



# **INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE CRIAÇÃO EM CAVALOS DE VAQUEJADA SOBRE A BIOQUÍMICA CLÍNICA**

**GILSON SANTOS BUONORA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do Título de Doutor em Ciência Veterinária.

Recife – PE

2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA**

**GILSON SANTOS BUONORA**

**INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE CRIAÇÃO EM CAVALOS  
DE VAQUEJADA SOBRE A BIOQUÍMICA CLÍNICA**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do Título de Doutor em Ciência Veterinária.

**Orientador: Dr. José Augusto Bastos Afonso da Silva**

**Recife – PE**

**2009**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

**INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE CRIAÇÃO EM CAVALOS DE VAQUEJADA  
SOBRE A BIOQUÍMICA CLÍNICA**

Tese de Doutorado elaborada e defendida por:

**GILSON SANTOS BUONORA**

Aprovada em ...../...../.....

BANCA EXAMINADORA

---

Dr. José Augusto Bastos Afonso da Silva - Clínica de Bovinos, Campus Garanhuns da UFRPE. - Orientador

---

Dra. Carla Lopes de Mendonça: Clínica de Bovinos, Campus Garanhuns da UFRPE.

---

Dra. Silvana Pontual de Alencar: Depto. de Medicina Veterinária da UFRPE.

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Eneida Willcox Rêgo: Depto. de Medicina Veterinária da UFRPE.

---

Prof. Dr. Gustavo Ferrer Carneiro: Unidade Acadêmica de Garanhuns da UFRPE.

---

Prof. Dr. Marcelo Jorge Cavalcanti de Sá: Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária,  
Campus Patos da UFCG.

Recife – PE

2009

Dedico este trabalho aos meus pais,  
Gil (in memorian) e Esmeralda, aos meus  
filhos, Camila, Bruna, Vitor (in memorian) e  
Rodrigo e a Roberta, minha esposa e  
companheira, que de algum modo, me  
apoiaram e me motivaram a trilhar o caminho  
da capacitação, tão árduo e ao mesmo tempo  
gratificante, para que a medicina veterinária  
continue a evoluir e para que os seus  
profissionais, cada vez mais, ocupem os  
espaços a que têm direito, no seio da  
sociedade, com dignidade.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que quando não remove as montanhas que aparecem no nosso caminho, nos dar a força e a sabedoria necessárias para contorná-las.

Ao meu amigo Dr. José Augusto, o verdadeiro orientador, pela sua maneira honesta e simples, sempre prezando pela qualidade do trabalho, de maneira sincera e objetiva. Muito obrigado. Mais uma vez.

A Dra. Carla Lopes, pela sua capacidade de contribuir de forma imparcial e de coração aberto, buscando sempre o melhor, para que o resultado do esforço seja sempre aperfeiçoado. Muito obrigado.

A professora Maria Teresa Jansen, que abriu o coração e as portas do Laboratório de Biofísica Celular e Molecular, da Universidade Federal de Pernambuco, possibilitando a realização deste trabalho.

A Edna Cherias, sempre disponível para orientar e solucionar os problemas dos alunos, de maneira simples e objetiva, pessoa que muito tem contribuído para o sucesso deste Programa de Pós-Graduação.

As pessoas que fazem a nossa Clínica de Bovinos de Garanhuns, inclusive nosso saudoso Dr. Jurandir Manso da Rocha, *o pequeno*, que me ensinou muito. A todos os que por lá passaram e aos que ainda lá estão, no dia-dia, na labuta, dando assistência ao produtor rural, do mais abastado ao menos favorecido, engrandecendo esta nossa nobre profissão.

Ao comando do Regimento Dias Cardoso, nossa estimada Cavalaria, pela compreensão e apoio.

Aos proprietários e médicos veterinários dos animais utilizados neste estudo, que de forma direta ou indireta colaboraram, alterando suas rotinas e permitindo a realização deste trabalho.

Agradeço especialmente ao cavalo, este nobre animal, que mesclando obediência, força e altivez, vem ensinando aos homens, ao longo dos séculos, o verdadeiro sentido da vida.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1- INTRODUÇÃO.....	1
2- OBJETIVOS.....	14
2.1- Objetivo geral.....	14
2.2- Objetivos específicos.....	14
3- REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1- Enzimas.....	15
3.2- Proteínas.....	12
3.3- Perfil Hormonal.....	23
4- MATERIAL E MÉTODOS.....	29
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
6- CONCLUSÕES.....	47
7- REFERÊNCIAS.....	48

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Valores de mediana da AST (U/L) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.....21
- Figura 2 - Valores da mediana da Creatino Quinase (U/L) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.....22
- Figura 3 – Valores da média para a LDH (U/L) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.....23
- Figura 4 – Valores da mediana para a fosfatase alcalina (U/L) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.....24
- Figura 5 – Valores da mediana para a GGT (U/L) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.....25
- Figura 6 – Valores da média para a uréia (mg/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.....26
- Figura 7 – Valores da mediana para a Creatinina (mg/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.....27
- Figura 8 – Valores da mediana para a PT (g/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.....29
- Figura 9 – Valores da média para a Albumina (g/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.....30

Figura 10 – Valores da média para a Globulina (g/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.....	31
Figura 11 – Valores de mediana para Triiodotironina (ng/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.....	32
Figura 12 – Valores de mediana para Tiroxina (ng/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.....	33
Figura 13 – Valores de mediana para o cortisol ( $\mu$ g/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.....	34

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Médias e medianas dos valores dos constituintes bioquímicos obtidos nos cavalos de vaquejada de acordo com o sistema de criação.....	20
Tabela 2 – Médias e medianas dos valores das proteínas totais séricas, albumina e globulina obtidas de cavalos de vaquejada de acordo com o sistema de criação.....	28
Tabela 3 – Medianas dos valores de T3, T4 e Cortisol séricos obtidos nos cavalos de vaquejada de acordo com o sistema de criação.....	32

## RESUMO

O sistema intensivo de criação é utilizado na grande maioria dos haras, centros de treinamento, fazendas, hípicas, hipódromos e demais ambientes destinados ao treinamento e competição dos cavalos, onde esses animais permanecem a maior parte do tempo confinados em baias. A vaquejada, além de ser uma festa secular da cultura popular nordestina, avança hoje a passos largos por outras regiões, como um esporte equestre com grande número de praticantes em todo o território nacional. Com o objetivo de estudar a influência do sistema de criação sobre as atividades séricas, em cavalos de vaquejada, das enzimas: Aspartato Aminotransferase (AST), Creatinoquinase (CK), Lactato Desidrogenase (LDH), Fosfatase Alcalina (FA), Gama Glutamil Transferase (GGT), Uréia e Creatinina; das proteínas: Proteínas Totais, Albumina e Globulina e dos hormônios: Triiodotironina (T3), Tiroxina (T4) e Cortisol, foram utilizados 52 eqüinos adultos, sendo 37 machos e 15 fêmeas, 26 da raça Quarto de Milha (QM) e 26 sem raça definida (SRD), todos em treinamento e em período de competição de vaquejada, criados em propriedades localizadas no Estado de Pernambuco. Os animais foram divididos em dois grupos de acordo com o manejo de criação, sendo o GRUPO 1 composto por 33 animais confinados, ou seja, permaneciam em baias durante todo o dia, sendo retirados apenas para o treinamento ou para competir e o GRUPO 2 composto por 19 animais semi-confinados, isto é, permaneciam durante o dia (aproximadamente 12 horas) em baias e eram soltos, em grupos, em piquetes, durante a noite até o dia seguinte. Concluiu-se que não houve influência do sistema de criação sobre as atividades séricas, em cavalos de vaquejada, para nenhuma das enzimas estudadas, bem como para as concentrações séricas de Albumina e para T4 e Cortisol. Houve influência do sistema de criação sobre os níveis séricos das Proteínas totais e Globulinas e para T3.

**Palavras-chave:** Eqüino, vaquejada, manejo, enzimas, hormônios, proteína.

## ABSTRACT

The intensive system of farming is used in most of training centers, farms, riding, racetracks and other environments for training and competition for horses where the animals are most of the time confined in stalls. The *vaquejada*, besides being a party of secular popular culture of Brazil's northeast, today is taking great strides forward in other regions, such as an equestrian sport with a large number of practitioners throughout the country. In order to study the influence of management on the serum concentrations in horses of *vaquejada*, enzymes: aspartate aminotransferase (AST), Creatinoquinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH), alkaline phosphatase (AP), gamma glutamyl transferase (GGT ), urea and creatinina; protein: total protein, albumin and globulin and hormones: triiodothyronine (T3), thyroxine (T4) and cortisol. 52 horses were used, with 37 males and 15 females, 26 mile race in Room (QM) and 26 mixed breed (SRD), all in training and competition period of *vaquejada*, created in properties located in the state of Pernambuco. The animals were divided into two groups according to the management of creation, the GOUP 1 composed of 33 animals confined, or remained in stalls throughout the day, being removed only for training or to compete and GROUP 2 consists of 19 semi-confined animals, still during the day (approximately 12 hours) in boxes and were released in groups in paddocks during the night until the following day. It was concluded that there was no influence of management on the serum concentrations in horses of *vaquejada* for all enzymes studied, albumin, T4 and cortisol. There was influence of management system on serum levels of total proteins, globulins and T3.

Keywords: Horse, *vaquejada*, management, biochemistry, enzyme.

# INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE CRIAÇÃO EM CAVALOS DE VAQUEJADA SOBRE A BIOQUÍMICA CLÍNICA

## INTRODUÇÃO

Estima-se que o surgimento do gênero *Equus* tenha ocorrido há cerca de quatro milhões de anos, tendo habitado a maior parte do planeta durante alguns milênios, para em seguida, há aproximadamente um milhão de anos, esse ancestral do cavalo desaparecer do continente americano, permanecendo apenas no velho continente. Após longo processo de domesticação, o *Equus caballus*, foi utilizado pelo homem com os mais variados objetivos, como alimento, transporte, nas guerras, nas artes, e mais recentemente na ciência, nos esportes e para o lazer.

O cavalo é na sua origem, uma espécie que possui pela sua condição de presa na cadeia alimentar, elevado senso de grupo onde se observa, em condições naturais, a presença de hierarquia entre os seus componentes, o que provavelmente o tornou um animal de fácil socialização com o homem, e vigilância permanente, o que desenvolveu na espécie sentidos acurados e grande capacidade de deslocamento, que proporcionou a sua utilização como atleta pelo homem nos últimos séculos.

O sistema intensivo de criação é utilizado na grande maioria dos haras, centros de treinamento, fazendas, hípcas, hipódromos e demais ambientes destinados ao treinamento e competição dos cavalos. Isto ocorre por motivos diversos, tais como a escassez de espaço, principalmente nos grandes centros urbanos, onde esses animais permanecem a maior parte do tempo confinados em baias, boxes ou similares, sendo retirados dessas instalações, por um curto período de tempo durante o dia, para serem submetidos ao treinamento ou para a participação nas provas, retornando em seguida ao mesmo ambiente.

A vaquejada, além de ser uma festa secular da cultura popular nordestina, avança hoje a passos largos por outras regiões, como um esporte eqüestre com grande número de praticantes em todo o território nacional. É preciso então que esta população de cavalos seja estudada cada vez mais, visando principalmente à análise do seu perfil clínico e metabólico, para efeito de comparação com outras populações de eqüinos utilizados em diferentes modalidades esportivas e de lazer, amplamente estudadas em outras regiões do Brasil e do mundo.

A grande diferença entre os cavalos utilizados na maioria das modalidades esportivas, como os de vaquejada, é que boa parte destes animais são mantidos em fazendas e haras que praticam o manejo semi-intensivo, onde permanecem confinados para treinamento e arraaçoamento durante o dia e a noite são postos em liberdade, em grupos, onde podem pastar e se exercitar à vontade.

É necessário, entretanto, mensurar objetivamente se há outros benefícios para o bem estar e para o rendimento esportivo, quando se utiliza o manejo semi-confinado para um cavalo atleta, como já se sabe que ocorre, por exemplo, na prevalência de úlceras gástricas, que é menor em cavalos de vaquejada mantidos em regime de semi-confinamento (BUONORA et al., 2004).

Os perfis bioquímicos sangüíneos vêm sendo utilizados extensivamente em medicina veterinária não somente para avaliação clínica individual, como também para avaliar populações de animais quanto ao seu desempenho produtivo (PAYNE & PAYNE, 1987).

Dependendo da população animal, os valores bioquímicos já existentes na literatura não podem ser aplicados às nossas condições, pois podem ser influenciados pela raça, ambiente e diferenças de manejo, além das variações existentes entre laboratórios que utilizam diferentes reagentes, métodos e instrumentos (RICKETTS, 1987; KANEKO et al., 1997).

A interpretação do perfil bioquímico é complexa, tanto a aplicada a rebanhos quanto a indivíduos, devido aos mecanismos que controlam as concentrações sangüíneas de vários metabólitos e também, a grande variação destas concentrações em função de fatores como raça, idade, estresse, dieta, produção leiteira, manejo, clima e estado fisiológico (DIAZ GONZÁLES, SILVA, 2003).

A avaliação deste perfil em determinadas categorias de cavalos, que exercem diferentes tipos de atividades, são rotineiras e bastante aplicadas, retratando toda a condição clínica e seus reflexos sobre o desempenho dos indivíduos, e com isso é possível se estabelecer às devidas correções terapêuticas, de manejo e alimentar. Todavia, em nosso meio em que a criação do cavalo de vaquejada é bem expressiva, e a prática esportiva é realizada de maneira constante, são escassas as informações relacionadas ao perfil bioquímico desta categoria de animais quando em atividade, submetidos a diferentes sistemas de criação.

## 2. OBJETIVOS

### *2.1 Objetivo Geral*

Estudar a influência do sistema de criação sobre o perfil bioquímico e hormonal séricos de cavalos utilizados na prática da vaquejada, em atividade.

### *2.2 Objetivos Específicos*

- Estudar a influência do sistema de criação sobre as atividades séricas, em cavalos de vaquejada, das enzimas: Aspartato Aminotransferase (AST), Creatinoquinase (CK), Lactato Desidrogenase (LDH), Fosfatase Alcalina (FA), Gama Glutamil Transferase (GGT), Uréia e Creatinina.

- Estudar a influência do sistema de criação sobre as concentrações séricas, em cavalos de vaquejada, das proteínas: Proteínas Séricas Totais, Albumina e Globulina.

- Estudar a influência do sistema de criação sobre as concentrações séricas, em cavalos de vaquejada, dos hormônios: Triiodotironina (T3), Tiroxina (T4) e Cortisol.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### ENZIMAS

##### **Aspartato aminotransferase (AST)**

A AST é uma enzima citosólica ou mitocondrial, dependendo de sua isoforma (MEYER et al., 1995; VALBERG, 1996). É encontrada em grandes concentrações numa série de tecidos, inclusive músculos cardíacos e esqueléticos, eritrócitos, rins e fígado. Assim seu nível sanguíneo a define como um bom marcador de danos teciduais leves, não podendo, no entanto, ser utilizada como marcador de lesões órgãos-específicas (KANEKO, 1989).

A atividade plasmática da AST aumenta em doenças hepáticas e musculares, porém em cavalos ela tem valor diagnóstico para as lesões musculares (STOCKHAM & SCOTT 2002). Seus valores estão elevados na hipoxia, cirrose, necrose, neoplasia, intoxicação e trauma, entre outras causas. O aumento é proporcional ao nível de lesão celular (STOCKHAM, 1995). O nível máximo de concentração ocorre em vinte e quatro horas e declina em aproximadamente sete a oito dias (CARDINET et al., 1967).

Danos recentes aos músculos ou outros tecidos moles podem resultar na elevação da AST sérica (HARRIS et al., 1998). Siciliano et al. (1995), afirmou que, em cavalos de corrida, os níveis séricos de AST e CK declinam com a evolução do treinamento em decorrência do melhor condicionamento muscular do animal.

Balarin (2002), estudando cavalos da raça Puro Sangue Inglês, em repouso, observou aumento significativo da atividade sérica da AST em machos e fêmeas e redução da concentração da CK sérica nos machos, após um período de doze meses de treinamento, com relação aos valores de referência.

Entretanto, alguns autores relatam que em cavalos utilizados em provas de resistência, não foram observadas diferenças significativas nas concentrações séricas de CK e AST, possivelmente em virtude da adaptação dos animais ao exercício imposto (WARWICK, 1987; MARLIN et al., 1995 e RIBEIRO et al., 2004).

##### **Creatino quinase (CK)**

A CK é uma enzima exclusivamente citosólica. A principal atividade da CK está no tecido muscular (esquelético e cardíaco), tendo como função fosforilar de forma reversível a creatina. Além de estar localizada no tecido muscular, pode estar localizada

em menor quantidade no rim, cérebro, diafragma, trato gastrointestinal e bexiga (MEYER et al., 1995).

Na medicina humana a CK isoenzima sérica serve como um sensível e específico indicador do infarto cardíaco. O infarto cardíaco não é frequentemente encontrado na clínica médica veterinária, onde a CK isoenzima sérica serve apenas para determinar a CK sérica total. A CK pode ser um indicador sensível de dano muscular (KANEKO et al., 1997).

Muitos tipos de células contêm CK, com a mais alta atividade específica no músculo esquelético. Apenas grandes elevações da atividade da CK sérica são de significância clínica. Pequenos hematomas e injeções intramusculares produzem detectáveis aumentos na CK sérica. Isquemia muscular transitória moderada após exercícios, decúbito prolongado, convulsões ou tremores resultam em aumento da CK sérica (KANEKO et al., 1997). Em aproximadamente duas horas, esta enzima, começa a ser removida do sangue (CARDINET et al., 1967).

O aumento significativo da concentração sérica da enzima CK, ocorre também após anestesia, nos casos em que o suprimento de oxigênio ao tecido muscular é prejudicado pela hipotensão arterial (EDNER et al., 2007). Bem como nos cavalos acometidos por púrpura hemorrágica (KAESE et al., 2005).

Silva (2005) observou que o aumento da CK em eqüinos com cólica ocorre devido à lesão muscular extensa em razão das alterações vasculares, circulatórias e ao aumento da contração muscular durante o período em que o cavalo se joga no chão e rola, nos episódios de dor intensa.

Em um estudo, observou-se que cavalos Crioulos em treinamento apresentaram valores médios para CK significativamente menores do que os valores apresentados por animais em atividade livre. Estes resultados foram explicados pelo fato de que um programa de treinamento adequado, ajustado ao condicionamento físico do eqüino, não leva a um aumento acentuado na concentração das enzimas de função muscular (FRANCISCATO et al., 2006).

Em potros da raça Puro Sangue Inglês, submetidos a dietas com diferentes níveis de gordura, Dittrich et al. (2000), observaram que as concentrações séricas da enzima CK foram significativamente menores, no tratamento com gordura saturada, relataram também que houve redução nos valores de CK quando a dieta era composta de gordura saturada e insaturada. Redução também encontrada por Ribeiro et al. (2004), em cavalos com histórico de rabdomiólise, suplementados de forma semelhante.

Estudando cavalos de corrida com histórico de rabdomiólise recorrente, MacLeay et al. (1999) e MacLeay et al. (2000), relataram que os animais que foram submetidos a uma dieta com maior quantidade de grãos apresentaram níveis mais elevados de CK sérica, quando foram exercitados. Porém isto não ocorreu quando os mesmos animais foram submetidos a exercícios de mesma intensidade e alimentados com ração com baixo teor de grãos. Entretanto, quando houve aumento da oferta de grãos associado ao aumento da intensidade do exercício, houve também elevação das concentrações da CK.

Em um estudo com cavalos em atividade, suplementados com três dietas com níveis diferentes de vitamina E, não foi observada diferença significativa na magnitude da elevação dos níveis séricos da atividade de CK e AST em todas as amostras analisadas, após o exercício (SICILIANO et al., 1997).

Andrews et al. (1995), relataram aumento significativo após o exercício, nas concentrações séricas das enzimas CK e AST em cavalos utilizados em provas com três dias de duração, comparando com os valores observados antes da competição. Na mesma modalidade esportiva, Williamson (1996), relatou aumento nos níveis séricos de CK, AST, fosfatase alcalina, proteína total e albumina. Elevação da CK sérica que também foi encontrada por Barton et al. (2003), em cavalos de enduro.

### **Lactato desidrogenase (LDH)**

A atividade da LDH é alta em vários tecidos do corpo, entretanto não é uma enzima órgão-específica. Aparentemente o comportamento da LDH é controlado geneticamente, mas é influenciado por fatores ambientais. A elevação da LDH tem sido relatada em várias doenças hepáticas (KANEKO et al., 1997).

A LDH está presente em maior concentração no fígado e músculo esquelético. Se essa isoenzima estiver elevada e a CK estiver normal será sugestivo de uma alteração na permeabilidade da membrana do hepatócito (MULLEN, 1979).

Em prova de resistência, realizada com dois dias de duração, as concentrações séricas de LDH dos equinos apresentaram acentuada queda no início do segundo dia de prova, e ao término da competição as concentrações eram similares àquelas observadas no primeiro dia da competição. Afirmando o autor que isto tenha ocorrido, possivelmente devido a menor especificidade desta enzima e a situações que ocorram durante as provas de resistência, ocasionando grande variação nos valores de LDH (RIBEIRO et al., 2004).

Em cavalos realizando provas de enduro, Deldar et al. (1982) observaram aumento significativo na concentração sérica das enzimas LDH, AST e CK, durante e após a prova, provavelmente influenciados pelas condições do exercício, incluindo a quantidade, intensidade e o condicionamento muscular.

Em um estudo com cavalos de corrida observou-se que não houve variações estatisticamente significantes entre os valores de LDH, AST e GGT, antes e depois dos diferentes exercícios e entre os trabalhos de diferentes intensidades, (MILNE et al., 1976; TOLEDO et al., 2001).

Da Cás (1998), relatou um aumento significativo no resultado da dosagem de LDH em cavalos de hipismo, porém não encontrou variações significativas nas concentrações desta enzima entre animais da raça Crioula submetidos a treinamento, competição ou mantidos a campo. Fato que não se observou com relação aos níveis séricos da CK e AST, que declinaram com a progressão do treinamento.

### **Fosfatase alcalina (FA)**

A FA representa a família das fosfatases com atividade ótima no meio alcalino, por isso ela possui várias fontes, sendo as principais a intestinal, placentária, óssea e hepática. A FA óssea só aumenta os níveis plasmáticos durante o crescimento ósseo, já a placentária e intestinal não são implicadas no aumento da fosfatase total (LOPES et al., 1993; STOCKHAM, 1995; STOCKHAM & SCOTT 2002).

A fosfatase alcalina tem sido utilizada como indicador de injúria hepática desde a década de 1920. É encontrada primariamente no intestino, rim, fígado e ossos. Rim e intestino têm a maior atividade por grama de tecido. O mecanismo de liberação da FA do fígado e seu aparecimento no soro é pouco conhecido, apesar haver evidências de que há alterações com o estreitamento das junções dos hepatócitos durante a colestase e se essa alteração permite a passagem de macromoléculas do tamanho da fosfatase alcalina. Ácidos biliares, entretanto, parecem participar na produção e liberação da FA até o soro. Liberação direta de FA da membrana é a hipótese mais comumente aceita como mecanismo de aumento da atividade da fosfatase alcalina no sangue, do que o retorno biliar (KANEKO et al., 1997).

A FA constitui um grupo de isoformas de enzimas não específicas que hidrolisam vários tipos de ésteres de fosfato e cujos substratos são desconhecidos. Foi o primeiro grupo de enzimas séricas reconhecido por sua significância clínica. Por catalisarem a desfosforilação do ATP, estão localizadas na maioria das células e

acredita-se que sua atividade seja parte da bomba de cálcio dependente de ATP presente nas membranas (CARLSON, 1994). Em equinos com cólica observou-se aumento da FA, indicando lesão hepática (STOCKHAM, 1995).

Saulez et al. (2004), observando as concentrações da fosfatase alcalina sérica e do líquido peritoneal de cavalos com cólica, afirmaram que não houve elevação significativa da atividade sérica desta enzima nas amostras examinadas, porém, o prognóstico do animal piora na medida em que a concentração da fosfatase alcalina se eleva no líquido peritoneal.

As concentrações séricas da FA, AST e GGT foram significativamente mais altas durante a lactação e no início da gestação, comparando com o meio e o final da gestação, porém não foram observadas alterações relevantes nos níveis séricos de proteína total, albumina e globulina (HARVEY et al., 2005).

Segundo Durham et al. (2003), o prognóstico da doença hepática é muito mais desfavorável quando ocorre, associado a outros achados, aumento das globulinas séricas, da fosfatase alcalina e da GGT, acompanhado de baixas concentrações de albumina e uréia.

### **Gama glutamiltransferase (GGT)**

A GGT catalisa a transferência de grupos gama-carboxila do glutamato a um peptídeo, geralmente o dipeptídeo glicina-glicina (Gly-Gly). Encontra-se como enzima associada às membranas, mas também está no citosol, nos epitélios dos dutos biliares e renais, no pâncreas e no intestino delgado. Acredita-se que a função da GGT está associada ao metabolismo do glutation (KANEKO, 1989).

A GGT do plasma é de origem hepática, sendo indicativa de colestase e proliferação de dutos biliares em todas as espécies. Os níveis desta enzima estão aumentados na cirrose, no colangiocarcinoma e também em neonatos após consumo de colostro. Este fato pode servir de marcador da ingestão de colostro, principalmente em bezerros recém nascidos (DÍAZ GONZÁLES, SILVA, 2003).

O aumento da atividade sérica da GGT ocorre por necrose hepatocelular, assim como na obstrução do ducto biliar, podendo ser usada como indicador de colestase. É um melhor indicador, deste tipo de alteração, do que a FA em equinos, isso devido à variação muito grande nos níveis séricos da FA, em animais normais, o que dificulta a interpretação dos resultados.

Apesar de sua atividade mais intensa no tecido renal, o aumento sérico da GGT geralmente é indicativo de lesão hepática, pois é a primeira enzima a ter seus níveis séricos aumentados quando ocorrem alterações no fígado. Tal fato permite que se considere a dosagem de GGT importante para melhor avaliação da AST, que se supõe ser de origem muscular (TOLEDO et al, 2001).

Silva (2005) afirmou que valores aumentados da GGT em cavalos com cólica podem indicar comprometimento hepático e alteração na excreção renal. Gardner et al., (2005) afirmaram que cavalos com deslocamento dorsal direito de cólon maior apresentam níveis séricos de GGT acima dos valores normais, em virtude da compressão dos ductos biliares, causada pela patologia.

Doença hepática sem elevação da GGT é rara, mas pode ocorrer em fibroses crônicas e quando há tumores. A especificidade da GGT no diagnóstico tem sido questionada em virtude de alguns achados esporádicos em cavalos jovens (sempre em treinamento), na elevação de GGT sem anormalidades em outras enzimas, no nível sérico dos ácidos biliares ou na biopsia hepática (DIVERS, 1993).

## **Uréia**

As concentrações séricas de uréia, assim como de creatinina e ácido úrico, são mensuradas com o intuito de detectar alterações que causam aumento dos componentes nitrogenados não protéicos (azotemia), sendo na maioria das vezes em consequência de estados patológicos que causam redução na velocidade da filtração glomerular e distúrbios no metabolismo protéico (MESSER, 1995).

Dois processos principais alteram a concentração sérica da uréia, são eles: o volume de uréia sintetizada pelos hepatócitos, que depende da função hepática e é influenciada pela ingestão de proteína e pelo catabolismo, e a velocidade de eliminação da uréia pelos rins, que depende da filtração glomerular e da reabsorção da uréia pelos túbulos renais (STOCKHAM, 1995).

Smith (1993) e Stockham & Scott (2002), relataram que alterações no fluxo sanguíneo renal, causadas por hipovolemia, produzem aumento da uréia e creatinina plasmáticas, e causam assim azotemia pré-renal, já que leva a diminuição da taxa de filtração glomerular e ativação do sistema renina angiotensina. Este quadro ocorre com alguma frequência em animais com enterite aguda, peritonite, insuficiência cardíaca e cólica.

Eqüinos em estado de choque também apresentam azotemia e hipovolemia devido à diminuição do fluxo sanguíneo e/ou desidratação e diminuição do débito cardíaco (SMITH, 1993, BROWN & BERTONE, 2002).

Em um estudo com cavalos de enduro, Fernandes & Larsson (2000), encontraram diferentes aumentos dos níveis séricos de uréia e creatinina, antes, durante e após o exercício, quando compararam os resultados entre raças distintas.

Comparando os níveis séricos de uréia e creatinina entre éguas gestantes e lactantes, Harvey et al. (2005) observaram um aumento significativo da creatinina durante a gestação e sua redução na lactação, quando houve também elevação na concentração sérica da uréia.

### **Creatinina**

A creatinina plasmática é derivada do catabolismo da fosfocreatina presente no tecido muscular, resultando na produção de fosfato inorgânico e creatina. Está distribuída por toda a água corporal, não é reutilizada e normalmente é excretada pelos rins. A massa muscular absoluta e o nível de atividade física podem influenciar a taxa de produção da creatinina e assim a sua concentração sérica (DÍAZ GONZÁLES, SILVA, 2003).

A concentração de uréia e creatinina séricas aumentam após exercício prolongado (WARWICK, 1987). O nível de creatinina depende do conteúdo corporal total de creatina, que depende de seu fornecimento pela dieta e da massa muscular. Entre as causas de diminuição das concentrações de creatinina são consideradas hidratações excessivas e insuficiência hepática (STOCKHAM, 1995 e MORI et al., 2003).

Alterações no fluxo sanguíneo renal, causadas por queda no volume de líquido circulante produzem uma elevação na creatinina sérica (CARLSON, 1994).

O aumento da uréia e da creatinina é normalmente paralelo, porém na hipovolemia há aumento da reabsorção de uréia, devido à diminuição do fluxo glomerular, que dá mais tempo para ela ser reabsorvida, já que o hormônio antidiurético (ADH) aumenta a reabsorção no néfron distal. A creatinina não acompanha essa tendência, pois além de passar livremente pelas membranas ela não é reabsorvida pelos túbulos renais (STOCKHAM & SCOTT 2002).

Estudando cavalos utilizados em provas de resistência, Ribeiro et al. (2004), observou o aumento na concentração sérica de uréia durante toda a competição e oscilação dos níveis de creatinina em diferentes momentos da prova.

## **PROTEÍNAS**

### **Proteínas totais**

As proteínas sangüíneas são sintetizadas principalmente no fígado, sendo que a taxa de síntese está diretamente relacionada com o estado nutricional do animal, especialmente com as concentrações de proteína e de vitamina A, e com a funcionalidade hepática (CARLSON 1994).

Dentre as principais proteínas plasmáticas estão a albumina, as globulinas e o fibrinogênio. Elas estão envolvidas em múltiplas funções como manutenção da pressão osmótica e da viscosidade do sangue; transportes de nutrientes, metabólitos, hormônios e produtos de excreção; regulação do pH do sangue e participação na coagulação sangüínea (DIAZ GONZÁLES, SILVA, 2003).

A determinação das proteínas plasmáticas totais, globulinas, relação albumina/globulina, além de auxiliar na avaliação do estado de hidratação dos animais são de grande valor na detecção de alterações nutricionais, metabólicas, de doenças hepáticas graves e de perdas protéicas por enteropatias e neuropatias (MESSER, 1995).

Hiperproteinemia pode ser causada por hemoconcentração, inflamação ou B- linfócito neoplasia. A hemoconcentração pode ser causada por desidratação ou choque e produz altas concentrações de albumina e globulina, porém pode não ser suficiente para exceder os valores de referência. O exercício pode produzir hiperproteinemia e hiperalbuminemia (STOCKHAM, 1995).

Entretanto, as condições climáticas em que ocorrem as competições podem influenciar nos níveis plasmáticos das proteínas. Estes níveis podem estar bastante elevados, durante e após a competição, em cavalos submetidos a provas de enduro (LUCKE & HALL, 1978).

A hipoproteinemia ocorre em vários estados patológicos que são divididos em dois principais grupos: alterações por perdas de proteína, incluindo hemorragia, nefropatias, enteropatias, dermatopatias, e por redução na síntese de proteínas por

insuficiência hepática, má digestão, má absorção, inanição e estados caquéticos causados por neoplasias (STOCKHAM, 1995).

Em cavalos utilizados em provas de *cross country*, com duração de três dias, observou-se o aumento da concentração da proteína plasmática, compatível com o grau de desidratação, entretanto a elevação da uréia no soro foi maior do que o esperado em virtude da hemoconcentração. Houve também elevação significativa do cortisol, porém não houve aumento relevante nas concentrações plasmáticas de AST e CK (SNOW, 1990).

Comparando amostras obtidas antes e depois das competições de cavalos utilizados em provas de salto, Balogh, et al. (2001) relataram que as concentrações plasmáticas de proteína total e a atividade da CK e DHL, elevaram-se logo após o exercício, porém declinaram em seguida aos níveis normais.

### **Albumina**

A albumina é a proteína mais abundante do plasma, possuindo importante função na regulação do pH sanguíneo, atuando como ânion. É sintetizada no fígado e contribui com 80% da osmolaridade do plasma sanguíneo, constituindo também uma importante reserva protéica, bem como um transportador de ácidos graxos livres, aminoácidos, metais, Ca, hormônios e bilirrubina. A concentração de albumina é afetada pelo funcionamento hepático, disponibilidade de proteínas na dieta, equilíbrio hidroeletrólítico e por perdas da proteína em algumas doenças (CARLSON, 1994).

Hipoalbuminemia resulta da redução da síntese de albumina pelos hepatócitos induzida pelos mediadores inflamatórios. A albumina é uma proteína da fase aguda negativa (STOCKHAM, 1995).

Nos casos de hemoconcentração é observado o aumento da concentração plasmática da albumina seguindo a tendência das proteínas totais, mas caso haja um aumento de produção de globulinas devido à inflamação observa-se hipoalbuminemia. Outra causa de diminuição sérica da albumina é a anorexia, espontânea ou imposta pelo tratamento, comum em animais com cólica (STOCKHAM & SCOTT, 2002; THRALL, 2004 e SILVA, 2005).

### **Globulina**

A concentração de globulinas é obtida pela diferença de concentração entre as proteínas totais e a albumina. As globulinas podem ser divididas em três tipos:  $\alpha$ ,  $\beta$ , e  $\gamma$ ,

identificadas por eletroforese. Possuem funções de transporte de metais, lipídeos e bilirrubina, bem como papel na imunidade (fração gama). As globulinas são indicadores limitados do metabolismo protéico, tendo mais importância como indicadores de processos inflamatórios. Altos níveis de globulinas estão associados a doenças infecciosas ou vacinações recentes (DÍAZ GONZÁLES & SILVA, 2003).

As globulinas constituem um grupo de mais de 1000 moléculas entre elas  $\alpha$ -globulinas e proteína C reativa. A concentração de globulinas aumenta durante a inflamação devido à produção de várias citocinas sendo a principal a IL-6, que estimula o aumento da sua produção hepática. O aumento é observado nas primeiras horas da inflamação e persiste enquanto a inflamação estiver ativa (CARGILE et al., 1995; STOCKHAM, 1995; JOUBERT et al., 2001 e STOCKHAM & SCOTT, 2002 e PARTATA, 2005).

## **HORMÔNIOS**

### **Triiodotironina (T3) e Tiroxina (T4)**

O eixo hipotálamo-hipófise-tireóide, regula as concentrações sanguíneas dos hormônios da tireóide. O Hormônio Liberador da Tireóide (TRH) é liberado pelo hipotálamo em resposta a redução dos níveis de T4 livre e atua na hipófise anterior para estimular a liberação do Hormônio Tireóide Estimulante (TSH), que estimula a secreção de T3 e T4. Uma disfunção em qualquer fase do eixo pode resultar em hipotireoidismo (SOJKA & LEVY, 1995).

Uma vez secretada para a corrente sanguínea, mais de 99% da T3 e 99,9% da T4 são ligadas às proteínas circulantes. A maior parte da T4 circulante é ligada à albumina no cavalo, que atua como reserva para assegurar o fornecimento de T4 livre no sangue. As frações livres de T3 e T4 são formas metabolicamente ativas que atuam nas células e regulam a secreção hormonal (SOJKA & LEVY, 1995).

Ao nascimento as concentrações dos hormônios da tireóide dos equinos são extremamente altas, cerca de dez vezes maior que dos cavalos adultos, em virtude da importância desses hormônios no crescimento e no desenvolvimento da função de vários órgãos nos potros jovens. Entretanto esses valores caem rapidamente durante os primeiros dias ou meses de vida (CHEN et al., 1981; MURRAY & LUBA, 1993).

Podendo elevar-se significativamente após a ingestão de altas concentrações de carboidratos, especialmente a sacarose (GLADE & LUBA, 1987).

Em potros acometidos por hipotireoidismo congênito, de etiologia desconhecida, os achados mais comuns incluem prognatismo, ruptura do tendão extensor digital comum, contraturas, retardo severo da ossificação e colapso dos ossos do carpo e tarso. Ocorrem também alterações respiratórias, deformidades angulares, hérnia abdominal, desenvolvimento pobre da musculatura e osteoporose (SOJKA, 1993; SOJKA & LEVY, 1995).

Em potros jovens sob condições de estresse, além da ocorrência de úlceras gástricas, observaram-se alterações significativas nos níveis séricos de cortisol, T3 e T4, quando estes valores foram comparados às concentrações hormonais de animais sob condições normais (FURR et al., 1992).

Em cavalos adultos o hipotireoidismo caracteriza-se pela ocorrência de laminite, alterações na forma e volume do pescoço e obesidade. Pode também causar anidrose, infertilidade, miosites, ausência de lactação em éguas e desenvolvimento corporal abaixo do esperado (SOJKA & LEVY, 1995). Não havendo porém, relação aparente com a hiperlipemia nos eqüinos (FRANK et al., 2003).

Vários fatores, além da idade influem nos níveis de T3 e T4, incluindo algumas doenças, administração de glicocorticóides, fenilbutazona, estágio de treinamento, clima, jejum, dieta e variações no decorrer do dia para o mesmo animal (DUCKETT et al., 1989; MESSER et al., 1995; SOJKA & LEVY, 1995 e STICKER et al., 1995).

Em experimentos em que foram administradas doses de levotiroxina sódica, a éguas adultas, observou-se alteração da atividade tireoideana em razão do aumento significativo nas concentrações séricas de T4 e redução nos níveis de T3 dos animais (SOMMARDAHL et al., 2005 e FRANK et al., 2008).

Em um estudo com potros, submetidos a diferentes concentrações de proteínas e energia na dieta, Glade & Reimers (1985) relataram que quando os animais receberam alimentação inferior (70% da dieta requerida) e normal (100% da dieta requerida) ocorreu aumento nas concentrações séricas de T4. Observaram também que quando os animais receberam a dieta superior (130% da dieta requerida) houve redução dos níveis de T4 e que para a T3 não houve alteração quando os animais foram alimentados com a dieta inferior, ocorrendo discreto aumento com após receberem a dieta normal e aumento significativo quando a dieta fornecida foi superior à dieta normal.

Alguns autores estudando a taxa de fertilidade em éguas, analisando as concentrações séricas dos hormônios da tireóide, relataram que não encontraram relação com os índices de prenhes nos animais, mesmo com suplementação hormonal (GUTIERREZ et al., 2002 e MEREDITH & DOBRINSKY, 2004).

Em eqüinos tireoidectomizados experimentalmente, observou-se interrupção do crescimento, hipotermia, letargia, anemia, leucopenia e aumento dos níveis de colesterol e também edema dos membros, crescimento do pêlo, aumento dos contornos da face. Não houve a ocorrência de obesidade e nenhum animal apresentou laminite nem esterilidade (SOJKA & LEVY, 1995). Observou-se também, intolerância ao frio, redução do apetite, diminuição da libido, inchaço das pálpebras e alopecia (FRANK et al., 2002).

Sojka et al. (1993), em trabalho experimental com cavalos sadios, relataram que após a administração de TSH houve aumento significativo nas concentrações de T3 e T4. Observaram também, que houve importante redução nos níveis de T4 e que não ocorreram alterações significativas nas concentrações de T3, quando os animais receberam tratamento continuado com fenilbutazona.

Estudando cavalos de enduro, Graves et al. (2006), observaram que houve redução significativa nas concentrações séricas de T3 e T4, após competições de 80 e 160 km, com relação aos níveis encontrados com os animais em repouso. Afirmaram também, que a redução foi mais acentuada quando o esforço foi mais prolongado e que os valores retornaram aos níveis pré-exercício após 24 horas de repouso.

## **Cortisol**

Os hormônios esteróides, entre eles o cortisol, são sintetizados pelas células do córtex das supra-renais, que não possuem grande capacidade de armazenamento para esses hormônios. A produção dessas substâncias é estimulada pelo ACTH, cuja secreção é regulada pelo estímulo ao hipotálamo. O aumento da secreção do cortisol possui importância considerável para o desencadeamento do parto e quando ocorrem situações de maior exigência para o animal (KOLB, 1987).

Estudando cavalos de corrida, alguns autores observaram que houve redução significativa nas concentrações de cortisol e aumento nos níveis de creatinina, com a evolução do treinamento e concluíram que isto pode ter ocorrido como consequência da melhoria do condicionamento físico e também devido ao aumento da massa muscular dos animais (FREESTONE et al., 1991 e NOGUEIRA et al., 2002).

Em cavalos com cólica Hinchcliff et al. (2005), observaram que há relação direta entre os níveis de cortisol e a taxa de mortalidade. Os autores afirmaram que quanto maior a concentração sérica de cortisol, maior o risco de morte para pacientes eqüinos hospitalizados para tratamento de cólica.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Local de realização

As amostras foram obtidas de animais criados em propriedades localizadas no Estado de Pernambuco.

### 4.2 Animais

Foram utilizados 52 eqüinos adultos, sendo 37 machos e 15 fêmeas, 26 da raça Quarto de Milha (QM) e 26 sem raça definida (SRD), todos em treinamento e em período de competição de vaquejada.

Os animais foram divididos em dois grupos de acordo com o manejo de criação, sendo o GRUPO 1 composto por 33 animais confinados, ou seja, permaneciam em baias durante todo o dia, sendo retirados apenas para o treinamento ou para competir e o GRUPO 2 composto por 19 animais semi-confinados, isto é, permaneciam durante o dia (aproximadamente 12 horas) em baias e eram soltos, em grupos, em piquetes, durante a noite até o dia seguinte. O exame clínico dos animais foi realizado de acordo com Radostits et al. (2007).

### 4.3 Colheita das amostras

As amostras para coleta do soro foram obtidas um volume de 15 mL por punção da veia jugular externa com agulha e tubo de coleta a vácuo siliconizados sem anticoagulante e acondicionadas em caixa isotérmica contendo gelo reciclável, para em seguida serem encaminhadas ao laboratório para estocagem em freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

### 4.4 Processamento das amostras

Foi efetuada a análise da bioquímica sérica, de creatino quinase (CK), Lactato desidrogenase (LDH), fosfatase alcalina (FA), gama glutamiltransferase (GGT), aspartato aminotransferase (AST), proteínas totais séricas, albumina, uréia e creatinina, além dos hormônios T3, T4 e cortisol. Foram empregados kits comerciais para determinação bioquímica<sup>1</sup> e de T3, T4 e cortisol. As amostras foram analisadas no Laboratório Clínico da Clínica de Bovinos, Campus Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco e no Laboratório de Biofísica Celular e Molecular do Departamento de Biofísica e Radiobiologia da Universidade Federal de Pernambuco.

---

<sup>1</sup> Labtest:

## Processamento<sup>2</sup>

### *ENZIMAS SÉRICAS*

#### **- Aspartato aminotransferase (AST)**

A atividade enzimática da AST sérica foi determinada pelo método ultravioleta (UV) otimizado a 37°C.<sup>3</sup>

#### **- Gama glutamiltransferase (GGT)**

A atividade enzimática da GGT sérica foi determinada pelo método cinético colorimétrico por reação com a p-nitroanilina a 37°C.<sup>4</sup>

#### **- Fosfatase alcalina (FA)**

A atividade da FA foi determinada utilizando-se o método otimizado cinético a 37°C.<sup>5</sup>

#### **- Creatino quinase (CK)**

A CK foi determinada método otimizado cinético a 37°C.<sup>6</sup>

#### **- Uréia**

A uréia foi determinada pelo método enzimático colorimétrico (Berthelot) a 37°C.<sup>7</sup>

#### **- Creatinina**

Utilizou-se o método colorimétrico por reação cinética com o picrato alcalino a 37°C.<sup>8</sup>

#### **- Lactato desidrogenase (LDH)**

Utilizou-se o método cinético ultravioleta<sup>9</sup> para a determinação dos valores da LDH a 37°C.<sup>9</sup>

### **PROTEÍNAS**

#### **Proteína total sérica**

Para a determinação do valor da proteína total sérica utilizou-se o método do biureto 37°C.<sup>10</sup>

---

<sup>2</sup> Analisador Bioquímico Semi-Automático – LABQUEST e Bio Plus 200 (para LDH)

<sup>3</sup> AST/GOT Liquiform - Labtest

<sup>4</sup> Gama GT Liquiform - Labtest

<sup>5</sup> Fosfatase Alcalina - Labtest

<sup>6</sup> CK-NAC Liquiform - Labtest

<sup>7</sup> Uréia CE - Labtest

<sup>8</sup> Creatinina - Labtest

<sup>9</sup> DHL - Labtest

<sup>10</sup> Proteínas Totais - Labtest

### **Albumina**

A albumina sérica foi obtida utilizando-se o método do verde de bromocresol a 37°C.<sup>11</sup>

### **Globulina**

Os valores da globulina foram obtidos por subtração dos valores da albumina das proteínas totais.

## **PERFIL HORMONAL**

### **CORTISOL, T3 e T4**

Foram determinados os níveis séricos, nas amostras analisadas, pela técnica de radioimunoensaio (RIA) em fase sólida, tendo o I<sup>125</sup> como elemento radioativo traçador. As contagens de radioatividade foram obtidas pela utilização de contador gama automático<sup>112</sup>.

## **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente para comparar as diferenças entre os grupos, para as variáveis (LDH, albumina, globulina e uréia) consideradas paramétricas foi empregada a média como medida de tendência central, utilizando-se o teste “t” de Student, com nível de 5% de significância (P<0,05). Para aquelas consideradas como não paramétricas (CK, FA, GGT, AST, PT, creatinina, T3, T4 e cortisol) utilizou-se a mediana como medida de tendência central, empregando-se o método de Mann Whitney, para amostras independentes, com nível de significância de 5%, com o intuito de verificar se existiam diferenças significativas entre os valores (Curi, 1997).

---

<sup>11</sup> Albumina - Labtest

<sup>12</sup> Cobra II, Packard.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ENZIMAS SÉRICAS

Tabela 1: Médias, desvios padrão e medianas dos valores dos constituintes bioquímicos obtidos nos cavalos de vaquejada de acordo com o sistema de criação.

	CK(U/L)	LDH(U/L)	FA(U/L)	GGT(U/L)	AST(U/L)	URÉIA(mg/dL)	CREATININA(mg/dL)
<b>GRUPO 1</b>	72,85	449,73 ± 107,04	116,1	19,09	125,7	45,05 ± 7,02	1,74
<b>GRUPO 2</b>	72,85	404,11 ± 119,10	141,0	19,09	136,2	44,87 ± 9,55	1,59

### AST

Os valores para a mediana da aspartato aminotransferase obtidos nos grupos dos cavalos confinados e semi-confinados foram de 125,7 U/L e 136,2 U/L, respectivamente (Tabela 1, Figura 1). Não existindo diferenças estatísticas significativas ( $P > 0,05$ ) entre eles. Entretanto, esses valores estão abaixo do que foi estabelecido por Kaneko, et al. (1997), como parâmetro para avaliar a atividade sérica da AST.

Harris et al. (1998) relataram o aumento nos níveis da AST, em cavalos de corrida, associado ao inadequado condicionamento físico, o que pode provocar injúria muscular. Portanto, os valores de AST encontrados neste estudo podem ser decorrentes do bom estado nutricional e a ausência de doença hepática nos animais, embora Balarin (2002) tenha afirmado que o aumento da atividade sérica da AST pode ocorrer após repouso prolongado.

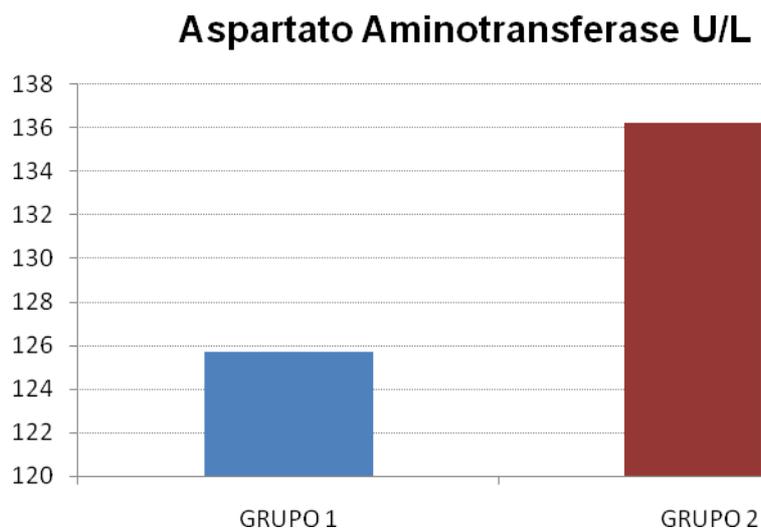


Figura 1 : Valores de mediana da AST (U/L) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.

## CK

Nos grupos dos cavalos estudados, quanto ao sistema de criação confinado e semi-confinado, os índices de mediana obtidos para a CK em ambos os grupos foram de 72,85 U/L (Tabela 1, Figura 2). Não existindo com isso diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre eles. Esses níveis elevados de CK sérica, quando comparados aos valores preconizados por Kaneko et al (1997), podem decorrer da dieta rica em grãos, que os cavalos utilizados em vaquejada recebem, que pode provocar o aumento da atividade sérica desta enzima segundo relataram alguns autores em estudos com cavalos de corrida (MACLEAY et al 1999 e MACLEAY et al. 2000).

Entretanto, os níveis séricos aumentados de CK podem estar associados ao condicionamento muscular inadequado ou em virtude até mesmo de competições que podem provocar o aumento da atividade desta enzima, como foi relatado em vários estudos com cavalos de enduro (ANDREWS et al., 1995; WILLIAMSON, 1996 e BARTON, 2003)

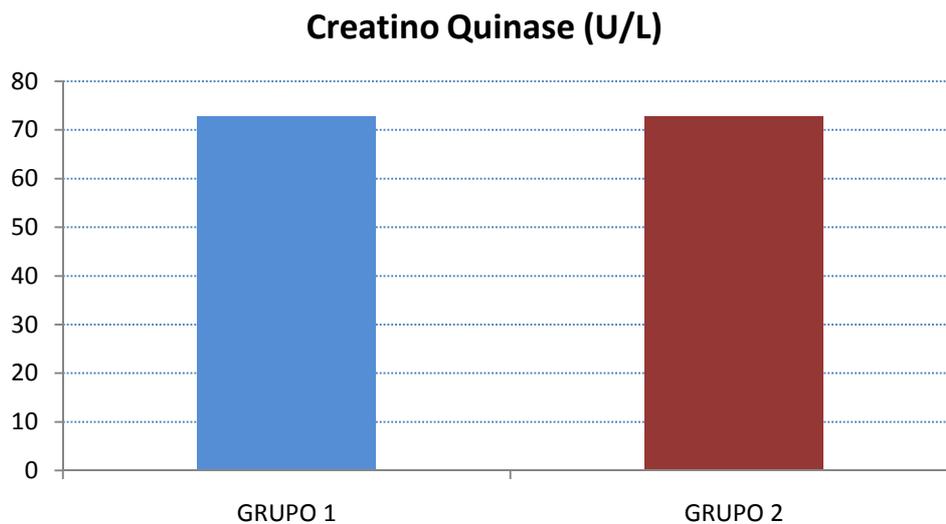


Figura 2: Valores da mediana da Creatino Quinase (U/L) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.

## LDH

Nos grupos dos cavalos estudados, confinados e semi-confinados, os índices de média obtidos para a LDH foram 449,73 U/L ( $\pm$  107,05) e 404,10 U/L ( $\pm$  119,10), respectivamente (Tabela 1, Figura 3). Não existindo diferenças estatísticas significativas ( $P > 0,05$ ) entre eles. Os valores elevados para esta enzima, segundo Kaneko et al. (1997), encontrados neste estudo, são semelhantes aos valores relatados por Da Cás (1998) em cavalos de hipismo e por Deldar et al (1982) em cavalos de enduro, onde este aumento pode decorrer em virtude do condicionamento muscular inadequado dos animais, para a realização do esforço característico da vaquejada, que pode ser evidenciado em razão da meia vida sérica mais longa da LDH quando comparada a CK.

O aumento nos níveis séricos da LDH também podem ser encontrados segundo Kaneko et al., (1997), quando há doença hepática, porém sendo necessária a confirmação da injúria pelos níveis elevados, da atividade de outras enzimas como AST e principalmente da GGT, o que não foi verificado com os animais deste estudo.

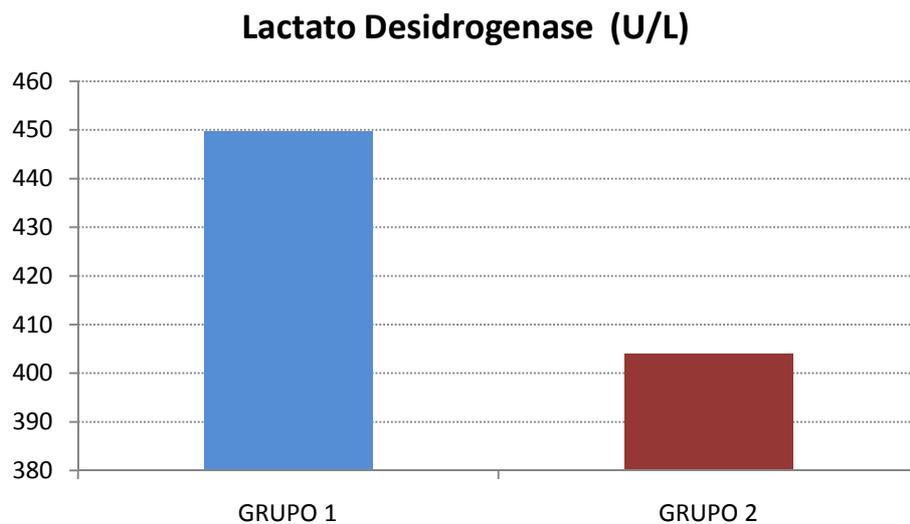


Figura 3: Valores da média para a LDH (U/L) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.

## FA

Os valores para a mediana da fosfatase alcalina obtidos nos grupos dos cavalos confinados e semi-confinados foram de 116,10 U/L e 141,00 U/L, respectivamente (Tabela 1, Figura 4). Não existindo diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre eles. As concentrações encontradas neste estudo, dentro do padrão de normalidade para a espécie eqüina (KANEKO et. Al, 1997), são compatíveis com o bom estado de saúde dos animais e com a baixa especificidade desta enzima.

Estes achados obtidos dos cavalos atletas de vaquejada são diferentes dos valores observados por Harvey et al., (2005) que encontraram concentrações significativamente elevadas em um estudo com éguas em início de gestação e em lactação, porém são semelhantes aos encontrados por Saulez et al. (2004), que relataram que não houve aumento nos níveis da fosfatase alcalina em amostras colhidas de cavalos com cólica.

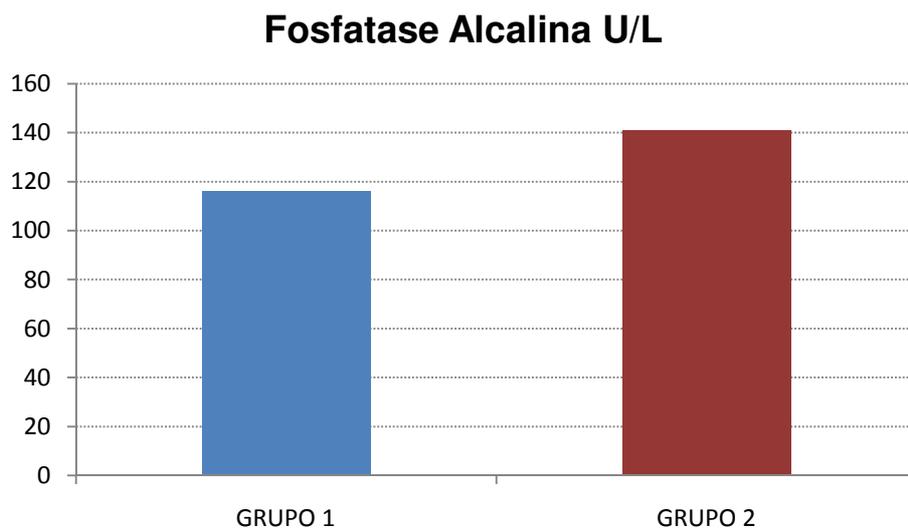


Figura 4: Valores da mediana para a fosfatase alcalina (U/L) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.

#### GGT

Os valores para a mediana da GGT obtidos em ambos os grupos, nos cavalos confinados e semi-confinados, foram de 19,09 U/L, (Tabela 1, Figura 5). Não existindo com isso diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre eles. Os níveis da GGT encontrados neste estudo estão um pouco acima dos valores considerados normais para espécie, segundo Kaneko et al. (1997), entretanto estão abaixo dos valores relatados por Silva (2005) e Gardner (2005) que encontraram aumento nas concentrações desta enzima em cavalos com cólica, o que atribuíram ao comprometimento hepático por compressão dos ductos biliares e a alteração na excreção renal.

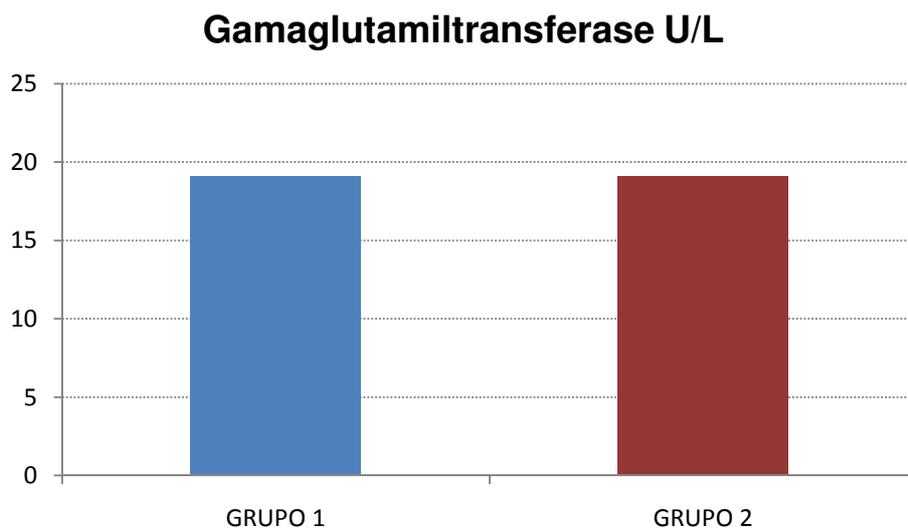


Figura 5: Valores da mediana para a GGT (U/L) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.

### Uréia

Nos grupos dos cavalos estudados, confinados e semi-confinados, os índices de média obtidos para a uréia foram 45,05 mg/dL ( $\pm 7,02$ ) e 44,89 mg/dL ( $\pm 9,55$ ), respectivamente (Tabela 1, Figura 6). Não existindo diferenças estatísticas significativas ( $P > 0,05$ ) entre eles. Estes valores se assemelham aos encontrados em um estudo realizado por Fernandes & Larsson (2000), com cavalos da raça Árabe, em um enduro, e são mais elevados que os níveis observados nos eqüinos da raça Mangalarga e animais SRD, do mesmo estudo. Foram relatados por Harvey et al., (2005) valores significativamente mais elevados de uréia em éguas durante a lactação.

Deve-se considerar, além das diferenças encontradas entre as raças, que o aumento das concentrações séricas da uréia e creatinina, ocorre quando há desidratação ou lesão renal, alterando a velocidade de filtração glomerular e sua eliminação através da urina. Os níveis de uréia dependem também da função hepática e da ingestão de proteína, destacando que os cavalos utilizados na vaquejada recebem dietas concentradas bastante ricas em proteína e energia (Smith, 1993 e Stockham & Scott, 2002).

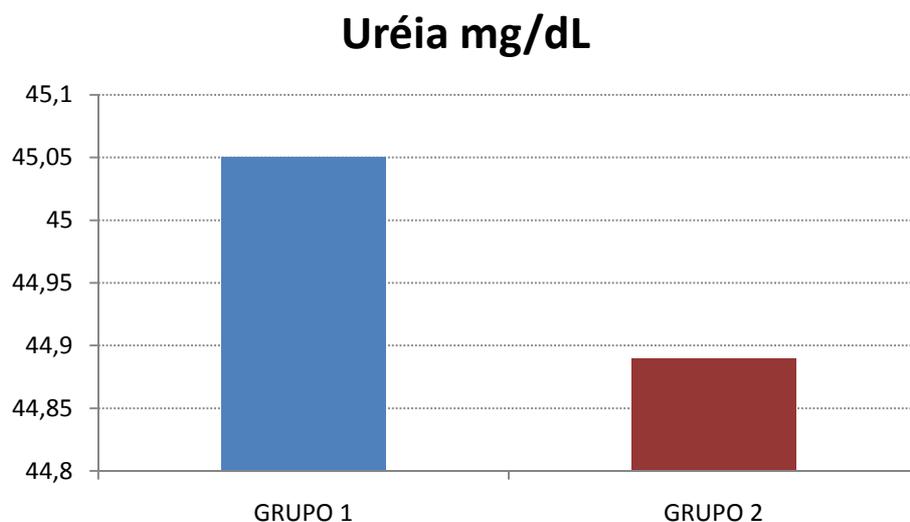


Figura 6: Valores da média para a uréia (mg/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.

### Creatinina

Os valores para a mediana da creatinina obtidos nos grupos dos cavalos confinados e semi-confinados foram de 1,74 mg/dL e 1,59 mg/dL, respectivamente (Tabela 1, Figura 7). Não existindo diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre eles. Estes valores estão abaixo do níveis relatados por Ribeiro et al. (2004 ) que encontrou valores basais mais elevados em eqüinos submetidos a provas de resistência.

Comparando com os valores obtidos por Fernandes & Larsson (2000), com cavalos de enduro de diferentes raças, observa-se que os resultados obtidos neste estudo são inferiores aos encontrados nas amostras obtidas dos cavalos da raça Árabe e estão acima dos níveis encontrados nos animais da raça Mangalarga e SRD, analisados naquele estudo.

Além da dieta, a atividade muscular e a hidratação estão relacionadas aos níveis da creatinina sérica, sendo esta provavelmente a causa da variação encontrada nos resultados quando comparamos raças e atividades diferentes (DIAZ GONZALES, 2003; SILVA, 2005). Entretanto quando há elevação significativa da concentração é um indicativo de lesão renal

que deve estar associada à elevação também da uréia. A ocorrência de níveis mais baixos pode estar associada a boa adaptação dos animais a atividade esportiva.

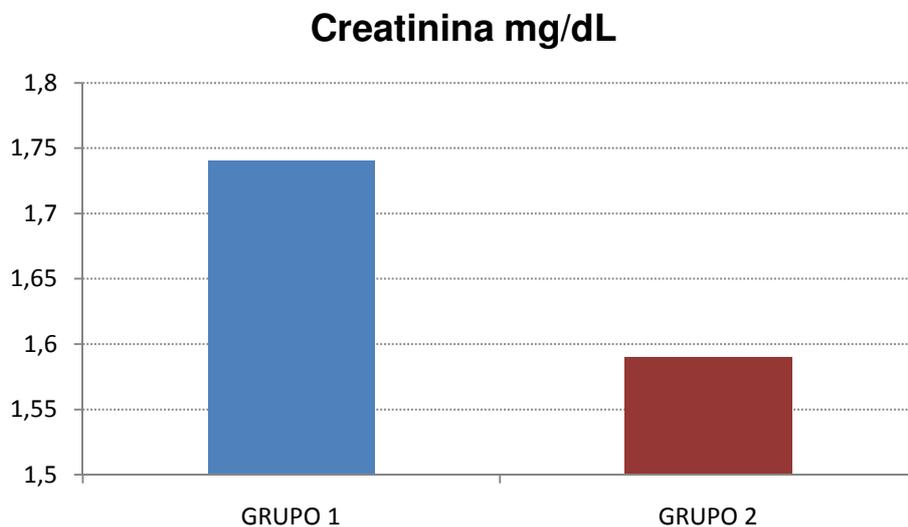


Figura 7: Valores da mediana para a Creatinina (mg/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado

## PROTEÍNAS

Tabela 2: Médias e medianas dos valores das proteínas totais séricas, albumina e globulina obtidas de cavalos de vaquejada de acordo com o sistema de criação.

	PROTEINAS TOTAIS (g/dL)	ALBUMINA (g/dL)	GLOBULINA (g/dL)
<b>GRUPO 1</b>	6,63	2,44 ± 0,40	4,14 ± 0,66
<b>GRUPO 2</b>	7,01	2,31 ± 0,35	4,60 ± 0,58

### Proteínas séricas totais (PT)

Os valores para a mediana das PT obtidos nos grupos dos cavalos confinados e semi-confinados foram de 6,63 g/dL e 7,01 g/dL, respectivamente (Tabela 2, Figura 8). Existindo diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre eles. Estes resultados foram semelhantes aos valores encontrados por Snow (1990), que estudou amostras obtidas de cavalos utilizados em provas de cross country de três dias, quando comparamos com as amostras colhidas com os cavalos em repouso e ligeiramente mais baixas que as concentrações das amostras colhidas, naquele estudo, no final da competição, o que se justifica em razão da desidratação dos animais após o esforço.

Entretanto, quando comparamos as concentrações nas amostras obtidas neste estudo com os níveis relatados por Balogh et al. (2001), que analisaram as concentrações das proteínas totais em cavalos de hipismo, constatamos que os valores que encontramos no grupo dos animais confinados foram inferiores e no grupo dos cavalos semi-confinados os níveis foram próximos aos encontrados, naquele experimento, nos cavalos de salto, antes da competição.

Possivelmente a concentração mais elevada das proteínas totais no grupo dos animais semi-confinados, tenha ocorrido em função da condição de liberdade nos piquetes para os cavalos deste grupo e a possibilidade de exercitarem-se à vontade, considerando que, segundo Stockham (1995), o exercício pode produzir hiperproteinemia e hiperalbuminemia, em função da desidratação o que não foi observado nas nos animais deste estudo.

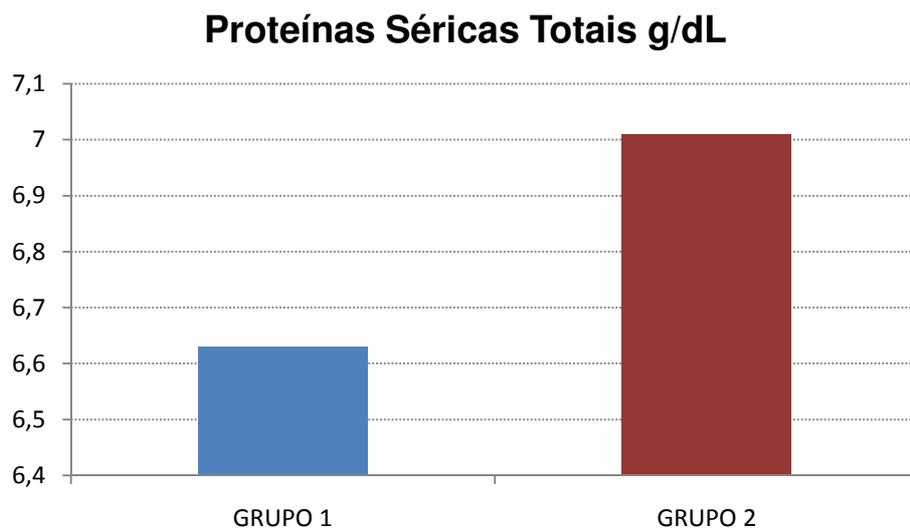


Figura 8: Valores da mediana para a PT (g/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.

### Albumina

Os valores médios encontrados para a albumina nos grupos dos cavalos estudados, confinados e semi-confinados, foram 2,44 g/dL ( $\pm 0,40$ ) e 2,31 g/dL ( $\pm 0,35$ ), respectivamente (Tabela 2, Figura 9). Ao analisar estatisticamente foi constatado não haver diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os grupos. Estas concentrações de albumina são compatíveis com os que foram relatados por Silva (2005) para cavalos em condições normais.

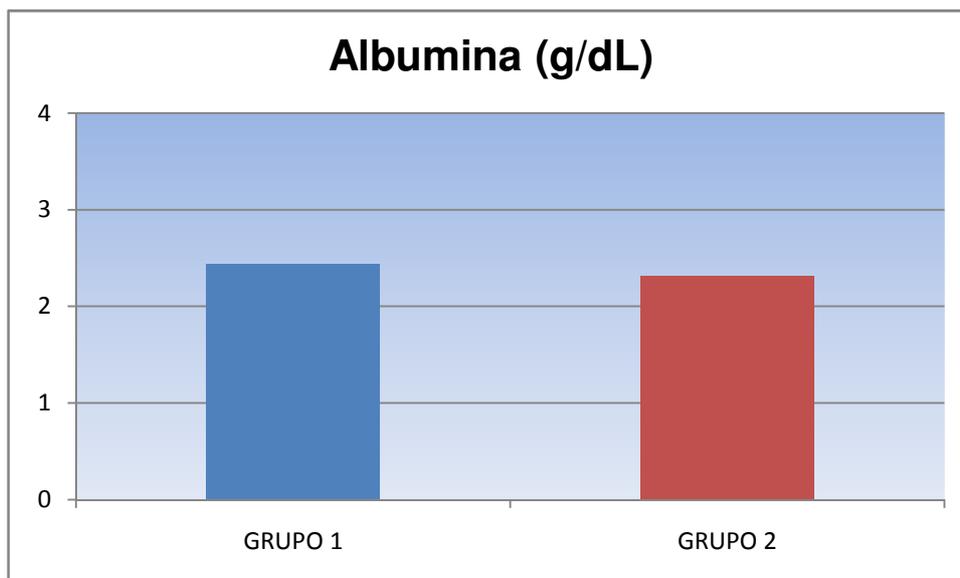


Figura 9: Valores da média para a Albumina (g/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.

### Globulina

Os valores para a media da globulina obtidos nos grupos dos cavalos confinados e semi-confinados foram de 4,14 g/dL ( $\pm 0,66$ ) e 4,60 g/dL ( $\pm 0,58$ ), respectivamente (Tabela 2, Figura 10). Existindo diferenças estatísticas significativas ( $P < 0,05$ ) entre eles. Estes níveis são semelhantes aos encontrados por Partata (2005), que estudando cavalos da raça Brasileiro de Hipismo, encontrou valores mais altos nas concentrações de globulina nos animais com idades maiores e nos machos.

É possível que os níveis mais elevados, nas concentrações de globulina, embora dentro da faixa de normalidade para a espécie, encontrados nos animais do grupo de manejo semi-confinado, tenham ocorrido em virtude de esses animais estarem sempre em contato com o ambiente externo, bem como, em convívio bem próximo durante várias horas do dia com outros eqüinos, recebendo assim, estímulos imunológicos freqüentes, ressaltando que não tenhamos encontrado na literatura estudos que justifiquem estes achados.

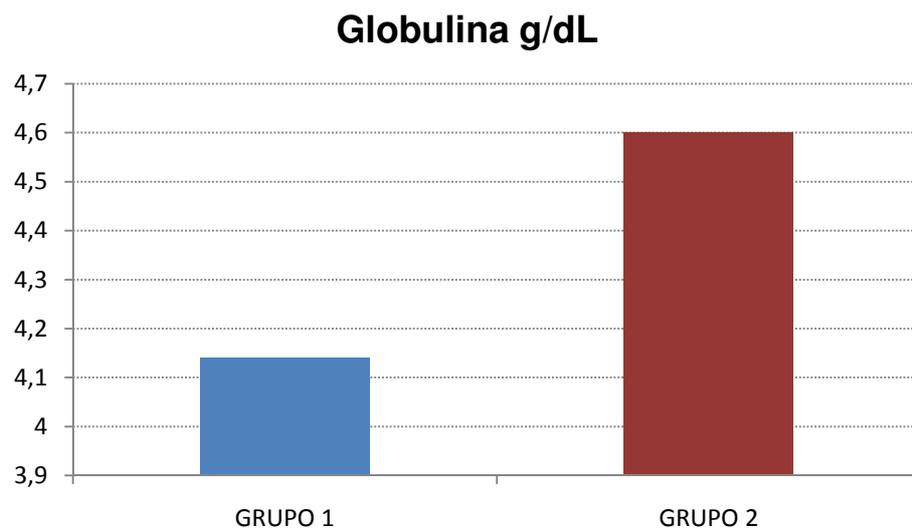


Figura 10: Valores da média para a Globulina (g/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.

## PERFIL HORMONAL

Tabela 3: Medianas dos valores hormonais séricos obtidos nos cavalos de vaquejada de acordo com o sistema de criação.

	T3 (ng/dL)	T4 (µg/dL)	CORTISOL (µg/dL)
<b>GRUPO 1</b>	10,91	0,23	3,22
<b>GRUPO 2</b>	8,74	0,20	2,83

### T3

Os índices de mediana obtidos para T3 nos grupos dos cavalos confinados e semi-confinados foram de 10,91 ng/dL e 8,74 ng/dL, respectivamente (Tabela 3, Figura 11). Estes achados constataram haver diferenças estatísticas significativas ( $P < 0,05$ ) entre eles. Os valores encontrados foram superiores aos níveis basais relatados por Sojka et al. (1993) e semelhantes aos encontrados por Graves et al. (2006) em um estudo com cavalos de enduro, onde estes autores relataram ter havido redução nas concentrações de T3 e T4, proporcional a duração do esforço, para retornar aos níveis anteriores ao esforço 24 horas após o término da competição.

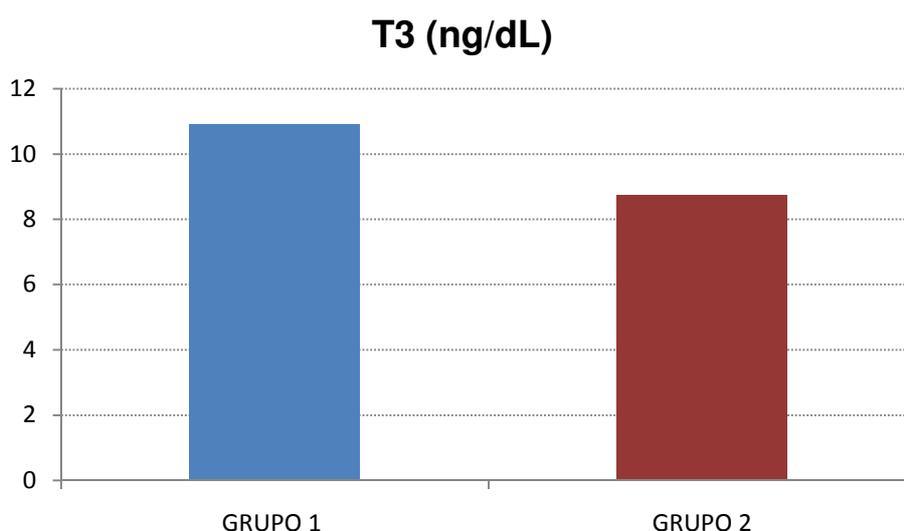


Figura 11: Valores de mediana para T3 (ng/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.

## T4

Nos grupos dos cavalos estudados, quanto ao sistema de criação confinado e semi-confinado, os índices de mediana obtidos para a T4 foram de 0,23  $\mu\text{g/dL}$  e 0,20  $\mu\text{g/dL}$ , respectivamente, (Tabela 3, Figura 12). Não existindo com isso diferenças estatísticas significativas ( $P>0,05$ ) entre eles. Corroborando com os achados de Graves et al. (2006) que não encontrou alterações nas concentrações deste hormônio tireoidiano em cavalos em repouso. Talvez isto tenha ocorrido em função da boa adaptação dos animais ao ambiente e ao manejo, pois segundo afirmaram Furr et al. (1992), a elevação da T4, bem como da T3 e do cortisol está associada a condições de estresse em potros jovens.

É possível que os valores significativamente mais elevados de T3 encontrados nas amostras colhidas dos animais do grupo sob o manejo confinado, comparado com grupo semi-confinado, deste estudo, tenham ocorrido devido ao fato dos cavalos confinados receberem uma alimentação um pouco acima do requerido, em virtude da menor necessidade requerida na dieta, já que os mesmos permaneciam mais tempo em repouso, em razão do confinamento, do que os animais do outro grupo, portanto com menor demanda energética, tal como relataram Glade & Reimers (1985) que observaram, em experimento, a elevação nas concentrações da T3 em cavalos que receberam dieta superior a dieta normal.

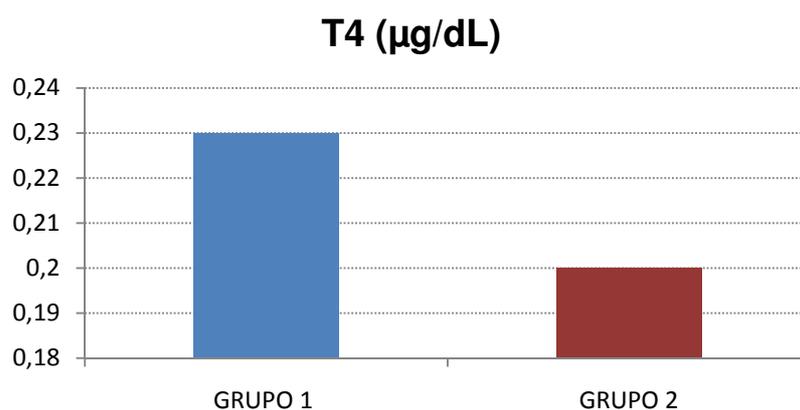


Figura 12: Valores de mediana para T4 (ng/dL) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.

## Cortisol

Os valores de mediana encontrados para o cortisol nos grupos dos cavalos estudados, confinados e semi-confinados, foram 3,22  $\mu\text{g/dL}$  e 2,83  $\mu\text{g/dL}$ , respectivamente (Tabela 3, Figura 13). Ao analisar estatisticamente foi constatado não haver diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) entre os grupos. Estes níveis são inferiores aos que foram relatados por Freestone et al. (1991) e Nogueira et al. (2002), em amostras colhidas de cavalos de corrida em repouso, e tal como afirmaram esses autores, é possível que os resultados obtidos neste estudo, estejam relacionados ao estágio avançado de treinamento dos cavalos que foram analisados.

Devemos considerar também, que embora não tenha havido diferença estatística significativa entre os grupos estudados, as concentrações séricas de cortisol foram mais elevadas nas amostras colhidas dos animais do grupo confinado, ressaltando que este hormônio é um importante indicador de estresse, como afirmaram Hinchcliff et al (2005). Analisando a totalidade dos cavalos deste estudo, observamos que os mesmos estavam bem adaptados ao manejo e treinamento da vaquejada, porém com ligeira vantagem para o grupo mantido semi-confinado, o que foi constatado por Buonora et al. (2004), estudando a ocorrência de lesões gástricas, encontraram maior prevalência dessa enfermidade, em cavalos de vaquejada mantidos confinados.

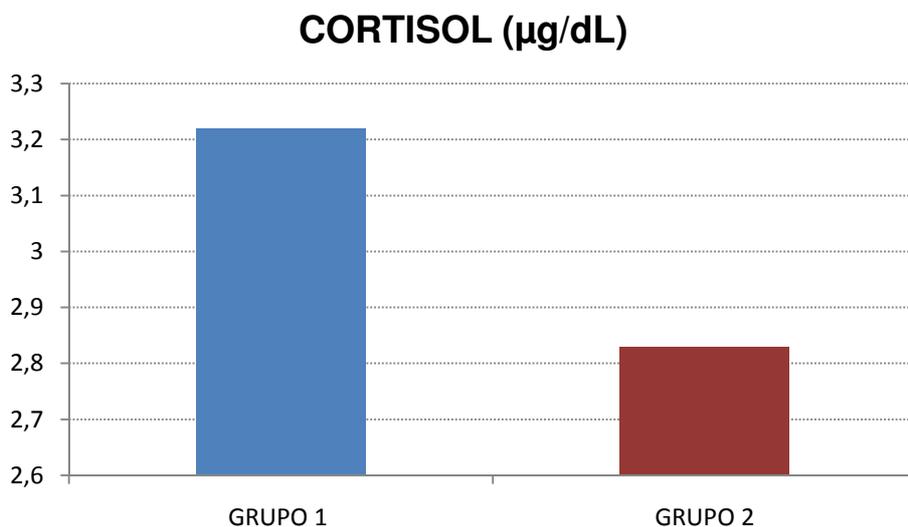


Figura 13 : Valores de mediana para o cortisol ( $\mu\text{g/dL}$ ) obtidos dos cavalos de vaquejada nos diferentes sistema de criação. Grupo1 confinado e Grupo2 semi-confinado.

## CONCLUSÕES

Neste estudo concluiu-se que, não houve influência do sistema de criação sobre a atividade enzimática, em cavalos de vaquejada, para as enzimas Aspartato Aminotransferase (AST), Creatinoquinase (CK), Lactato Desidrogenase (LDH), Fosfatase Alcalina (FA), Gama Glutamil Transferase (GGT), sobre as concentrações séricas de Uréia, Creatinina, Albumina e dos hormônios Tiroxina e Cortisol.

Concluiu-se também, que houve influência do sistema de criação sobre as concentrações séricas, em cavalos de vaquejada, para as Proteínas Séricas Totais e Globulina e do hormônio Triiodotironina (T3) e que não houve importância clínica, nestes achados para a manutenção do estado de saúde dos animais deste estudo.

## REFERÊNCIAS

- ANDREWS, F.M., GEISER, D.R., WHITE, S.L., WILLIAMSON, L.H., MAYKUTH, P.L., GREEN E.M. Haematological and biochemical changes in horses competing in a 3 Star horse trial and 3-day-event. **Equine Veterinary Journal**, suppl. 20, p.57-63, 1995.
- BALARIN, M.R.S. **Valores dos macro e microminerais, bioquímicos e hematológicos em eqüinos da raça Puro Sangue Inglês, adultos, submetidos a treinamento e exercícios de diferentes intensidades.** 2002. 111f. Tese (doutorado em medicina veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- BALOGH, N., GAÁL, T., PETRI, Á. Biochemical and antioxidant changes in plasma and erythrocytes of pentathlon horses before and after exercise. **Veterinary Clinical Pathology**, v.30, n.4, p.214-218, 2001.
- 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 159-km endurance ride under similar terrain and weather conditions. **American Journal of Veterinary Research**, v.64, n.6, p.746-753, 2003.
- BROWN, C.M.M, BERTONE, J. **The 5 minutes veterinary consult equine.** Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2002. 1154p.
- BUONORA, G.S.; AFONSO, J.A.B; ALMEIDA, H.B.; SILVEIRA ALVES, G.E. Estudo da ocorrência de lesões gástricas em cavalos de vaquejada. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.41, suplemento, p.263-264, 2004.
- CARDINET, G.H., LITTRELL, J.F., FREEDLAND, R.A. (1967). Comparative investigations of serum creatine phosphokinase and glutamic-oxaloacetic transaminase activities in equine paralytic myoglobinuria. **Research in Veterinary Science**. V.8, p.216-26, 1967.

CARGILE, J.L, MACKAY, R.J., DANKERT, J.R. SKELLEY, L. Effects of tumor necrosis factor blockade on interleukin 6, lactate, thromboxane, and prostacyclin responses in miniature horses given endotoxina. **Am. J. Vet. Res.**, v.56, n.11, p 1445-50, 1995.

CARLSON, G.P. Testes de química clínica. In: Smith, B. 02 **Tratado de medicina interna de grandes animais**. V.1. São Paulo: Manole Ltda, 1994.

CURI, P.R. **Metodologia e análise da pesquisa em ciências biológicas**. Botucatu: Tipomic, 1997. 263p.

CHEN, C.L., RILEY, A.M. Serum thyroxine and triiodothyronine concentrations in neonatal foals and mature horses. **American Journal of Veterinary Research**, v.42, n.8, p.1415-1417, 1981.

DA CÁ, E.L. **Atividade sérica das enzimas CK, AST e DHL em eqüinos**. 1998. 61f. Dissertação (mestrado em reprodução) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 1998.

DELDAR, A., FREGIN, F.G., BLOOM, J.C., DAVANIPOUR, Z. Changes in selected biochemical constituents of blood collected from horses participating in a 50-mile endurance ride. **American Journal of Veterinary Research**, v.43, n.12, p.2239-2243, 1982.

DIAZ GONZÁLEZ, F.H. SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: UFRGS, 189p, 2003.

DITTRICH, R.L., DITTRICH, J.L., FLENUNG, J.S., PEREIRA, L., HARDER, S., SAITO, M.E., SCHIMDT, E.M.S., COUTO SILVA, S.F. Valores bioquímicos séricos em potros da raça Puro Sangue Inglês suplementados com diferentes tipos de gordura. **Ciência Rural**, v.30, n.4, p.631-634, 2000.

DIVERS, T.J. Biochemical diagnosis of hepatic disease and dysfunction in the horse. **Equine practice**, v.15, n.1, p.15-17, 1993.

DUCKET, W.M., MANNING, J.P., WESTON, P.G. Thyroid hormone periodicity in healthy adult geldings. **Equine Veterinary Journal**, v.21, n.2, p.123-125, 1989.

DURHAM, A.E., NEWTON, J.R, SMITH, K.C., HILLYER, L.L., SMITH, M.R.W., MARR, C.M. Retrospective analysis of historical, clinical, ultrasonographic, serum biochemical and haematological data in prognostic evaluation of equine liver disease. **Equine Veterinary Journal**, v.35, n.6, p.542-547, 2003.

EDNER, A.H., NYMAN, G.C., ESSÉN-GUSTAVSSON, B. Metabolism before, during and after anaesthesia in colic and healthy horses. **Acta Veterinária Scandinavica**, v.49, n.34, p.1-16, 2007.

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

FRANCISCATO, C., LOPES, S.T.A., VEIGA, A.P.M., MARTINS, D.B., EMANUELLI, M.P., OLIVEIRA, L.S.S. Atividade sérica das enzimas AST, CK e GGT em cavalos Crioulos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.41, n.10, p.1561-1565, 2006.

FRANK, N., BUCHANAN, B.R., ELLIOT, S.B. Effects of long-term oral administration of levothyroxine sodium on serum thyroid hormone concentration, clinicopathologic variables, and echocardiographic measurements in healthy adult horses. **American Journal of Veterinary Research**, v.69, n.1, p.68-75, 2008.

FRANK, N., SOJKA, J., LATOUR, M.A. Effects of hypothyroidism and withholding of feed on plasma lipid concentrations, concentration and composition of very-low-density lipoprotein, and plasma lípase activity in horses. **American Journal of Veterinary Research**, v.64, n.7, p.823-828, 2003.

FRANK, N., SOJKA, J., MESSER, N.T. Equine thyroid dysfunction. **The Veterinary Clinics of North América: Equine Practice**, v.18, p.305-319, 2002.

FREESTONE, J.F., WOLFSHEIMER, K.J., KAMERLING, S.G., CHURCH, G., HAMRA, J. BAGWELL, C. Exercise induced hormonal and metabolic changes in thoroughbred horses: effects of conditioning and acepromazine. **Equine Veterinary Journal**, v.23, n.3, p.219-223, 1991.

FURR, M.O., MURRAY, M.J., FERGUSON, D.C. The effects on gastric ulceration, T3, T4, reverse T3 and Cortisol in neonatal foals. **Equine Veterinary Journal**, v.24, n.1, p.37-40, 1992.

GARDNER, R.B., NYDAM, D.V., MOHAMMED, H.O., DUCCHARME, N.G., DIVERS, T.J. Serum gamma glutamyl transferase activity in horses with right or left dorsal displacements of the large colon. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.19, p.761-764, 2005.

GLADE, M.J., LUBA, N.K. Serum triiodothyronine and thyroxine concentrations in weanling horses fed carbohydrate by direct gastric infusion. **American Journal of Veterinary Research**, v.48, n.4, p.578-582, 1987.

GLADE, M.J., REIMERS, T.J., Effects of dietary energy supply on serum thyroxine, tri-iodothyronine and insulin concentration in young horses. **Journal of Endocrinology**, v.104, p.93-98, 1985.

GRAVES, E.A., SCHOTT II, H.C., MARTENIUK, J.V., REFSAL, K.R., NACHREINER, R.F. Thyroid hormone reponses to endurance exercise. **Equine Veterinary Journal**, suppl., n.36, p.32-36, 2006.

GUTIERREZ, C.V., RIDDLE, T., BRAMLAGE, L.R., Serum thyroxine concentrations pregnancy rates 15 to 16 days after ovulation in broodmares. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.220, n.1, p.64-66, 2002.

HARRIS, P.A., MARLIN, D.J., GRAY, J. Plasma aspartate aminotransferase and creatine kinase in thoroughbred racehorses in relation to age, sex, exercise and training. **The Veterinary Journal**, Newmarket, v.155, p.295-304, 1998.

HARVEY, J.W., PATE, M.G., KIVIPELLO, J., ASQUITH, R.L. Clinical biochemistry of pregnant and nursing mares. **Veterinary Clinica Pathology**, v.34, n.3, p.248-254, 2005.

HINCHCLIFF, K.W., RUSH, B.R., FARRIS, J.W. Evaluation of plasma catecholamine and serum cortisol concentrations in horses with colic. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.227, n.2, p.276-280, 2005.

JOUBERT, P. SILVERSIDES, D.W., LAVOIE, J.P. Equine neutrophils express mRNA for tumour necrosis factor-alpha, interleukin (IL)-1beta, IL-6, IL-8, macrophage-inflammatory-protein-2 but not for IL-4, IL-5 and interferon-gamma. **Equine Vet. J.**, v.33, p.730-3, 2001.

KAESE, H.J., VALBERG, S.J., HAYDEN, D.W., WILSON, J.H., CHARLTON, P., AMES, T.R., AL-GHAMDI, G.M. Infarctive purpur hemorrhagica in five horses. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.226, n.11, p.1893-1898, 2005.

KANEKO, J.J. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 4.ed. San Diego: Academic Press, 1989. 932p.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5.ed. San Diego: Academic Press, 1997. 905p.

KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612p.

LEVY, M., BLEVINS, W.E., JANOVITZ, E.B. Radiological diagnosis of pituitary adenoma in the horse. In **Proceedings of the Third Congress of the Equine Veterinary Association**, Geneva, Switzerland, 1993, p.18.

LOPES, S.T.A., COSTA, P.R.S., RAN, L.C.R., KRAUSE, A. DUTRA, V., CARVALHO, C.B. Determinação dos valores médios das enzimas AST, DHL, gGT e FAZ no soro de eqüinos sadios em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.23, n.3, p.301-303, 1993.

LUCKE, J.N., HALL, G.M. Biochemical changes in horses during a 50-miles endurance ride. **Veterinary Record**, v.102, p.356-358, 1978.

MACLEAY, J.M., VALBERG, S.J., PAGAN, J.D., DE LA CORTE, F.D, ROBERTS, J., BILLSTROM, J., MCGINNITY, J., KAESE, H. Effect of diet on thoroughbred horses with recurrent exertional rhabdomyolysis performing a standardised exercise test. **Equine Veterinary Journal**, suppl., n.30, p.458-462, 1999.

MACLEAY, J.M., VALBERG, S.J., PAGAN, J.D., XUE, J.L., DE LA CORTE, F.D, ROBERTS, J. 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, 2000.

MARLIN, D.J., HARRIS, P.A., SCHROTER, R.C., HARRIS, R.C., ROBERTS, C.A., SCOTT, C.M., ORME, C.E., DUNNET, M., DYSON, S.J., BARRELET, F., WILLIAMS,

B., MARR, C.M., CASAS, I. Physiological, metabolic and biochemical responses of horses competing in the speed and endurance phase of a CCI 3-day-event. **Equine Veterinary Journal**, Suppl., n.20, p.37-46, 1995.

MEYER, D.J., COLES, E.H., RICH, L.J. **Medicina de laboratório veterinária: interpretação e diagnóstico**, São Paulo: Roca, p. 3-6, 1995.

MEREDITH, T.B., DOBRINSKI, I. Thyroid function and pregnancy status in broodmares. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.224, n.6, p.892-894, 2004.

MESSER, N.T., JOHNSON, P.J., REFSAL, K.R., NACHREINER, R.F., GANJAM, V.K., KRAUSE, G.F. Effect of food deprivation on baseline iodothyronine and cortisol

concentrations in healthy, adult horses. **American Journal of Veterinary Research**, v.56, n.1, p.116-121, 1995.

MILNE, D.W., SKARDA, R.T., GABEL, A.A., SMITH, L.G., AULT, K. Effects of training on biochemical values in standardbred horses. **American Journal of Veterinary Research**, v.37, n.3, p.285-290, 1976.

MORI, E., FERNANDES, W.R. MIRANDOLA, R.M.S., KUBO, G., FERREIRA, R.R., OLIVEIRA, J.V., GACEK, F., Reference values on serum biochemical parameters of the Brazilian donkey (*Equus asinus*) breed. **Journal of Equine Veterinary Science**. V.23, n.8, p.358-364, 2003.

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

MURRAY, M.J., LUBA, N.K. Plasma gastrin and somatostatin, and serum thyroxine (T4), triiodothyronine (T3), reverse triiodothyronine (rT3) and cortisol concentrations in foals from birth to 28 days of age. **Equine Veterinary Journal**, v.25, n.3, p.237-239.

NOGUEIRA, G.P., BARNABE, R.C., BEDRAN-DE-CASTRO, J.C., MOREIRA, A.F., FERNANDES, W.R., MIRANDOLA, R.M.S., HOWARD, D.L. Serum cortisol, lactate and creatinine concentrations in Thoroughbred fillies of different ages and states of training. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.39, n.1, p.54-57, 2002.

PAYNE, J.M., PAYNE, S. **The Metabolic Profile Test**. New York: Oxford University Press, 179p, 1987.

PARTATA, L.B.E. **Influência do sexo e idade na bioquímica sanguínea; interações entre perfil bioquímico, óxido nítrico e ciclo estral e bioquímica sérica de cavalos atletas**. 2005. 88f. Tese (doutorado em genética e bioquímica) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2005.

RICKETTS, S.W. The laboratory as na aid to clinical diagnosis. **Vet. Clin. North. Am. Equine Practice**. V.3, p.445-460, 1987.

RIBEIRO, C.R., MARTINS, E.A.N., RIBAS, J.A.S., GERMINARO, A. Avaliação de constituintes séricos em eqüinos e muares submetidos à prova de resistência de 76km, no Pantanal do Mato Grosso, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1081-1086, 2004.

RIBEIRO, W.P., VALBERG, S.J., PAGAN, J.D., GUSTAVSSON, B.E. The effect of varying starch and fat content on serum creatine kinase activity and substrate availability in equine polysaccharide storage myopathy. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.18, p.887-894, 2004.

SAULEZ, M.N., CEBRA, C.K., TORNQUIST, S.J. The diagnostic and prognostic value of alkaline phosphatase activity in serum and peritoneal fluid from horses with acute colic. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.18, p.564-567, 2004.

SICILIANO, P.D., PARKER, A.L., LAWRENCE, L.M. Effect of dietary vitamin E supplementation on the integrity of skeletal muscle in exercised horses. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1553-1560, 1997.

SICILIANO, P.D., LAWRENCE, L.M., DANIELSEN, K., POWEL, D.M., THOMPSON, K.N. Effect of conditioning and exercise on serum creatine kinase and aspartate aminotransferase activity. **Equine Veterinary Journal**, suppl., n.18, p.243-247, 1995.

SILVA, C.F.G.K.T. **Valores hematológicos bioquímicos e exame do líquido peritoneal de eqüinos (*Equus caballus*, Linnaeus, 1758) durante síndrome cólica**. 2005. 66f. Dissertação (mestrado em clínica veterinária) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

SMITH, B.P. **Tratado de medicina interna de grandes animais**. São Paulo: Manole, 1993. 1738p.

SNOW, D.H. Haematological, biochemical and physiological changes in horses and ponies during the cross country stage of driving trial competitions. **Veterinary Record**, v.126, p.233-239, 1990.

SOJKA, J.E. Factors which affect serum T3 and T4 levels in the horse. **Equine Practice**, v.15, n.10, p.15-19, 1993.

SOJKA, J.E., LEVY, M. Evaluation of endocrine function. **The Veterinary Clinics of North América: Equine Practice**, v.11, n.3, p.415-435, 1995.

SOJKA, J.E., JOHNSON, M.A., BOTTOMS, G.D. Serum triiodothyronine, total thyroxine, and free thyroxine concentrations in horses. **American Journal of Veterinary Research**, v.54, n.1, 1993.

SOMMARDAHL, C.S., FRANK, N., ELLIOT, S.B., WEBB, L.L., REFSAL, K.R., DENHART, J.W., THOMPSON JR, D.L. Effects of oral administration of levothyroxine sodium on serum concentrations of thyroid gland hormones and responses to injections of thyrotropin-releasing hormone in healthy adult mares. **American Journal of Veterinary Research**, v.66, n.6, p.1025-1031, 2005.

STICKER, L.S., THOMPSON, D.L., FERNANDEZ, J.M., BUNTING, L.D., DEPEW, C.L. Dietary protein and(or) energy restriction in mares: plasma growth hormone, IGF-I, prolactin, cortisol, and thyroid hormone, responses to feeding, glucose, and epinephrine. **Journal of Animal Science**, v.73, p.1424-1432, 1995.

STOCKHAM, S.L. Interpretation of equine serum biochemical profile results. **Clinical Pathology**. Columbia, v.11, n.3, p.391-414, 1995.

STOCKHAM, S.L., SCOTT, M.A. **Fundamentals of veterinary clinical pathology**. Ames: Iowa State Press, 2002. 610p.

THRALL, M.A. **Veterinary hematology and clinical chemistry**. Piladelphia: Limpincott Willians & Wilkins, 2004. 518p.

TOLEDO, P.S., DOMINGUES JÚNIOR, M., FERNANDES, W.R., MAGONE, M. Atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatina quinase, gama-glutamilttransferase, lactato desidrogenase e glicemia de cavalos da raça P.S.I. submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**. v.8, n.2, p.73-77, 2001.

WARWICK, M.B. The interpretation of clinicopathologic data from the equine athlete. **The Veterinary Clinics of North América: Equine Practice**, v.3, n.3, p.631-646, 1987.

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

VALBERG, S.J. Muscular causes of exercise intolerance in horses. **The Veterinary Clinics of North América: Equine Practice**, v.12, n.3, p.495-515, 1996.