactato

O lactato é um produto intermediário do metabolismo dos glicídeos, sendo o produto final da glicólise anaeróbica (EATON, 1994). O aumento da concentração no exercício ocorre devido ao transporte ativo ou difusão. Durante o exercício, o lactato é produzido na musculatura esquelética em atividade física, chegando a altas concentrações quando ocorre maior exigência. O aumento na concentração de lactato ocorre no músculo quando não há oxigênio suficiente disponível para oxidar o piruvato na mitocôndria ou quando há estímulo da glicogenólise. (ROSE & HODGSON, 1994).

A avaliação da concentração sanguínea de lactato é comumente utilizada em equinos para monitorar a performance atlética. O exercício e baixa intensidade realizado por um período de tempo mais longo é considerado mais efetivo para aumentar a resistência do que exercícios de alta intensidade realizados por um curto período de tempo (TRILK *et al.*, 2002).

Os sistemas muscular e sanguíneo possuem propriedades que aumentam a tolerância ao ácido láctico. A capacidade tamponante da musculatura de cavalos treinados é maior do que de outras espécies com potencialidade atlética. A regulação do efeito acidificante produzido pelo ácido láctico na musculatura exercitada é fundamental, uma vez que este efeito é o principal causador de fadiga muscular (POOLE & HALESTRAP, 1993)

Os cavalos tem uma enorme habilidade de gerar e tamponar lactato durante a corrida. Após uma corrida ou após esforço máximo, a concentração sérica de lactato é maior do que 25 – 30 mmol/L. A concentração em repouso varia de 0,5 – 1,0 mmol/L. O limiar de lactato – o máximo esforço ou velocidade em que se produz um nível constante de lactato no sangue - tem sido usado em programas de treinamento e nas avaliações de performance. A velocidade no acúmulo de lactato no sangue depende da raça, do cavalo, da dieta e do estágio de

treinamento. Teoricamente, a velocidade na qual se atinge o limiar de lactato é muito mais importante em fundistas (animais que correm acima de 2500 metros) e em cavalos de enduro do que em *sprinters* (cavalos que correm até 1000 metros) devido a maior dependência de fontes de energia aeróbica durante o exercício (MCGOWAN, 2008).

Nos velocistas, a concentração de lactato após o exercício é um indicativo da capacidade anaeróbica. Altas concentrações são relacionadas com melhor performance em cavalos de corrida. O aumento precoce das taxas de lactato, pode ser um indicativo de reduzida capacidade aeróbica, baixa aptidão cardiovascular ou baixa performance em cavalos atletas (SEEHERMAN & MORRIS, 1990).

### 2.3.2 Creatina quinase (CK)

A CK, também conhecida como creatina fosfoquinase (CPK), existe na forma de dímeros, cujas subunidades pesam 40 kD. A principal atividade da CK é fosforilar de forma reversível a creatina às expensas do ATP, como uma forma adicional de conservação de energia. Encontra-se principalmente no tecido muscular (esquelético e cardíaco) e em menor quantidade no rim, cérebro, diafragma, trato gastrointestinal, útero e bexiga (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997).

A CK é amplamente utilizada para diagnosticar problemas musculares. A creatina quinase (CK) é uma enzima músculo-específica. No músculo, a CK torna o ATP disponível para a contração, através da fosforilação do difosfato de adenosina (ADP) (CARDINET, 1997). Em geral, a atividade plasmática da CK apresenta um pico 4 a 6 horas após a realização do exercício. A meia-vida da CK em equinos é de aproximadamente 90 minutos.

A atividade desta enzima eleva-se depois do exercício. Em equinos saudáveis, o exercício físico pode aumentar a atividade plasmática ou sorológica de CK de 2 a 4 vezes e exceder os valores de referência para o indivíduo em repouso. A magnitude desse aumento, depende da intensidade do exercício, da duração e é influenciado primariamente pelo condicionamento físico do animal, pela idade, sexo e dieta. (MacLEAY *et al.*, 2000). O valor sérico da creatina quinase é frequentemente usado para fins diagnósticos, sendo que, a variação desse parâmetro tem sido observada em diferentes situações de estresse (NOAKES, 1987).

Informações sobre a condição muscular durante o exercício podem ser obtidas através do estudo da CK. Níveis séricos elevados da enzima podem estar relacionados com o status físico do treinamento em cavalos aparentemente saudáveis. Por outro lado, nos animais em

repouso, pode ser indicativo de doença muscular subclínica, visto que o aumento da CK é encontrado em cavalos com rabdomiólise (ROSE e HODGSON, 1994). Alguns estudos apontam que o aumento da enzima pode estar relacionado com a carga de exercício (KERR, 1983).

### 2.3.3 Gama glutamil transferase (GGT)

A GGT catalisa a transferência de grupos gamacarboxila do glutamate a um peptídeo, geralmente o dipeptídeo Gly-Gly. Esta enzima também é conhecida como gama glutamil transpeptidase. Encontra-se como enzima associada às membranas, mas também está no citosol, especialmente nos epitélios dos ductos biliares e renais, embora possa ser encontrada no pâncreas e intestino delgado. Somente aquela de origem hepática é encontrada no plasma, pois a de origem renal é excretada na urina (GONZALEZ & SILVA, 2006).

Seu peso molecular varia de 90 a 350 kD, dependendo da espécie. A função da GGT não está muito bem esclarecida, mas acredita-se que está relacionada com o metabolismo do glutation. A GGT do plasma é de origem hepática, sendo indicativa de colestases e proliferação de dutos biliares (GONZALEZ & SILVA, 2006).

Doenças hepáticas não são comuns em cavalos atletas, embora possam ser uma causa para perda de peso e baixa performance, especialmente em áreas onde os animais tem acesso a plantas com altas concentrações de alcaloides pirrolizidínicos. Em cavalos de corrida submetidos a treinamento, pode ocorrer um aumento da atividade da GGT sem que os mesmos apresentem qualquer evidência clínica de doença hepática (ROSE & HODGSON, 1994).

O treinamento tem um efeito significativo nos indicadores da função hepática. Ocorre um aumento nos níveis séricos da gama glutamil transferase (GGT) associado ao treinamento. Em cavalos Puro Sangue Inglês, estudos mostraram que este aumento é linear, assim como nos cavalos de trote. Em animais submetidos a exercício intenso em uma esteira, o valor plasmático variou de 14 U/L, antes do treinamento, para 51 U/L no grupo controle, até 70 U/L no grupo submetido a excesso de exercício. O valor sérico basal de GGT parece ser um dos muitos indicadores do estágio de treinamento em cavalos de corrida (MCGOWAN, 2008).

Enquanto alguns cavalos com aumento da GGT tem um bom desempenho atlético, outros sofrem uma queda de performance. O nível sérico da enzima frequentemente diminui quando o cavalo sofre uma mudança na dieta ou é colocado em pastagem. O valor plasmático normal da GGT em cavalos atletas varia entre 10-40 U/Litro (ROSE & HODGSON, 1994).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização e período de avaliação**

As amostras foram coletadas no dia 04 de outubro de 2012, durante a 111ª reunião da temporada 2012/2013, nas dependências do Jockey Club do Rio Grande do Sul – Hipódromo do Cristal – Porto Alegre/RS. As avaliações das amostras foram realizadas nas dependências da Clínica Equus Hippiatria, localizada na Vila Hípica do Jockey Club do Rio Grande do Sul.

#### **3.2 Animais**

Avaliou-se um total de 8 cavalos da raça Puro Sangue Inglês. Foram utilizados 7 machos e 1 fêmea, hípidos e em atividade esportiva. O critério para a escolha dos animais que seriam utilizados neste estudo foi a distância dos páreos em que os mesmos estavam inscritos no dia da avaliação, bem como a idade. Os equinos selecionados iriam percorrer distâncias que variavam entre 1100 e 1300 metros e tinham entre 3 e 4 anos. Para este estudo, não foi considerado o desempenho esportivo anterior e nem o peso dos animais.

A colheita das amostras foi autorizada pela Comissão de Corridas do Jockey Club do Rio Grande do Sul bem como pelos responsáveis dos animais, mediante assinatura de termo de autorização.

#### **3.3 Delineamento Experimental**

Foram colhidas, simultaneamente, amostras de sangue venoso através de venóclise da jugular em tubos à vácuo de 4 mL contendo EDTA e em tubos contendo heparina lítica, após adequada antisepsia da região de todos animais. Foram realizadas três colheitas de sangue de cada animal em períodos pré-estabelecidos. A primeira colheita, ainda em repouso, foi feita duas 2 horas antes da corrida (T-2); a segunda imediatamente após a corrida (T0) e a terceira após decorrida 1 hora do páreo (T1). As amostras foram processadas logo após as colheitas.

Os parâmetros de gasometria sanguínea foram determinados através do analisador portátil iStat®, da Abbott. Este aparelho utiliza um método eletroquímico de leitura e necessita de um cartucho próprio para cada sequência de testes. Para a medida de gases sanguíneos foi utilizada uma alíquota de 95 µL de sangue com EDTA nos cartuchos CG4+. Este tipo de dispositivo mede o lactato, o pH, a pressão parcial de dióxido de carbono (pCO<sub>2</sub>)

e a pressão parcial de oxigênio ( $pO_2$ ) da amostra e calcula o dióxido de carbono total ( $TCO_2$ ), o bicarbonato ( $HCO_3$ ), o excesso de base (EB) e oxigênio solúvel ( $sO_2$ ).

A amostra de sangue heparinizada foi utilizada para a determinação das enzimas creatina quinase (CK) e  $\gamma$ -glutamil-transferase (GGT). O aparelho utilizado para as análises bioquímicas é o Reflotron Plus, da Roche®. Para cada um dos parâmetros é utilizada uma tira reagente, impregnada com 32  $\mu$ L da amostra de sangue.

Também foi estabelecido, em cada amostra de sangue, o hematócrito (Ht) e as proteínas plasmáticas totais (PPT). O primeiro foi determinado pelo método de centrifugação em tubo de microhematócrito e a segunda com o uso de um refratrômetro.

### **3.4 Análise Estatística**

Os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância em 1 Via (One Way ANOVA), com  $p < 0,05$  bem como ao Teste Bonferroni para comparação de médias.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os 8 animais envolvidos neste experimento, foram utilizados 7 machos e uma fêmea da raça Puro Sangue Inglês. Destes, 6 indivíduos tinham 3 anos de idade e 2 indivíduos tinham 4 anos de idade. Todos os cavalos apresentavam-se clinicamente saudáveis e desenvolvendo atividade esportiva. As distâncias dos páreos disputados variaram entre 1100 e 1300 metros - em pista de areia - sendo que 4 animais percorreram 1100 metros, 2 animais percorreram 1200 metros e 2 animais percorreram 1300 metros.

Segundo o Código Nacional de Corridas (CNC), é proibido o uso de qualquer tipo de medicação nos animais que disputarão os páreos, sendo que seu uso poderá ser caracterizado como doping. Entretanto, alguns hipódromos permitem a administração de determinados tipos de substância, desde que comunicado à Comissão de Corridas e ao Serviço de Veterinária, devendo obrigatoriamente constar no programa oficial. No Jockey Club do Rio Grande do Sul, é permitido o uso de anti-inflamatório e diurético somente em provas comuns. Em provas de Grupo (I, II e III), *Listed races* e páreos Clássicos, não é permitido nenhum tipo de medicação. Dos animais avaliados no experimento, 4 estavam fazendo uso de anti-inflamatório e diurético; 1 estava utilizando somente anti-inflamatório; 1 estava utilizando somente diurético e 2 não tinham nenhum tipo de medicação declarada no programa oficial.

Para efeitos de campanha dos animais, são consideradas as vitórias e as colocações (quando o animal chega entre o 2º e o 5º lugar). Dos cavalos utilizados neste experimento, apenas um venceu, 4 chegaram colocados e os demais descolocados. O resultado da corrida não foi considerado para fins de estudo.

A única fêmea do grupo possuía histórico de lesão muscular grave, confirmada posteriormente pela análise da amostra, cujo valor da enzima creatina quinase, muito elevada para um animal em repouso, chegou a 256,3 U/L. Após investigação, foi informado pelo responsável, que havia sido administrado corticosteróide (dexametasona) antes da colheita da amostra. Optou-se pela retirada do animal do grupo de estudo para as demais colheitas de sangue.

Os resultados das avaliações feitas nas amostras coletadas nos tempos T-2 (2 horas antes da corrida), T0 (imediatamente após a corrida) e T1 (uma hora após a corrida), estão relacionados na Tabela 1.

Tabela 1 – Médias e desvios padrão dos parâmetros avaliados.

	T-2	T0	T1
Ht (%)	41,63 ± 6,00a	65,71 ± 2,43b	49,14 ± 4,78a
PPT (g/dL)	6,21 ± 0,57a	8,49 ± 0,63b	6,39 ± 0,48a
pH	7,42 ± 0,01a	7,03 ± 0,05b	7,39 ± 0,03a
pCO <sub>2</sub> (mmHg)	46,40 ± 1,63a	34,71 ± 3,03b	40,70 ± 3,44a
pO <sub>2</sub> (mmHg)	39,38 ± 6,35a	65,86 ± 8,36b	53,14 ± 12,35a
EB (mmol/L)	6 ± 1,31a	-21,57 ± 1,99b	-0,43 ± 3,60a
HCO <sub>3</sub> (mmol/L)	30,39 ± 1,15a	9,21 ± 1,19b	24,56 ± 3,20a
TCO <sub>2</sub> (mmol/L)	31,88 ± 1,13a	10,29 ± 1,11b	25,86 ± 3,44a
sO <sub>2</sub> (%)	73,38 ± 11,81a	81 ± 4,28a	84,57 ± 6,92a
Lactato (mmol/L)	0,43 ± 0,22a	27,46 ± 3,59b	7,99 ± 3,20c
CK (U/L) 25°C	75,50 ± 77,82a	34,37 ± 27,97b	103,01 ± 68,74a
GGT (U/L)	7,25 ± 3,55a	11,92 ± 7,12b	12,28 ± 9,00b

Médias com a mesma letra não tem diferença significativa ( $\alpha=0,05$ ).

O hematócrito (Ht) apresentou diferença significativa entre os tempos T-2 e T0. Houve importante aumento ao final do exercício máximo, fato que está diretamente relacionado à esplenocêntrização, resposta fisiológica determinante para o aumento do volume sanguíneo durante o exercício. Após a realização do exercício físico e durante o período de recuperação dos equinos, o baço readquire o volume de hemácias que foi liberado para a circulação sanguínea (RUBIO *et al.*, 1995). Neste estudo, observou-se que 1 hora após o término do exercício, o hematócrito voltou a valor muito próximo ao inicial.

As proteínas totais apresentaram aumento significativo entre os tempos T-2 e T0, voltando ao valor inicial no tempo T1. Segundo McGowan (2008), quando associado a exercício de curta duração, como é o caso deste grupo de estudo, a proteína total tende a voltar ao normal em cerca de 30 minutos. O incremento no valor da PPT é uma resposta fisiológica ao aumento do hematócrito e à troca de fluidos entre os compartimentos corporais. O exercício máximo provoca intensa sudorese e desidratação, fatos que contribuíram para o aumento substancial da PPT.

No exercício máximo (T0), observou-se diminuição significativa nos valores de pH, que, associada à diminuição do HCO<sub>3</sub> e do excesso de base, caracterizam o quadro de acidose metabólica. Segundo Watanabe *et al.* (2006), a diminuição no pH é resultado da difusão do ácido láctico produzido pelas células musculares para a circulação sanguínea em exercícios de

alta intensidade, nos quais o requisito energético das células musculares é mantido predominantemente pelo metabolismo anaeróbico da glicose, resultando em acúmulo de ácido láctico nas células musculares e consequente desenvolvimento de acidemia sanguínea. Durante o exercício máximo, como a corrida, o bicarbonato e a concentração de lactato são inversamente proporcionais, pois o bicarbonato é consumido no processo de tamponamento do ácido láctico acumulado (CARLSON, 1995). Este fato explica a diminuição no  $\text{HCO}_3^-$  observada entre os tempos T-2 e T0. O lactato teve um aumento significativo entre os tempos T-2 e T0. O valor observado para o lactato no tempo T1 não tem importância clínica. Após a atividade intensa, ocorre a metabolização do lactato, aumentando o valor do pH, conforme observado no tempo T1.

Fenger *et al.* (2000) relataram que a porcentagem de saturação de hemoglobina depende da pressão parcial de oxigênio e, por isso, quanto maior a pressão parcial de oxigênio, mais fortemente saturada será a hemoglobina. Pode-se inferir que a diferença registrada nos valores da  $\text{pO}_2$  entre o repouso (T-2) e o final do exercício máximo (T0) é decorrente da hiperventilação, em resposta à diminuição da concentração de  $\text{HCO}_3^-$  e relacionada com a demanda do tiro. Já a saturação de oxigênio ( $\text{sO}_2$ ), embora não tenha apresentado diferença significativa, acompanhou o aumento da necessidade de  $\text{O}_2$  em função do exercício.

Houve diminuição significativa nos valores da  $\text{pCO}_2$  entre os tempos T-2 e T0, associada à diminuição no pH, caracterizando a alcalose respiratória ao final do exercício. A diminuição no  $\text{HCO}_3^-$  resulta em uma resposta adaptativa secundária, ou seja, na diminuição compensatória na  $\text{pCO}_2$  ou hiperventilação (DAY, 2002). Sendo assim, a diminuição no pH e no  $\text{HCO}_3^-$  acompanhada de diminuição na  $\text{pCO}_2$  caracteriza um quadro de acidose metabólica compensada, ao final do exercício. A resposta respiratória compensatória observada neste trabalho foi suficiente na restauração do pH, confirmada pelo retorno dos valores normais no tempo T1. Os valores da  $\text{TCO}_2$  acompanharam os valores de bicarbonato, conforme descrito por Rose & Hodgson (1994).

A CK apresentou diferença significativa nos valores entre os tempos T-2 e T0. A creatina-quinase é uma enzima músculo específica. No músculo, a CK torna o ATP disponível para a contração. A demanda por ATP no exercício máximo aumenta substancialmente. A diminuição da CK observada no T0 é a resposta a fosforilação do difosfato de adenosina, tornando o ATP disponível. No tempo T1, observa-se o retorno aos valores normais, devido à diminuição na demanda de ATP em função do repouso.

Os valores da enzima gama glutamil transferase apresentaram diferença significativa entre os tempos T-1 e T0/T1. Robertson et al. (1996) obtiveram aumento significativo da atividade de GGT em eqüinos PSI, após 16 semanas de treinamento. O incremento na concentração sérica da GGT é uma resposta fisiológica ao exercício.

## 5 CONCLUSÃO

O exercício físico de alta intensidade provoca variações nos parâmetros hemogasométricos e bioquímicos dos cavalos Puro Sangue Inglês.

Todos os parâmetros sofreram alterações fisiológicas, para compensar a produção de ácido láctico, consumindo bicarbonato para compensar a acidose metabólica durante a corrida.

Os cavalos submetidos ao exercício sofrem acidose metabólica compensada com alcalose respiratória ao término do exercício.

As variáveis como o hematócrito e as proteínas totais, também sofreram alterações para compensar a demanda da corrida.

No período pós descanso, os animais recuperaram os valores séricos para os níveis existentes no pré-páreo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCPCC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES E PROPRIETÁRIOS DO CAVALO DE CORRIDA. Histórico, em [www.studbook.com.br](http://www.studbook.com.br), acessado em janeiro de 2012.

AGUILERA-TEJERO, E. et al. Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. **Research in Veterinary Science**, v.68, n.2, p.103-108, Apr. 2000.

BLOUSSON, E.S. Brasil. In: BLOUSSON, E.S. **El Caballo de Carrera en America Del Sur**, 1º edición, p.57-78, 1968.

CARDINET GH. Skeletal muscle function. In: Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML, eds. **Clinical biochemistry of domestic animals**, 5th edn. San Diego, CA: Academic Press; 1997; 407–440.

CARLSON, G.P. Interrelationships between fluid, electrolyte and acid-base balance during maximal exercise. **Equine Vet. J.**, v.18, suppl., p.261-265, 1995.

CARLSON, G.P. Thermoregulation and fluid balance in the exercising horse. In: SNOW, D.H., PERSSON S.G.B.; ROSE, R.J. **Equine Exercise Physiology**. Cambridge, Granta Editions, 1983, p.291.

DAY, T.K. Blood gas analysis. **Vet. Clin. N. Am.: Small Anim. Pract.**, v.32, p.1031-1048, 2002.

EATON, M.D. Energetics and performance. In: HODGSON, D.R., ROSE, R.J. **The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine**. 1.ed. Saunders, Philadelphia, 1994.

ECKERSALL, P.D. Proteins, proteomics and the dysproteinemias. In: **Clinical biochemistry of domestic animals**, 6<sup>th</sup> edn. San Diego, CA: Academic Press; 2008; 117-152.

EVANS, D.L. Exercise tests. In: JONES, W.E. **Equine Sports Medicine**, Lea & Febiger, Philadelphia, p.217-218, 1989.

EVANS, D.L. et al. Gait and respiration in Standardbred horses when pacing and galloping. **Research Veterinary in Science**, v.57, n.2, p.233-239, Sept.1994.

FENGER, C.K.; McKEEVER, K.H.; HINCHCLIFF, K.W. et al. Determinants of oxygen delivery and hemoglobin saturation during incremental exercise in horses. **Am. J. Vet. Res.**, v.61, p.1325-1332, 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2. ed., Porto Alegre, UFRGS, 2006.

JCRGS – JOCKEY CLUB DO RIO GRANDE DO SUL. História. [www.jockeys.com.br](http://www.jockeys.com.br), Janeiro de 2012.

KANEKO, J.; HARVEY, J.; BRUSS, M. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5<sup>th</sup> Ed. San Diego: Academic Press. 1997. 932p.

KERR, M.G. Plasma enzyme activities in endurance horses. *In*: SNOW, D.H., PERSSON S.G.B. **Equine Exercise Physiology**. Cambridge, Granta Editions, 1983, p.432.

KLINE, H.; FOREMAN, J.H. Heart and spleen weights as a function of breed and somatotype. In: PERSSON, S.G.B; LINDHOLM, A; JEFFCOT, L.B. **Equine Exercise Physiology 3**. Davis, California. ICEEP Publications, 1991, p.17.

MacLEAY, J.M. et al. Effect of ration and exercise on plasma creatine kinase activity and lactate concentration in Thoroughbred horses with recurrent exertional rhabdomyolysis. **American Journal Of Veterinary Research**. V.61, n.11., p.1390-1395. Nov. 2000.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Equídeos**, em: <http://www.agricultura.gov.br/animal>, acessado em janeiro de 2012.

MATTOS, R.C. Manejo reprodutivo da égua. In: TARANTO, J.R. **Sangue e Raça – O Cavalo de Corrida Brasileiro**, Ed. Index Ltda, Rio de Janeiro, p. 69-81, 1989.

MAZO, J.Z. A emergência e a expansão do associativismo desportivo em Porto Alegre (1867-1945): espaço de representação da identidade cultural teuto-brasileira. **Tese (Doutorado em Ciência do Desporto)** – Faculdade de Ciências do Esporte, Universidade do Porto, Portugal, 2003.

MCGOWAN, C. Clinical pathology in the racing horse: the role of clinical pathology in assessing fitness and performance in the racehorse. **Veterinary Clinics – Equine Practice**, 2008; 24:405-421.

MELO, V.A. História Comparada do Esporte. In: **Dicionário do esporte no Brasil: do século XIX ao início do século XX**. Campinas, Autores Associados, 2007.

MOREIRA, J.L.P. Conformação é fundamental como critério. **Puro Sangue Inglês**, ano 4, n.44, Ed. Segmento, São Paulo, 1997.

MOTA, M.D.S. Principais fontes de variação de desempenho em corridas. **Puro Sangue Inglês**, ano 4, n.44, Ed. Segmento, São Paulo, 1997.

MULLEN, P.A.; HOPES, R.; SEWELL, J. The biochemistry, haematology, nutrition and racing performance of two-year-old Thoroughbreds their training and racing season. **Veterinary Record**, v.104, n.5, p.90-95, Feb. 1979.

NOAKES, T.D. **Effect of exercise on serum enzyme activities in humans**. Sports Med. 1987; 4:245-267.

OSAF – ORGANIZACIÓN SUDAMERICANA DE FOMENTO DEL SANGRE PURA DE CARRERA. Boletín electrónico OSAF nº 6, Año 3. [www.osafweb.com.ar](http://www.osafweb.com.ar), Octubre 2012.

PERSSON, S.G.B; EKMAN, L.L; LYDIN, G., et al. Circulatory effects of splenectomy in the horse. II. Effect on plasma volume and total and circulating red cell volume. **Zentralbl Veterinarmed A**. 1973;20(6):456-468.

PERSSON, S.G.B. Evaluation of exercise tolerance and fitness in the performance horse. *In:* SNOW, D.H., PERSSON S.G.B.; ROSE, R.J. **Equine Exercise Physiology**. Cambridge, Granta Editions, 1983, p.441.

POOLE, R.C.; HALESTRAP, A.P. Transport of lactate and other monocarboxylates across mammalian plasma membranes. *American Journal of Physiology*. V.264, n.4, p.761-782. Apr. 1993.

RIVERO, J.L., RUZ, A., MARTI-KORFF, S., ESTEPA, J.C., AGUILERA-TEJERO, E., WERKMAN, J., SOBOTTA, M., LINDNER, A. Effects of intensity and duration of exercise on muscular responses to training of thoroughbred racehorses. **Journal of Applied Physiology**, n.102, p.1871–1882, 2007

ROBERTSON, I. D.; BOLTON, J. R.; MERCY, A. R.; STEWART, B. J.; FRY, J.; SUTHERLAND, J. Hematological and biochemical values in 12 Standardbred horses during training. **Australian Equine Veterinarian**. Artarmon, v. 14, p. 72-6, 1996.

ROSE, R.J; HODGSON, D.R. Hematology and Biochemistry. *In:* **The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine**. 1.ed. Saunders, Philadelphia, 1994.

RUBIO, M.D.; MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R. et al. Comparative hematological study of two breeds of foals (Andalusian and Arab) subjected to exercise of progressive intensity. **J. Vet. Med. Sci.**, v.57, p.311-315, 1995.

SANTOS, V.P. Variações hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes protocolos de exercício físico. **Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)**. Faculdade de Veterinária, UFRGS, 2006.

SEEHERMAN, H.J., MORRIS, E.A. Methodology and repeatability of a standardized treadmill exercise test for clinical evaluation of fitness in horses. **Equine Veterinary Journal**, 1990; 9:20-25.

TRILK, J.L. et al. A lactate-guided conditioning programme to improve endurance performance. **Equine Veterinary Journal**, Suppl.34, p.122-125.2002.

WATANABE, M.J.; THOMASSIAN, A.; TEIXEIRA-NETO, F.J. et al. 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. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, p.320-326, 2006.